



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية والمعمارية
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M/GCA/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : TRAVAUX PUBLICS

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Thème

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant
Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest du PK23+600 au PK26+500

Présenté par :

- YAHIAOUI Imad
- BELAID Hamou

Soutenu le 29/06/2020 devant le jury composé de :

Président : M^{me}. ELMASCRI Setti (M.A.A)

Examineur : Mr. SOLTANE BENALLOU Kaddour (M.A.A)

Encadrant : Mr. KERAOUTI Rabah (M.A.A)

Année Universitaire : 2019 / 2020

Remerciements*

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Nous voulons exprimer par ces quelques lignes de remerciements, notre gratitude envers tous ceux, qui par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, nous ont permis de réaliser ce travail.

*Nous commençons par remercier **Mr. KERAOUTI Rabah**, qui nous a fait l'honneur d'être notre encadreur. Nous le remercions profondément pour son encouragement continu, et pour avoir été toujours là pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par sa sagesse et ses précieux conseils. Nous le remercions également pour son soutien moral et sa grande compréhension, ce qui nous a procuré la force et le courage d'aller au bout de ce projet.*

*Aussi, nous tenons vivement à remercier notre **Mr. CHERIF Mourad**, d'avoir accepté d'examiner ce travail ainsi que tout le personnel de la **DTP** qui nous ont formé et qui grâce à eux, nous avons pu mener à bien ce travail. Qu'ils veuillent bien trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre très profonde reconnaissance.*

*Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés au **M^{me}. ELMASCRI SETTI** pour nous avoir fait l'honneur et le plaisir de présider ce jury.*

Nous sommes très honorés de leur présence dans ce jury.

Enfin, nous ne pouvons achever ce mémoire sans exprimer notre gratitude à tous les professeurs de génie pharmaceutique pour leur dévouement et leur assistance tout au long de nos études universitaires.

Un grand merci à tous.

Dédicaces

*C'est avec une profonde gratitude et de sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'études à ma **Maman** chérie, et mon cher **Papa**.*

Nulla dédicace ne peut exprimer mes sincères sentiments envers mes chers parents que j'aime de tout mon cœur, qui font tous les jours preuve d'une patience illimitée, une aide précieuse et un encouragement continu.

*Je les remercie également pour avoir sacrifié leur vie pour voir leurs enfants réussir, j'espère qu'un jour je pourrais leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour nous.
Que Dieu leur prête santé et longue vie.*

*A ma chère sœur que j'adore: **AHLEM** pour son grand soutien et son aide précieuse, qu'elle trouve ici l'expression de ma haute gratitude.*

*A mes chers frères que j'aime profondément : **ADEL**, & **HAKIM**, pour leur soutien moral.*

Merci à tous d'être là pour moi. Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite, et de sérénité.

*Un hommage spéciale pour mon cher petit frère **MOHAMED ISLEM** (que dieu ait pitié de lui).
Tu resteras gravé dans nos cœurs.*

Sans oublié toutes les personnes que je porte dans mon cœur. Je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

YAHIAOUI Imad

Dédicaces

*C'est avec une profonde gratitude et de sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'études à ma **Maman** chérie, et mon cher **Papa** (que dieu ait pitié de lui).*

Nulle dédicace ne peut exprimer mes sincères sentiments envers mes chers parents que j'aime de tout mon cœur, qui font tous les jours preuve d'une patience illimitée, une aide précieuse et un encouragement continu.

*Je les remercie également pour avoir sacrifié leur vie pour voir leurs enfants réussir, j'espère qu'un jour je pourrais leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour nous.
Que Dieu leur prête santé et longue vie.*

*A mes chères sœurs que j'adore: **DJAMILA, MEKKIA & AICHA** pour leur grand soutien et leur aide précieuse, qu'elles trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.*

*A mes chers frères que j'aime profondément : **MOHAMED, FETHI & AMMOUR** pour leur soutien moral.*

Merci à tous d'être là pour moi. Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite, et de sérénité.

*Une dédicace spéciale pour mes chers amis **OUSSAMA, RABIE, DJAMEL, ABDELGHANI & SIDHEMED** et **HAMZA** et **ALLI** en témoignage de l'amitié qui nous uni, des souvenirs, et de tous les moments que nous avons passés ensemble.*

Sans oublié toutes les personnes que je porte dans mon cœur. Je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

BELAID HAMOU

ملخص: تتألف مذكرة التخرج هاته من دراسة طريق سريع يمتد على طول ثلاثة كيلومترات من الطريق المخترق الذي سيربط ولاية مستغانم بالطريق السريع شرق-غرب في حمادنة بطول إجمالي يبلغ 66 كم. هذا الأخير سيجعل من الممكن خدمة ولاية مستغانم وتقليل وقت الرحلة ، وتداعياتها الإيجابية المختلفة التي سيراهها مستخدمو هذا الطريق السريع ، سواء كانوا أفراداً أو متعاملين اقتصاديين ، ان هذه الولاية لديها إمكانات اقتصادية من خلال ميناءها التجاري والمناطق الصناعية. تهتم هذه المذكرة بدراسة مسارين اخترنا أكثرهما فائدة سواء على الجانب الهندسي أو الجانب المالي. الكلمات المفتاحية: طريق سريع, الطريق المخترق, وقت الرحلة, ميناء تجاري, مناطق صناعية, الجانب الهندسي, الجانب المالي.

Résumé : Ce mémoire de fin d'étude consiste à une étude autoroutière d'un tronçon de trois kilomètre de la pénétrante qui va relier la wilaya de Mostaganem a l'autoroute est-ouest au niveau de Hmadna sur une longueur total de 66 km. Cette dernière va permettre de desservir la wilaya de Mostaganem et réduire le temps de parcours dont les divers retombés positives les utilisateurs de cette autoroute que ce soit les particuliers ou les opérateurs économique vu que cette wilaya possède un potentiel économique avec son port de commerce et ses zones industrielles. Ce mémoire prends de soin l'étude de deux variantes dont nous avons choisie la plus avantageuse que ce soit du coté géométrique ou du coté financier.

Mots clés: étude autoroutière , la pénétrante, temps de parcours, port de commerce, zones industrielles, variantes, coté géométrique, coté financier

Summary: This final dissertation consists of a motorway study of a three-kilometer stretch of the penetrating road which will link the Mostaganem wilaya to the east-west highway at Hmadna over a total length of 66 km. The latter will make it possible to serve the wilaya of Mostaganem and reduce the journey time, the various positive repercussions of which users of this motorway experience, whether individuals or economic operators, seeing that this wilaya has economic potential with its commercial port and its industrial areas.

This thesis takes care to study two variants of which we have chosen the most advantageous either on the geometric side or on the financial side.

Keywords: motorway study, penetrating road, journey time, commercial port, industrial areas, variants, geometric side, financial side.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I.1. INTRODUCTION GENERALE :	2
I.2. PRESENTATION DU PROJET :	3
I.2.1. PRESENTATION DE LA WILAYA:	3
I.2.1.i. Climat :	3
I.2.1.ii. Population :	3
I.2.2. Localisation du projet :	4
I.2.3. Objectifs de l'étude :	4
I.2.4. Les données de base :	5

CHAPITRE II

ETUDE GEOMETRIQUE

II.1. INTRODUCTION :	7
II.2. Catégorie de la route :	7
II.3. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :	8
II.3.1. Dénivelée cumulée moyenne :	8
II.3.2. Sinuosité :	8
II.4. VITESSE DE REFERENCE :	9
II.5. COURBES EN PLAN :	10

CHAPITRE III

ETUDE DU TRAFIC

III.1. INTRODUCTION :	13
III.2. ANALYSE DU TRAFIC :	13
III.3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :	14
III.4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :	14
III.4.1. Prolongation de l'évolution passée :	15
III.4.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques :	15
III.4.3. Modèle gravitaire :	15
III.4.4. Modèle de facteurs croissance :	15
III.5. CALCUL DE LA CAPACITE DU TRAFIC :	16
III.5.1. Définition de la capacité du trafic :	16
III.5.2. Détermination de nombre de voies :	16
III.5.3. Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon :	16
III.5.4. Calcul des trafics effectifs :	17
III.5.5. Débit horaire admissible :	17
III.5.6. Calcul du nombre de voie :	18
III.6. APPLICATION DU PROJET :	19

CHAPITRE IV

TRACE EN PLAN

IV.1. INTRODUCTION :	21
IV.2. DEFINITION DU TRACE EN PLAN :	21
IV.3. REGLES A RESPECTER DANS LA TRACE EN PLAN :	22
IV.3.1. Pour les routes neuves	22
IV.4. LES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :	23
IV.5. DETERMINATION DES COORDONNEES DES SOMMETS :	24
IV.6. CALCUL DE GISEMENTS ET DES ANGLES AU CENTRE :	24
IV.6.1. Gisement :	24

IV.6.2. Distance	24
IV.6.3. L'angle au centre	24
IV.7. DETERMINATION DES RAYONS EN PLAN :	25
IV.7.1. ETUDES DE LA VARIANTE 1 :	25
IV.7.2. ETUDES DE LA VARIANTE 2 :	27

CHAPITRE V

LES RACCORDEMENT PROGRESSIFS

V.1. COURBE DE RACCORDEMENT :	33
V.1.1. Rôle et nécessité :	33
V.1.2. Type de courbe de raccordement	33
V.2. RACCORDEMENT PROGRESSIF :	34
V.2.1. Introduction:	34
V.2.2. La clothoïde :	35
V.3. DEVERS :	37
V.3.1. Devers en alignement.....	37
V.3.2. Devers vers l'intérieur des courbes :	37

CHAPITRE VI

PROFIL EN LONG

VI.1. DEFINITION :	40
VI.2. LIGNE PROJET :	40
VI.2.1. Eléments constituant la ligne rouge :	41
VI.3. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :	42
VI.3.1. Raccordements verticaux :	42
VI.3.2. Raccordement convexe (angle saillant) :	42
VI.3.3. Raccordement concave (angle rentrant) :	43
VI.4. COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :	44
VI.5. AVANTAGES DE LA COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :	45

CHAPITRE VII

LES PARAMETRES CINEMATIQUES

VII.1. DISTANCE DE FREINAGE :	47
VII.2. TEMPS DE REACTION :	48
VII.3. DISTANCE D'ARRET :	48
VII.4. DISTANCE DE PERCEPTION:	49
VII.5. DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VEHICULES :	51
VII.6. MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :	52

CHAPITRE VIII

PROFIL EN TRAVERS

VIII.1. PROFIL EN TRAVER :	55
VIII.1.1. Définitions :	55
VIII.1.2. Profil en travers type :	55
VIII.1.3. Profil en travers type de notre projet :	57
VIII.1.4. dimensionnement du corps de chaussée :	61
Principe de la constitution des chaussées :	62
VIII.2. LA CHAUSSEE :	63
VIII.2.1. Définition	63
VIII.2.2. Les différentes catégories de chaussée	63
VIII.3. LE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES :	64

VIII.3.1. Les principales méthodes de dimensionnement :	65
VIII.3.2. Méthode C.B.R (California– Bearing – Ratio) :	65
VIII.3.3. Méthode A.A.S.H.O :(American Association of State Highway Officials) :	66
VIII.3.4. Méthode d’ASPHALT INSTITUTE :	67
VIII.3.5. Méthode du catalogue des structures :	67
VIII.4. DETERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC :	67
VIII.5. DETERMINATION DE LA CLASSE DU SOL :	68
VIII.5.1. La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :	68
VIII.5.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	68
VIII.6. APPLICATION AU PROJET :	69

CHAPITRE IX

CUBATURE

IX.1. DEFINITION :	72
IX.2. METHODE DE CALCUL :	72
IX.3. TABLEAU DE CUBATURE :	74
IX.3.1. Travée 1 (P1/P58) :	74
IX.3.2. Travée 2 (P57/P118) :	76

CHAPITRE X

IMPLANTATION

X.1. DEFINITION :	79
X.2. IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS:	79
X.2.1. A-Par rayonnement :	79
X.2.2. Par intersection :	79
X.2.3. Par coordonnées polaires :	80
X.3. IMPLANTATION DE COURBES :	80
X.3.1. Raccordement circulaire :	80
X.3.2. Raccordement progressif :	81

CHAPITRE XI

ASSAINISSEMENT

XI.1. INTRODUCTION :	86
XI.2. OBJECTIF DE L’ASSAINISSEMENT :	87
XI.3. DEFINITIONS :	87
XI.3.1. Assainissement de la chaussée :	87
XI.3.2. Fossé de pied du talus de déblai :	87
XI.3.3. Fossé de crête de déblai :	88
XI.3.4. Réseau de crête de talus de remblai :	88
XI.3.5. Fossé de pied de talus de remblai :	88
XI.3.6. Descentes d'eau :	88
XI.3.7. Bassin versant :	89
XI.3.8. Buses et dalots :	89

CHAPITRE XII

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XII.1. SIGNALISATION :	91
XII.1.1. DEFINITION :	91
XII.1.2. L’OBJET DE LASIGNALISATION ROUTIERE :	91
XII.1.3. Règles à respecter pour la signalisation :	91
XII.1.4. les types de signalisation :	91

XII.1.5. Application au projet:	93
XII.2. ECLAIRAGE	93
XII.2.1. Introduction	93
XII.2.2. Catégories d'éclairage	93
XII.2.3. Paramètre de l'implantation des luminaires :	94
CONCLUSION GENERALE.....	96
BIBLIOGRAPHIE.....	98

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: Sinuosite.	8
TABLEAU 2: Environnement de la route.	9
TABLEAU 3: Vitesse de reference.	9
TABLEAU 4: Devers.	10
TABLEAU 5: Valeur du coefficient ft.	11
TABLEAU 6: Valeur du coefficient "f"	11
TABLEAU 7: Tableau recapitulatif des parametres cinematiques.	11
TABLEAU 8: Recapitulatif des rayons en plan.	11
TABLEAU 9: Les rayons en plan selon b40.	11
TABLEAU 10: Valeurs du coefficient p	17
TABLEAU 11 : Valeurs de k1 en fonction de l'environnement	18
TABLEAU 12: Valeurs de k2 en fonction de l'environnement	18
TABLEAU 13: Valeurs de capacite theorique	18
TABLEAU 14: Donnees trafic.	19
TABLEAU 15: Resultats de calcul trafic	19
TABLEAU 16: Coordonnees des sommets la variante	25
TABLEAU 17: Calcul des gisements, angles au centre et distances.	26
TABLEAU 18: Tangentes aux cercles et rayons "variante 1".	26
TABLEAU 19: Coordonnees des sommets de la variante 2.	27
TABLEAU 20: Tangentes aux cercles et rayons la variante 2	27
TABLEAU 21: Calcul des deniveles de variante 2.	28
TABLEAU 22: Devers en fonction de l'environnement	38
TABLEAU 23: Valeur de declivite maximal]	41
TABLEAU 24: Rayons convexes (cat1, v100).	43
TABLEAU 25: Rayons concaves (cat1, v120).	44
TABLEAU 26: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de b40	47
TABLEAU 27: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	52
TABLEAU 28: Parametres fondamentaux.	53
TABLEAU 29 : Profile en travers travee1.	57
TABLEAU 30 : Profile en travers travee 2.	59
TABLEAU 31: Coefficient d'equivalence des materiaux	66
TABLEAU 32: Classe de trafic	67
TABLEAU 33: Classe de sol.	68
TABLEAU 34: Epaisseur du corps de chaussee	70
TABLEAU 35: Deblai et remblai travee 1	74

TABLEAU 36: Deblai et remblai travee 2.	76
TABLEAU 37: Implantation travee 1.	82
TABLEAU 38: Implantation travee 2.	83
TABLEAU 39 : Devis quantitatif et estimatif du projet	95

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Wilaya de mostaganem.....	3
FIGURE 2 : Localisation du projet	4
FIGURE 3 : Les donnees de le penetrante.....	5
FIGURE 4: Les elements d'un trace en plan.....	23
FIGURE 5 : Determination de l'angle au cent	24
FIGURE 6 : Elements d'un clothoïde.	34
FIGURE 7 : Clothoïde.	35
FIGURE 8 : Condition de gauchissement.....	36
FIGURE 9: Distance d'arret et de freinage.	48
FIGURE 10: Distance de perception.....	50
FIGURE 11:L'espace entre deux vehicules.	52
FIGURE 12 : Les elements d'une route	55
FIGURE 13: Les differentes categories de chaussee	64
FIGURE 14: Les demarches du catalogue.....	69
FIGURE 15: Corps de chaussee	70
FIGURE 16 : Surfaces de cubature	72
FIGURE 17: Les etapes de calcul de cubature sous covadis.....	74
FIGURE 18: Implantation sur la tangente.....	80
FIGURE 19: Coordonnees polaires.....	80
FIGURE 20: Methode d'implantation.....	81
FIGURE 21 : Signalisation verticales (panneau de danger).	92
FIGURE 22: Parametre de l'implantation.....	94

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I.1. INTRODUCTION GENERALE :

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale [1].

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement [2].

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire l'étude d'un tronçon autoroutier la nouvelle liaison entre la wilaya de Mostaganem et l'autoroute Est-Ouest sur 3Km.

Le projet réel est en phase de réalisation. La longueur totale de ce projet est de 66Km.

Dans notre étude on a choisi un tronçon de 3Km (entre PK23+600 et PK26+500). Elle comporte : le tracé en plan, le profile en long, les profils en travers, le calcul de cubature et l'étude de la chaussée et ceci sure orientation de notre encadreur.

I.2. PRESENTATION DU PROJET :

I.2.1. Présentation de la wilaya:

Mostaganem est une Wilaya côtière située au Nord-Ouest de territoire national, à environ 360 Km l'Ouest d'Alger et à 80 Km à l'Est d'Oran. Elle couvre une superficie de 2.269 Km² et est limitée à l'Est par les Wilayas de Chlef, Au Sud par les Wilayas de Mascara et de Relizane à l'Ouest par les Wilayas d'Oran et de Mascara Au Nord par la Mer Méditerranée Mostaganem regroupe 10 daïras et 32 communes. [3]

I.2.1.i. Climat :

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

I.2.1.ii. Population :

Le recensement général de la population et de l'habitat de 2008 (RGPH 2008) a permis de recenser une population de 737.116 habitants au niveau de la Wilaya.

Les estimations au 31/12/2012, font ressortir une population 794.732 habitants. Sa répartition par zone d'habitat est comme suit :

- Population agglomérations chefs-lieux : 363 445 soit 46 %.
- Population agglomérations secondaires : 107 893 soit 13 %.
- Population éparses : 323 394 soit 41 %.

La densité de la population à l'échelle de la Wilaya, qui est en moyenne de 350 habitants/km²

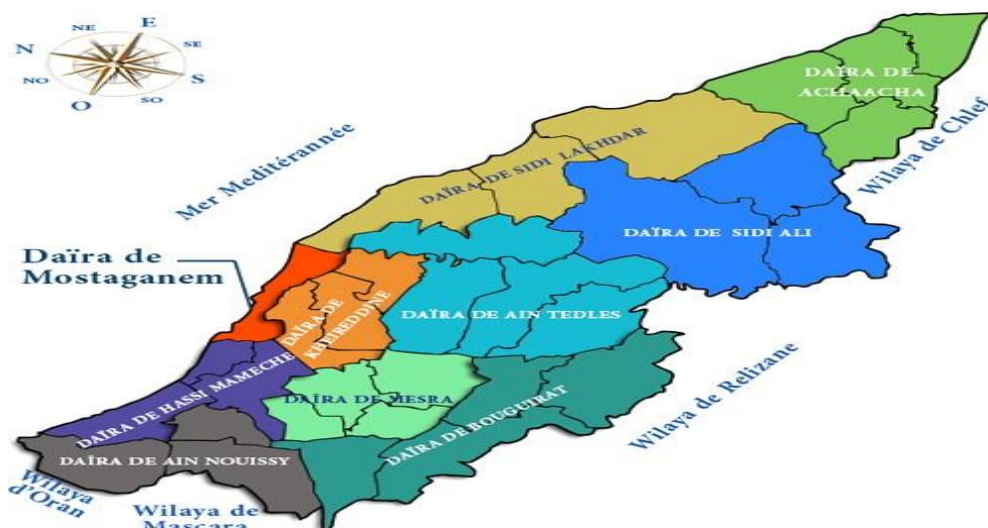


FIGURE 1: Wilaya de Mostaganem [3].

I.2.2. Localisation du projet :

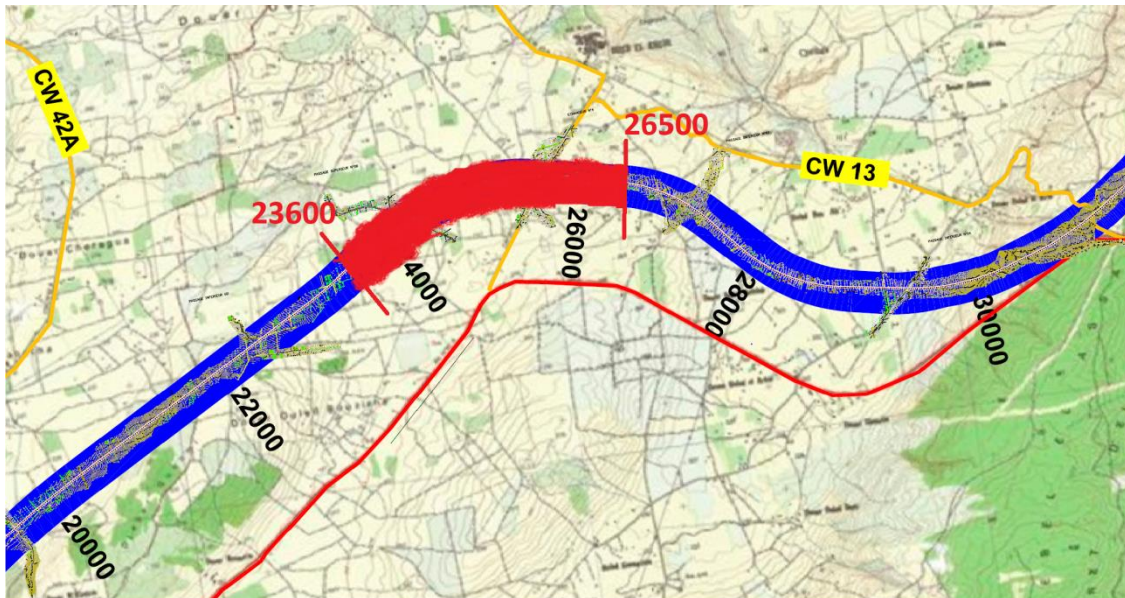


FIGURE 2 : Localisation du projet

I.2.3. Objectifs de l'étude :

- Notre objectif principal consiste à une étude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest sur 3Km (2x3voies) avec un séparateur bétonné, et de procéder à son renforcement.
- De faciliter le raccordement de port du Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest, et cet axe devra atténuer la tension et donner plus de fluidité à la circulation surtout pour les poids lourd de et vers la wilaya de Mostaganem, et contribuera à la relance du développement, surtout qu'il traverse la zone industrielle de Sidi Khettab, selon les responsables des travaux publique de Relizane.
- De créer des conditions de transport favorables aux échanges commerciaux dans la région.
- Assurer et améliorer la sécurité, le confort des usagers avec un moindre cout possible.
- Réduire le temps de parcours.

I.2.4. Les données de base :

LE TRAFIC

- TMJA(2012) : 12500 V/J
- Pourcentage de poids lourds : 25%
- Le taux d'accroissement : $\tau = 7\%$
- Année origine = 2014
- Durée d'étude et d'exécution : 2ans.
- L'année de mise en service : 2016
- Durée de vie : 20 ans [4].

Pénétrante de Mostaganem	
	
Historique	
Ouverture	En construction depuis 2014
Caractéristiques	
Longueur	66 km
Direction	ouest / est
Extrémité ouest	El Hamadna
Extrémité est	Mostaganem
Réseau	Agence nationale des autoroutes
Territoires traversés	
Villes principales	El Hamadna, Sidi Khettab, Oued El Kheir, Sayada, Mostaganem

FIGURE 3 : Les données de le pénétrante [1].

CHAPITRE II

ETUDE GEOMETRIQUE

II.1. Introduction :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain.

Dans l'environnement de la route la norme technique d'aménagement des routes Algériennes propose trois classes d'environnement (E1, E2, E3) Chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs:

- La dénivelée cumulée moyenne (h/L)
- La sinuosité (σ)

II.2. Catégorie de la route :

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

Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- **Catégorie 4**: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes [1].

Après l'analyse des données, il s'avère que le cas étudié se classe dans **la catégorie cat1**

II.3. Environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne **DC**.
- La sinuosité σ [5].

II.3.1. 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)**.

II.3.2. 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 **Ls** est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

Calcul de la sinuosité :

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

Avec :

- L_s : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m
- L : la longueur total de la route
- $L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m}) = 0$
- $L = 2930.11\text{m}$

$L_s=0$ donc : **$\sigma = 0$**

Les valeurs ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité. [5]

TABLEAU 1: Sinuosité [1].

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

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

TABLEAU 2: Environnement de la route [1].

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

Dans notre cas nous avons :

- Un terrain est: **Plat.**
- Une Sinuosité : **Sinuosité faible.**
- L'environnement de la route est : **E1.**

II.4. Vitesse de référence :

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

- La catégorie.
- L'environnement.

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

TABLEAU 3: Vitesse de référence [1].

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
Cat 1	<u>120-100-80</u>	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

Vitesse **V_r = 100km/h**

II.5. Courbes en plan :

✓ Le rayon minimal absolu RHm :

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

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

✓ Le rayon minimal normal RHN :

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

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

✓ Le rayon au dévers minimal RHd :

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

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

✓ Le rayon non déversé RHnd :

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

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

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

TABLEAU 4: Dévers. [1]

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	2,50%	2.50%	3%	3%	4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

Détermination du coefficient de frottement transversal f_t :

TABLEAU 5: Valeur du coefficient " f_t " [1].

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 des coefficients du frottement F'' en fonction de la catégorie :

TABLEAU 6: Valeur du coefficient " F'' " [1].

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

Tableau récapitulatif :

TABLEAU 7: Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.

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

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants :

TABLEAU 8: Récapitulatif des rayons en plan.

Catégorie	RHM	RHN	RHD	RHND
Cat 1	437.45m	708.66m	1574.80m	2249.72m

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

TABLEAU 9: Les rayons en plan selon B40.

RHM	RHN	RHD	RHND
450m	650m	1600m	2200m

CHAPITRE III

ETUDE DU TRAFIC

III.1. Introduction :

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

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

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange.

- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements.

- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

III.2. Analyse du trafic :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir:

- **Comptages manuels.**
- **Comptages automatiques.**

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

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

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

III.3. Différents types de trafics :

- **Trafic normal :**

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

- **Trafic dévié :**

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

- **Trafic induit :**

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

- **Trafics total :**

C'est le trafic total sur le nouveau aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié [6].

III.4. Modèles de présentation de trafic :

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

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

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

III.4.1. Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_1 = T_0 (1+\tau)^n$$

Où:

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance.

III.4.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

III.4.3. Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

III.4.4. Modèle de facteurs croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine -destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

Remarque : Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode « Prolongation de l'évolution passée » ; vu sa simplicité et son intégration de l'ensemble des variables économiques de la région.

III.5. Calcul de la capacité du trafic :

III.5.1. Définition de la capacité du trafic :

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

La capacité dépend:

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

III.5.2. Détermination de nombre de voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance. Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 20^{ème} année d'exploitation [6].

III.5.3. Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

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

T_1, τ, n : sont définies précédemment.

III.5.4. Calcul des trafics effectifs :

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

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

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

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

TABLEAU 10: valeurs du coefficient P [1].

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

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

Débit de point horaire normal :

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

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

Avec :

(1/n) : Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

III.5.5. Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de 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.

Valeurs de K₁ :

TABLEAU 11 : Valeurs de K₁ en fonction de l'environnement [1].

Coefficient K ₁					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	<u>1,00</u>	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

Valeurs de K₂ :

TABLEAU 12: Valeurs de K₂ en fonction de l'environnement [1].

Coefficient K ₂			
environnement	E1	E2	E3
K ₂	<u>0,75</u>	0.85	0,90 à 0,95

Valeurs de C_{th} :

Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Capacité théorique :

TABLEAU 13: Valeurs de capacité théorique [1].

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

III.5.6. Calcul du nombre de voie :

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

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

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle**

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport **S. Q / Q_{adm}**

Avec : **S** : coefficient dissymétrie en général =**2/3**.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

III.6. APPLICATION DU PROJET :

Les données de trafic :

TABLEAU 14: Données trafic.

TMJA	12500 V/J
τ	7%
% Poids lourd	25%
Année de comptage	2012
Année de mise en service	2016
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	2,5
K1	1,00
K2	0,75
n	3

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

TABLEAU 15: Résultats de calcul trafic.

Trafic de l'année de mise en service T1	63405V/J
Trafic de l'année horizon T16	16385 V/J
Teff	95107.5 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	11412.9UVP/h
Cth	3200 UVP/h
Débit admissible " Qadm"	2400 UVP/h
Nombre de voie	3.17

Dans notre projet on a une chaussée bidirectionnelle et après la comparaison entre Q et Qadm on prend trois voies au minimum.

CHAPITRE IV

TRACE EN PLAN

IV.1. Introduction :

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

- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à RHnd est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.
- Elargir autant que possible d'un seul côté.

Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation).

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

IV.2. Définition du tracé en plan :

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

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

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

D'autre part, dans certaines conditions (liées notamment au tracé situé en amont), les courbes de faible rayon peuvent créer des problèmes de sécurité, ce qui conduit à ne les utiliser qu'en respectant certaines contraintes relatives à l'enchaînement des éléments du tracé en plan [4].

IV.3. Règles à respecter dans la 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.

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

IV.3.1. 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

IV.4. Les éléments de tracé en plan :

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

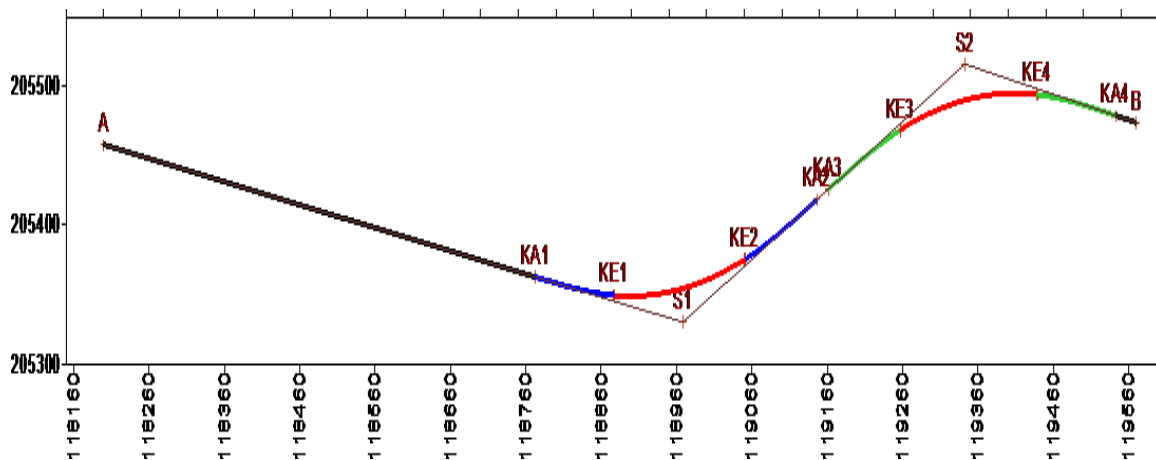


Figure 4: Les éléments d'un tracé en plan [7].

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.

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

$$\text{Longueur maximum : } L_{max} = 60 Vr$$

Avec :

Vr en (m/s)

$t = 3$ sec vitesse faible

$t = 5$ sec vitesse forte

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.

IV.5. Détermination des coordonnées des sommets :

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 raccordement et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétriques des virages de la route existante.

IV.6. Calcul de gisements et des angles au centre :

IV.6.1. 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 :

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

IV.6.2. Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

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

IV.6.3. L'angle au centre

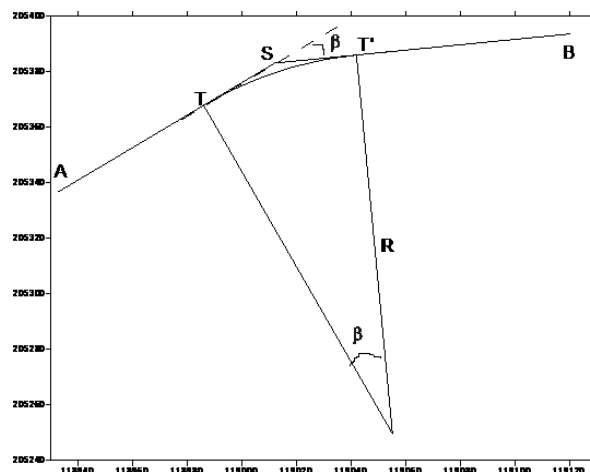


FIGURE 5 : détermination de l'angle au cent [2].

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

IV.7. Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de 3 virage, la valeur du rayon est déterminé par la relation suivante :

Tangente :

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

Bissectrice :

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

La développée :

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

La flèche :

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

IV.7.1. Etudes de la variante 1 :

Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 1 :

TABLEAU 16: Coordonnées des sommets la variante 1.

N	X (m)	Y (m)
1	261175.110	3980095.100
2	262015.223	3980632.059
3	263008.991	3980737.203
4	263851.024	3980515.345

Gisements, angles au centre et distance :

TABLEAU 17: Calcul des gisements, angles au centre et distances.

Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
G _{1.2}	63.7947	β ₁	29.4946	997.052
G ₂₋₃	93.2893			999.316
G ₃₋₄	116.4009	β ₂	23.1116	870.770

TABLEAU 18: Tangentes aux cercles et rayons "variante 1".

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
β ₁ = 29.4946	2500	589.7113	1158.2502	68.84	66.77
β ₂ = 23.1116	1700	312.0151	617.1614	28.52	27.29

Les longueurs de tracé :

- La longueur totale de tracé mesuré:

$$L_t = 2867.138 \text{ m}$$

- La longueur totale des arcs de cercles calculée:

$$L_C = 1775.412 \text{ m}$$

- La longueur totale des alignements droits mesurée :

$$LAD = L_T - L_c = 2867.138 - 1775.412$$

$$LAD = 1091.726 \text{ m}$$

- Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 38.07 \% \leq 60\%$$

- Pourcentage courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 61.92\% \geq 40\%$$

D'après les résultats précédents : **la Condition n'est pas vérifié.**

Car : alignement Droit doit être $\geq 60\%$

Courbe doit être $\leq 40\%$

IV.7.2. Etudes de la variante 2 :

Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 2 :

TABLEAU 19: Coordonnées des sommets de la variante 2.

Gisement (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
G ₁₋₂	61.8844	β ₁	25.4535	806.633
G ₂₋₃	87.3379			947.669
G ₃₋₄	111.6249	β ₂	24.2870	1175.808

TABLEAU 20: Tangentes aux cercles et rayons la variante 2.

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
β ₁ =25.4535	1500	303.926	599.734	30.612	29.873
β ₂ =24.2870	1500	289.645	572.248	27.806	27.206

Les longueurs de tracé :

- La longueur totale de tracé mesurée :

$$L_t = 2930.11\text{m}$$

- La longueur totale des arcs de cercles calculée:

$$\Sigma D=L_c= 1171.982\text{m}$$

- La longueur totale des alignements droits mesurée :

$$LAD = L_T-L_c =2930.11-1171.982$$

$$LAD= 1758.128 \text{ m}$$

- Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 60.02\% \geq 60\%$$

• Pourcentage courbe :

% Courbe= 39.98% ≤ 40%

Donc : Condition vérifiée

Car : alignement Droit doit être >= 60%

Courbe doit être <= 40%

Dénivelée cumulée :

TABLEAU 21: Calcul des dénivelés de variante 2.

N. profile	Distance	Z	Dn	Déclivités
	Partielle	(m)	(m)	(%)
P1	0.00000	237.5456	/	/
P2	25.00000	237.3255	0.2201	0.8804
P3	25.00000	237.1676	0.1579	0.6316
P4	25.00000	237.8287	-0.6611	-2.6444
P5	25.00000	237.2649	0.5638	2.2552
P6	25.00000	236.8688	0.3961	1.5844
P7	25.00000	236.8300	0.0388	0.1552
P8	25.00000	236.7215	0.1085	0.434
P9	25.00000	236.6038	0.1177	0.4708
P10	25.00000	236.4476	0.1562	0.6248
P11	25.00000	236.5125	-0.0649	-0.2596
P12	25.00000	236.4884	0.0241	0.0964
P13	25.00000	236.4187	0.0697	0.2788
P14	25.00000	236.2300	0.1887	0.7548
P15	25.00000	236.3367	-0.1067	-0.4268
P16	25.00000	236.5236	-0.1869	-0.7476
P17	25.00000	236.6284	-0.1048	-0.4192
P18	25.00000	236.4385	0.1899	0.7596
P19	25.00000	236.2536	0.1849	0.7396
P20	25.00000	236.1637	0.0899	0.3596
P21	25.00000	236.0636	0.1001	0.4004
P22	25.00000	235.7958	0.2678	1.0712
P23	25.00000	235.6448	0.1510	0.604
P24	25.00000	235.4731	0.1717	0.6868
P25	25.00000	235.1636	0.3095	1.238
P26	25.00000	235.2971	-0.1335	-0.534
P27	25.00000	235.4463	-0.1492	-0.5968
P28	25.00000	235.3647	0.0816	0.3264
P29	25.00000	235.2686	0.0961	0.3844
P30	25.00000	235.1316	0.1370	0.548
P31	25.00000	235.3455	-0.2139	-0.8556

P32	25.00000	235.0725	0.2730	1.092
P33	25.00000	234.9852	0.0873	0.3492
P34	25.00000	234.8244	0.1608	0.6432
P35	25.00000	234.7565	0.0679	0.2716
P36	25.00000	234.7900	-0.0335	-0.134
P37	25.00000	235.0170	-0.2270	-0.908
P38	25.00000	234.9037	0.1133	0.4532
P39	25.00000	234.7671	0.1366	0.5464
P40	25.00000	234.6944	0.0727	0.2908
P41	25.00000	234.6277	0.0667	0.2668
P42	25.00000	234.6135	0.0142	0.0568
P43	25.00000	234.6046	0.0089	0.0356
P44	25.00000	234.2194	0.3852	1.5408
P45	25.00000	234.1132	0.1062	0.4248
P46	25.00000	234.1575	-0.0443	-0.1772
P47	25.00000	234.2797	-0.1222	-0.4888
P48	25.00000	234.2589	0.0208	0.0832
P49	25.00000	234.1011	0.1578	0.6312
P50	25.00000	234.0952	0.0059	0.0236
P51	25.00000	234.2848	-0.1896	-0.7584
P52	25.00000	234.4432	-0.1584	-0.6336
P53	25.00000	234.4319	0.0113	0.0452
P54	25.00000	234.3119	0.1200	0.48
P55	25.00000	234.3064	0.0055	0.022
P56	25.00000	234.1748	0.1316	0.5264
P57	25.00000	234.0793	0.0955	0.382
P58	25.00000	234.1578	-0.0785	-0.314
P59	25.00000	234.0653	0.0925	0.37
P60	25.00000	234.0291	0.0362	0.1448
P61	25.00000	234.0239	0.0052	0.0208
P62	25.00000	234.1315	-0.1076	-0.4304
P63	25.00000	234.0681	0.0634	0.2536
P64	25.00000	233.8307	0.2374	0.9496
P65	25.00000	234.0323	-0.2016	-0.8064
P66	25.00000	233.9490	0.0833	0.3332
P67	25.00000	233.8286	0.1204	0.4816
P68	25.00000	233.7907	0.0379	0.1516
P69	25.00000	233.8046	-0.0139	-0.0556
P70	25.00000	233.7849	0.0197	0.0788
P71	25.00000	234.0005	-0.2156	-0.8624
P72	25.00000	233.8921	0.1084	0.4336
P73	25.00000	233.6757	0.2164	0.8656
P74	25.00000	233.6725	0.0032	0.0128
P75	25.00000	234.1032	-0.4307	-1.7228
P76	25.00000	233.8892	0.2140	0.856
P77	25.00000	233.7204	0.1688	0.6752

P78	25.00000	233.7010	0.0194	0.0776
P79	25.00000	233.8317	-0.1307	-0.5228
P80	25.00000	233.9820	-0.1503	-0.6012
P81	25.00000	233.7015	0.2805	1.122
P82	25.00000	233.7079	-0.0064	-0.0256
P83	25.00000	233.8924	-0.1845	-0.738
P84	25.00000	233.9794	-0.0870	-0.348
P85	25.00000	234.0102	-0.0308	-0.1232
P86	25.00000	234.0873	-0.0771	-0.3084
P87	25.00000	235.4208	-1.3335	-5.334
P88	25.00000	235.1966	0.2242	0.8968
P89	25.00000	236.5026	-1.3060	-5.224
P90	25.00000	237.4060	-0.9034	-3.6136
P91	25.00000	237.5087	-0.1027	-0.4108
P92	25.00000	237.4339	0.0748	0.2992
P93	25.00000	237.2947	0.1392	0.5568
P94	25.00000	237.0074	0.2873	1.1492
P95	25.00000	236.6829	0.3245	1.298
P96	25.00000	237.9076	-1.2247	-4.8988
P97	25.00000	237.8090	0.0986	0.3944
P98	25.00000	238.3273	-0.5183	-2.0732
P99	25.00000	237.8059	0.5214	2.0856
P100	25.00000	237.3637	0.4422	1.7688
P101	25.00000	238.3560	-0.9923	-3.9692
P102	25.00000	239.3524	-0.9964	-3.9856
P103	25.00000	240.0866	-0.7342	-2.9368
P104	25.00000	240.5671	-0.4805	-1.922
P105	25.00000	241.7077	-1.1406	-4.5624
P106	25.00000	241.9841	-0.2764	-1.1056
P107	25.00000	243.3494	-1.3653	-5.4612
P108	25.00000	244.9444	-1.5950	-6.38
P109	25.00000	246.6592	-1.7148	-6.8592
P110	25.00000	247.2608	-0.6016	-2.4064
P111	25.00000	247.7105	-0.4497	-1.7988
P112	25.00000	247.6869	0.0236	0.0944
P113	25.00000	247.4331	0.2538	1.0152
P114	25.00000	247.6048	-0.1717	-0.6868
P115	25.00000	247.5207	0.0841	0.3364
P116	25.00000	247.4536	0.0671	0.2684
P117	25.00000	247.4272	0.0264	0.1056
P118	14.94810	247.7275	-0.3003	-2.0089
Σ	2914.95	Σ	-10.1819	
		H/L	0.34%	

Environnement :

- Dénivelée cumulée : **Dc = 0.34 %**
- Sinuosité : = **0**

Environnement : E1

Vitesse de référence :

Vr = 100 km/h

On résume que nous sommes dans un environnement **E1**, catégorie **Cat1**, la vitesse de référence **100Km/h**

CHAPITRE V

LES RACCORDEMENT PROGRESSIFS

V.1. Courbe de raccordement :

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

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

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

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

V.1.1. Rôle et nécessité :

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

V.1.2. Type de courbe de raccordement

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

- **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).

- **Lemniscate**

Courbe utilisée 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.

- **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 [8].

V.2. Raccordement progressif :

V.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.

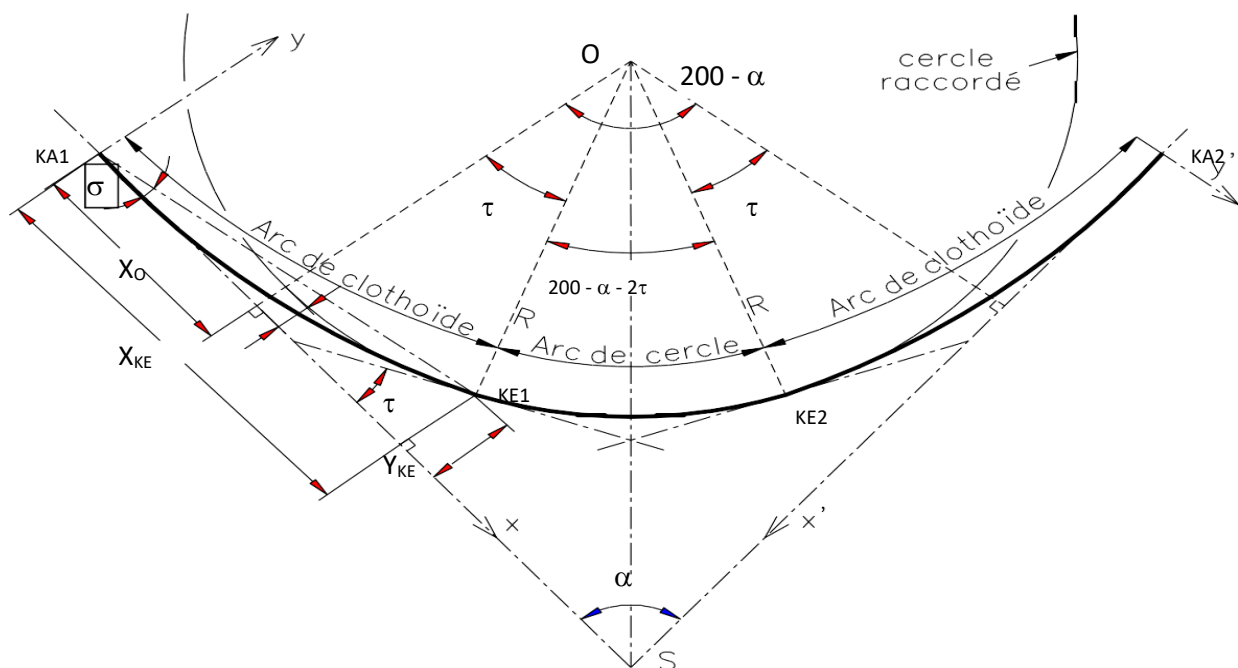


FIGURE 6 : Eléments d'un clothoïde.

V.2.2. La clothoïde :

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. 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 [8].

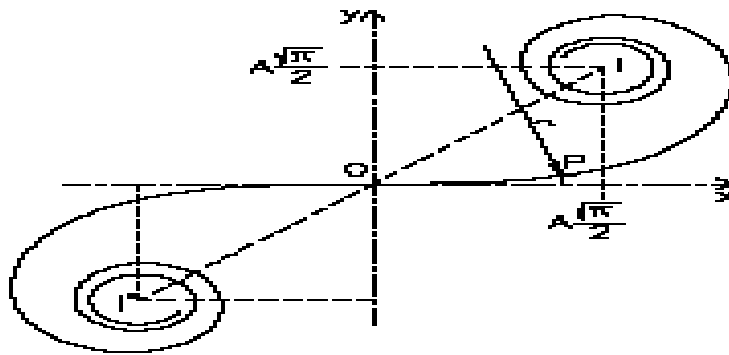


FIGURE 7 : Clothoïde.

Longueur de raccords :

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

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

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.

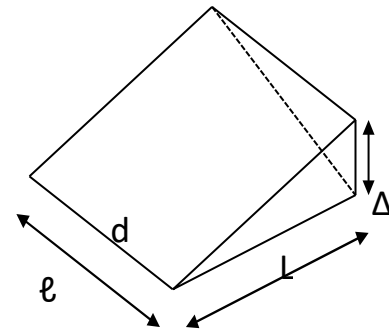
La condition Optique :

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.

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

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



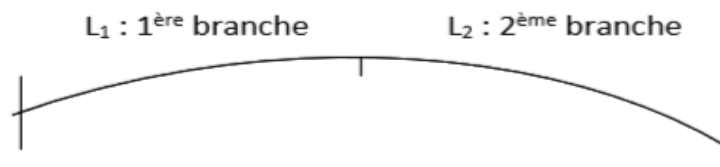
$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

FIGURE 8 : 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.

V.3. 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

V.3.1. 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
- paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie :

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

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2. [1]

V.3.2. Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

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

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

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

TABLEAU 22: Devers en fonction de l'environnement [1].

Environnement		Facile	moyen	Difficile
Devers				
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%

CHAPITRE VI

PROFIL EN LONG

VI.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.

VI.2. Ligne projet :

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

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

VI.2.1. Eléments constituant la ligne rouge :

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

- **Les alignements :**

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

- **Déclivité :**

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

Déclivité minimale :

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

Déclivité maximale :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd.

L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.). Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

TABLEAU 23: Valeur de déclivité maximale [1].

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

Application au projet :

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 100Km/h, donc la déclivité maximale est de 5%.

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

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

VI.3. Raccordement en profil en long :

VI.3.1. 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 :

VI.3.2. 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.

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

D₁ : la distance d'arrêt h₀

h₀ : hauteur de l'œil

h₁ : hauteur de l'obstacle

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

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

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 :

$$R_{Vm} = 0.24 \times d^2 = 6229.5m$$

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

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

TABLEAU 24: Rayons convexes (Cat1, V100).

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	6000
Min normale	RVn	1200

VI.3.3. Raccordement concave (angle rentrant) :

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

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

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

Rayon minimal absolu :

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

$$R_{vm}(V_r) = 0.3V_r^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

Rayon minimal normal :

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

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

$$R_{vn}' = R_{vm}(V_r + 20)$$

$$R_{vn}' = 0.3 (100 + 20) = 4320m$$

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

TABLEAU 25: Rayons concaves (Cat1, V120).

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	3000
Min normale	R'Vn	4320

VI.4. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

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

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

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

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

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

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

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

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

externe de la courbe) dans une courbe de rayon supérieur au rayon non déversé.

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

VI.5. Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long :

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

CHAPITRE VII

LES PARAMETRES CINEMATIQUES

VII.1. Distance de freinage :

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 .

TABLEAU 26: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

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

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

Application :

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

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

$$d_0 = 111.111m$$

En rampe : $e = 4.941$ (cas purement théorique)

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

$$d_0 = 7.545m$$

En pente : $e = -1.740$ (cas purement théorique)

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

$$d_0 = -28.985m$$

VII.2. Temps de réaction :

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

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne Dans une attention concentrée :

t = 1.2 s pour un obstacle imprévisible

t = 0.6 s pour un obstacle prévisible

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

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

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

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

$$d_1 = V \times t$$

Avec :

v : m/s

t : s

VII.3. Distance d'arrêt :

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

$$d = d_1 + d_0$$

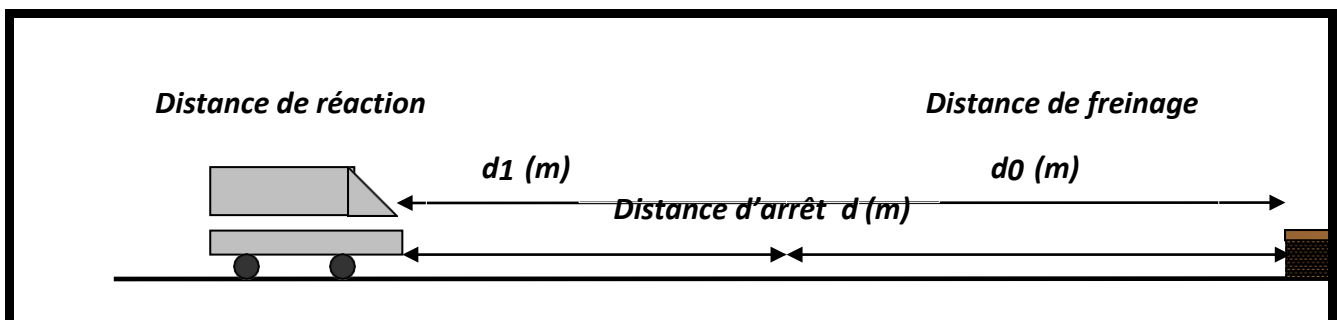


FIGURE 9: Distance d'arrêt et de freinage.

Application :

• **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 : $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

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

En pier : $d = 111.111 + 0.5 \times 100 = 161.111$ m

En rampe : $d = 7.545 + 0.5 \times 100 = 57.545$ m

En pente : $d = -28.985 + 0.5 \times 100 = 21.0158$ m

• **En courbe :**

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

Pour $V_r \leq 100$ 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 : $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

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

En palier : $d = 1.25 \times 111.11 + 0.55 \times 100 = 193.888$ m

En rampe : $d = 1.25 \times 7.54 + 0.55 \times 100 = 64.431$ m

En pente : $d = 1.25 \times (-28.985) + 0.55 \times 100 = 18.768$ m

VII.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.

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

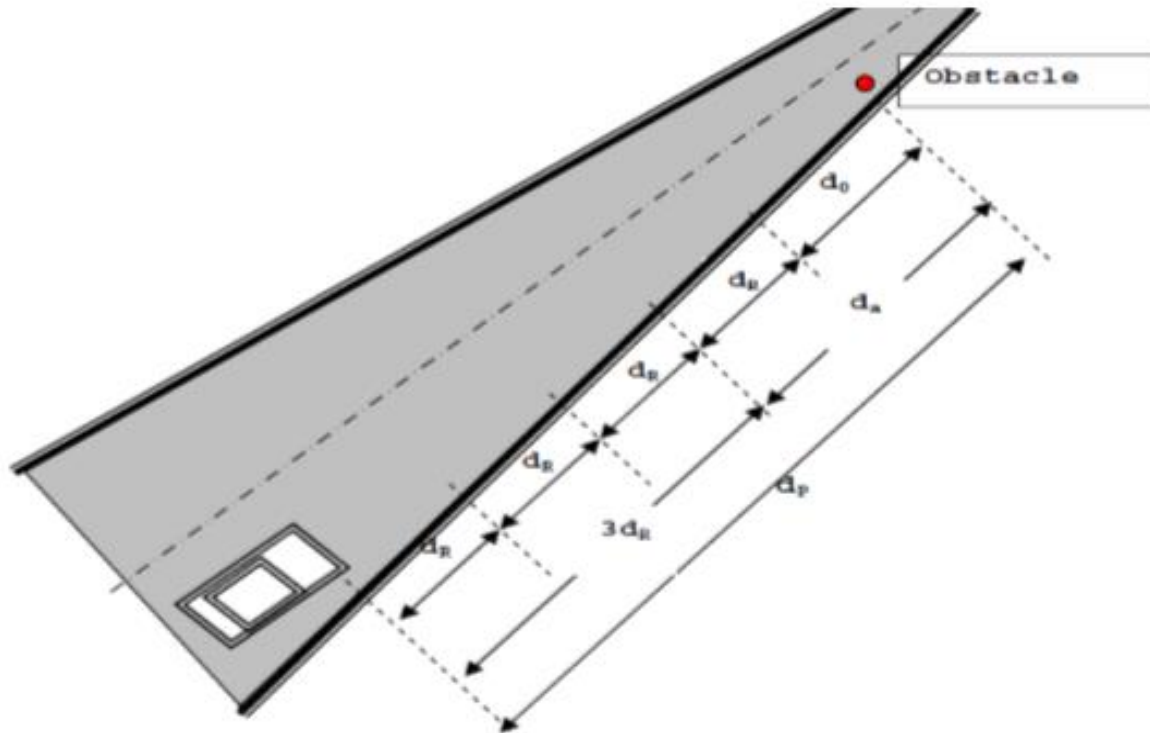


FIGURE 10: Distance de perception.

Application :

• **En alignement droit :**

En palier : $dp = 161.111 + (6/3.6) \times 100 = 327.77m$

En rampe : $dp = 57.545 + (6/3.6) \times 100 = 224.21m$

En pente : $dp = 21.0158 + (6/3.6) \times 100 = 187.68m$

• **En courbe :**

En palier : $dp = 193.8 + (6/3.6) \times 100 = 360.55m$

En rampe : $dp = 64.431 + (6/3.6) \times 100 = 231.09m$

En pente : $dp = 18.768 + (6/3.6) \times 100 = 185.43m$

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

Avec :

V : la vitesse en km/h

l : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

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

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

2ème Cas :
$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

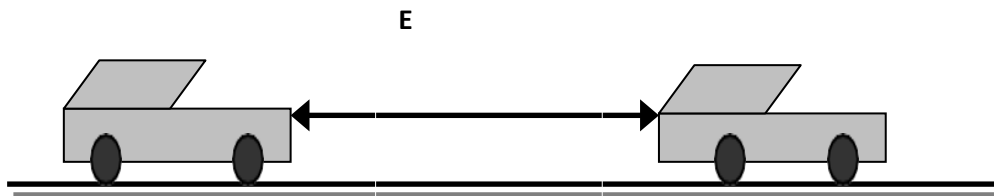


FIGURE 11:L'espace entre deux véhicules.

VII.6. Manœuvre de dépassement :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.

dvdn : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

TABLEAU 27: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse [1].

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

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

Application : $V_r = 100 \text{ km/h}$

$d_{vdm} = 420 \text{ m}$

$d_{vdN} = 620 \text{ m}$

$d_{md} = 300 \text{ m}$

Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux :

TABLEAU 28: Paramètres fondamentaux.

Paramètres	Symbole	Valeur
Longueur minimale (m)	L_{min}	138.88
Longueur maximale (m)	L_{max}	1666.66
Devers minimal (%)	d_{min}	2.5
Devers maximal (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t₁	2
Frottement longitudinal	f_L	0.36
Frottement transversal	f_t	0.13
Distance de freinage en alignement droit (m)	d₀	111.111
Distance d'arrêt (m)	d₁	161.111
Distance de freinage en courbe (m)	d'₁	193.888
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d_{vdm}	420
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_{vdn}	620
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d_{md}	300
RH _m (m) (dévers associe %)	RH_m	450 (7%)
RH _N (m) (dévers associe %)	RH_N	650 (5%)
RH _d (m) (dévers associe %)	RH_d	1600 (2, 5%)
RH _{nd} (m) (dévers associe %)	RH_{nd}	2200 (-2, 5%)

CHAPITRE VIII

PROFIL EN TRAVERS

VIII.1. PROFIL EN TRAVER :

VIII.1.1. 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) [9].

VIII.1.2. Profil en travers type :

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

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

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

- Un profil en alignement droit en déblai.
- Un profil en alignement droit en remblai.
- Un profil en alignement droit mixte.
- Un profil déversé en remblai.
- Un profil déversé en déblai.
- Un profil mixte déversé [9].

Les éléments constituant un profil en travers type :

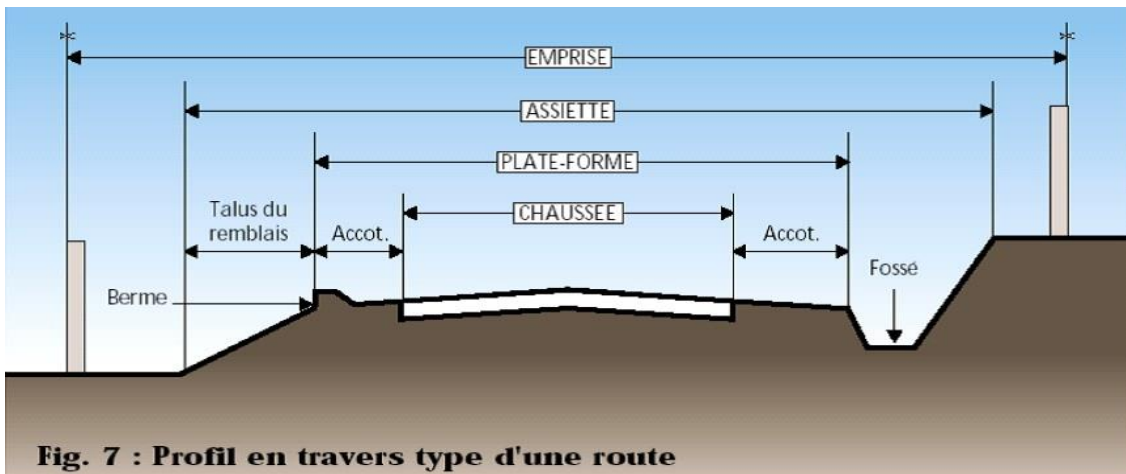


Fig. 7 : Profil en travers type d'une route

FIGURE 12 : Les éléments d'une route [9].

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 [10].

La plateforme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts [10].

Assiette :

Surface de terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai [10].

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 [10].

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 [10].

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 [10].

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 [10].

VIII.1.3. Profil en travers type de notre projet :

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

- deux chaussées de trois voies de 3.50m chacune : $(3 \times 3.50) \times 2 = 21 \text{ m}$
- un terre-plein central de 3 m : 3.00m
- un accotement de 3.00m pour de part et d'autre. : $2 \times 3.00 = 6.00 \text{ m}$

Travée N° 01 :

TABLEAU 29 : Profile en travers travée1.

Profi	Abscisse	Longueur d'app	Point d'axe			Côté	Point extrême du profil			Point d'entrée en terre		
			X	Y	Z		X	Y	Z	X	Y	Z
P1	0,00	12,50	261141,14	3980091,96	237,55	G	261132,55	3980104,56	236,24	261132,55	3980104,56	236,89
						D	261149,73	3980079,36	236,24	261149,73	3980079,36	236,89
P2	25,00	25,00	261161,79	3980106,05	237,49	G	261153,20	3980118,65	236,19	261153,20	3980118,65	236,84
						D	261170,39	3980093,45	236,19	261170,39	3980093,45	236,84
P3	50,00	25,00	261182,44	3980120,14	237,44	G	261173,85	3980132,74	236,14	261173,85	3980132,74	236,79
						D	261191,04	3980107,54	236,14	261191,04	3980107,54	236,79
P4	75,00	25,00	261203,09	3980134,23	237,39	G	261194,50	3980146,83	236,09	261194,50	3980146,83	236,74
						D	261211,69	3980121,63	236,09	261211,69	3980121,63	236,74
P5	100,00	25,00	261223,75	3980148,32	237,34	G	261215,15	3980160,92	236,03	261215,15	3980160,92	236,68
						D	261232,34	3980135,72	236,03	261232,34	3980135,72	236,68
P6	125,00	25,00	261244,40	3980162,41	237,28	G	261235,80	3980175,01	235,98	261235,80	3980175,01	236,63
						D	261252,99	3980149,81	235,98	261252,99	3980149,81	236,63
P7	150,00	25,00	261265,05	3980176,50	237,23	G	261256,45	3980189,10	235,93	261256,45	3980189,10	236,58
						D	261273,64	3980163,90	235,93	261273,64	3980163,90	236,58
P8	175,00	25,00	261285,70	3980190,59	237,18	G	261277,11	3980203,19	236,52	261277,11	3980203,19	236,52
						D	261294,30	3980177,99	235,87	261294,30	3980177,99	236,52
P9	200,00	25,00	261306,35	3980204,68	237,12	G	261297,76	3980217,28	235,82	261297,76	3980217,28	236,47
						D	261314,95	3980192,08	235,82	261314,95	3980192,08	236,47
P10	225,00	25,00	261327,00	3980218,77	237,07	G	261318,41	3980231,37	235,77	261318,41	3980231,37	236,42
						D	261335,60	3980206,17	235,77	261335,60	3980206,17	236,42
P11	250,00	25,00	261347,65	3980232,86	237,02	G	261339,06	3980245,45	235,72	261339,06	3980245,45	236,37
						D	261356,25	3980220,26	235,72	261356,25	3980220,26	236,37
P12	275,00	25,00	261368,31	3980246,95	236,97	G	261359,71	3980259,54	235,66	261359,71	3980259,54	236,31
						D	261376,90	3980234,35	235,66	261376,90	3980234,35	236,31
P13	300,00	25,00	261388,96	3980261,04	236,91	G	261380,36	3980273,63	235,61	261380,36	3980273,63	236,26
						D	261397,55	3980248,44	235,61	261397,55	3980248,44	236,26
P14	325,00	25,00	261409,61	3980275,13	236,86	G	261401,01	3980287,72	235,56	261401,01	3980287,72	236,21
						D	261418,20	3980262,53	235,56	261418,20	3980262,53	236,21
P15	350,00	25,00	261430,26	3980289,22	236,81	G	261421,67	3980301,81	235,51	261421,67	3980301,81	236,16
						D	261438,86	3980276,62	235,51	261438,86	3980276,62	236,16
P16	375,00	25,00	261450,91	3980303,31	236,76	G	261442,32	3980315,90	235,45	261442,32	3980315,90	236,10
						D	261459,51	3980290,71	235,45	261459,51	3980290,71	236,10
P17	400,00	25,00	261471,56	3980317,39	236,70	G	261462,97	3980329,99	235,40	261462,97	3980329,99	236,05
						D	261480,16	3980304,80	235,40	261480,16	3980304,80	236,05
P18	425,00	25,00	261492,22	3980331,48	236,65	G	261483,62	3980344,08	235,35	261483,62	3980344,08	236,00
						D	261500,81	3980318,89	235,35	261500,81	3980318,89	236,00
P19	450,00	25,00	261512,87	3980345,57	236,60	G	261504,27	3980358,17	235,30	261504,27	3980358,17	235,95
						D	261521,46	3980332,98	235,30	261521,46	3980332,98	235,95
P20	475,00	25,00	261533,52	3980359,66	236,55	G	261524,92	3980372,26	235,24	261524,92	3980372,26	235,89
						D	261542,11	3980347,07	235,24	261542,11	3980347,07	235,89
P21	500,00	25,00	261554,17	3980373,75	236,49	G	261545,58	3980386,35	235,19	261545,58	3980386,35	235,84

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

						D	261562,76	3980361,16	235,19	261562,76	3980361,16	235,84
P22	525,00	25,00	261574,91	3980387,71	236,44	G	261566,51	3980400,43	235,79	261566,51	3980400,43	235,79
						D	261583,32	3980374,98	235,14	261583,32	3980374,98	235,79
P23	550,00	25,00	261595,89	3980401,31	236,39	G	261587,69	3980414,17	235,74	261587,69	3980414,17	235,74
						D	261604,08	3980388,45	235,09	261604,08	3980388,45	235,74
P24	575,00	25,00	261617,08	3980414,57	236,34	G	261609,10	3980427,56	235,03	261609,10	3980427,56	235,68
						D	261625,06	3980401,57	235,03	261625,06	3980401,57	235,68
P25	600,00	25,00	261638,50	3980427,47	236,28	G	261630,74	3980440,60	235,63	261630,74	3980440,60	235,63
						D	261646,26	3980414,34	235,63	261646,26	3980414,34	235,63
P26	625,00	25,00	261660,12	3980440,01	236,23	G	261652,58	3980453,26	235,58	261652,58	3980453,26	235,58
						D	261667,66	3980426,75	235,58	261667,66	3980426,75	235,58
P27	650,00	25,00	261681,96	3980452,19	236,18	G	261674,64	3980465,57	234,88	261674,64	3980465,57	235,53
						D	261689,27	3980438,81	234,88	261689,27	3980438,81	235,53
P28	675,00	25,00	261703,99	3980464,00	236,13	G	261696,89	3980477,50	234,82	261696,89	3980477,50	235,47
						D	261711,08	3980450,50	234,82	261711,08	3980450,50	235,47
P29	700,00	25,00	261726,21	3980475,45	236,07	G	261719,35	3980489,06	235,42	261719,35	3980489,06	235,42
						D	261733,08	3980461,83	235,42	261733,08	3980461,83	235,42
P30	725,00	25,00	261748,63	3980486,52	236,02	G	261741,99	3980500,25	235,37	261741,99	3980500,25	235,37
						D	261755,27	3980472,79	235,37	261755,27	3980472,79	235,37
P31	750,00	25,00	261771,22	3980497,22	235,97	G	261764,81	3980511,06	234,67	261764,81	3980511,06	235,32
						D	261777,63	3980483,38	235,32	261777,63	3980483,38	235,32
P32	775,00	25,00	261793,99	3980507,54	235,92	G	261787,81	3980521,48	234,61	261787,81	3980521,48	235,26
						D	261800,17	3980493,60	234,61	261800,17	3980493,60	235,26
P33	800,00	25,00	261816,93	3980517,48	235,86	G	261810,99	3980531,52	235,21	261810,99	3980531,52	235,21
						D	261822,88	3980503,43	235,21	261822,88	3980503,43	235,21
P34	825,00	25,00	261840,03	3980527,03	235,81	G	261834,32	3980541,17	234,51	261834,32	3980541,17	235,16
						D	261845,74	3980512,89	235,16	261845,74	3980512,89	235,16
P35	850,00	25,00	261863,29	3980536,20	235,76	G	261857,82	3980550,43	235,10	261857,82	3980550,43	235,10
						D	261868,77	3980521,97	235,10	261868,77	3980521,97	235,10
P36	875,00	25,00	261886,70	3980544,98	235,70	G	261881,46	3980559,30	235,05	261881,46	3980559,30	235,05
						D	261891,94	3980530,66	235,05	261891,94	3980530,66	235,05
P37	900,00	25,00	261910,25	3980553,37	235,65	G	261905,25	3980567,78	235,00	261905,25	3980567,78	235,00
						D	261915,25	3980538,96	234,35	261915,25	3980538,96	235,00
P38	925,00	25,00	261933,94	3980561,36	235,60	G	261929,18	3980575,85	234,30	261929,18	3980575,85	234,95
						D	261938,69	3980546,88	234,30	261938,69	3980546,88	234,95
P39	950,00	25,00	261957,75	3980568,96	235,55	G	261953,24	3980583,53	234,89	261953,24	3980583,53	234,89
						D	261962,27	3980554,40	234,89	261962,27	3980554,40	234,89
P40	975,00	25,00	261981,69	3980576,16	235,49	G	261977,42	3980590,80	234,84	261977,42	3980590,80	234,84
						D	261985,96	3980561,52	234,84	261985,96	3980561,52	234,84
P41	1000,00	25,00	262005,75	3980582,97	235,44	G	262001,72	3980597,67	234,79	262001,72	3980597,67	234,79
						D	262009,78	3980568,26	234,79	262009,78	3980568,26	234,79
P42	1025,00	25,00	262029,92	3980589,37	235,39	G	262026,14	3980604,14	234,74	262026,14	3980604,14	234,74
						D	262033,70	3980574,59	234,74	262033,70	3980574,59	234,74
P43	1050,00	25,00	262054,19	3980595,36	235,34	G	262050,65	3980610,20	234,03	262050,65	3980610,20	234,68
						D	262057,72	3980580,53	234,03	262057,72	3980580,53	234,68
P44	1075,00	25,00	262078,55	3980600,95	235,28	G	262075,27	3980615,84	233,98	262075,27	3980615,84	234,63
						D	262081,84	3980586,06	233,98	262081,84	3980586,06	234,63
P45	1100,00	25,00	262103,01	3980606,13	235,23	G	262099,97	3980621,08	234,58	262099,97	3980621,08	234,58
						D	262106,05	3980591,19	234,58	262106,05	3980591,19	234,58
P46	1125,00	25,00	262127,52	3980611,08	235,18	G	262124,50	3980626,03	233,88	262124,50	3980626,03	234,53
						D	262130,53	3980596,13	233,88	262130,53	3980596,13	234,53
P47	1150,00	25,00	262152,02	3980616,02	235,13	G	262149,01	3980630,97	233,82	262149,01	3980630,97	234,47
						D	262155,04	3980601,07	233,82	262155,04	3980601,07	234,47
P48	1175,00	25,00	262176,53	3980620,96	235,07	G	262173,52	3980635,90	233,77	262173,52	3980635,90	234,42

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

						D	262179,54	3980606,01	233,77	262179,54	3980606,01	234,42
P49	1200,00	25,00	262201,04	3980625,90	235,02	G	262198,02	3980640,84	233,72	262198,02	3980640,84	234,37
						D	262204,05	3980610,95	233,72	262204,05	3980610,95	234,37
P50	1225,00	25,00	262225,54	3980630,83	234,97	G	262222,53	3980645,78	233,67	262222,53	3980645,78	234,32
						D	262228,56	3980615,89	233,67	262228,56	3980615,89	234,32
P51	1250,00	25,00	262250,05	3980635,77	234,92	G	262247,04	3980650,72	233,61	262247,04	3980650,72	234,26
						D	262253,07	3980620,83	233,61	262253,07	3980620,83	234,26
P52	1275,00	25,00	262274,56	3980640,71	234,86	G	262271,55	3980655,66	233,56	262271,55	3980655,66	234,21
						D	262277,57	3980625,76	233,56	262277,57	3980625,76	234,21
P53	1300,00	25,00	262299,07	3980645,65	234,81	G	262296,05	3980660,60	233,51	262296,05	3980660,60	234,16
						D	262302,08	3980630,70	233,51	262302,08	3980630,70	234,16
P54	1325,00	25,00	262323,57	3980650,59	234,76	G	262320,56	3980665,54	233,46	262320,56	3980665,54	234,11
						D	262326,59	3980635,64	233,46	262326,59	3980635,64	234,11
P55	1350,00	25,00	262348,08	3980655,53	234,71	G	262345,07	3980670,48	233,40	262345,07	3980670,48	234,05
						D	262351,09	3980640,58	233,40	262351,09	3980640,58	234,05
P56	1375,00	25,00	262372,59	3980660,47	234,65	G	262369,57	3980675,42	233,35	262369,57	3980675,42	234,00
						D	262375,60	3980645,52	233,35	262375,60	3980645,52	234,00
P57	1400,00	25,00	262397,09	3980665,41	234,60	G	262394,08	3980680,36	233,30	262394,08	3980680,36	233,95
						D	262400,11	3980650,46	233,30	262400,11	3980650,46	233,95
P58	1425,00	12,50	262421,60	3980670,35	234,68	G	262418,59	3980685,30	233,38	262418,59	3980685,30	234,03
						D	262424,61	3980655,40	233,38	262424,61	3980655,40	234,03

Travée N° 02 :

TABLEAU 30 : Profile en travers travée 2.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			Côté	Point extrême du profil			Point d'entrée en terre		
			X	Y	Z		X	Y	Z	X	Y	Z
P57	1400,00	12,50	262397,09	3980665,41	234,60	G	262394,08	3980680,36	233,29	262394,08	3980680,36	233,94
						D	262400,11	3980650,46	233,29	262400,11	3980650,46	233,94
P58	1425,00	25,00	262421,60	3980670,35	234,68	G	262418,59	3980685,30	233,38	262418,59	3980685,30	234,03
						D	262424,61	3980655,40	233,38	262424,61	3980655,40	234,03
P59	1450,00	25,00	262446,11	3980675,29	234,77	G	262443,10	3980690,24	233,47	262443,10	3980690,24	234,12
						D	262449,12	3980660,34	233,47	262449,12	3980660,34	234,12
P60	1475,00	25,00	262470,64	3980680,12	234,86	G	262467,81	3980695,11	234,21	262467,81	3980695,11	234,21
						D	262473,47	3980665,13	234,21	262473,47	3980665,13	234,21
P61	1500,00	25,00	262495,24	3980684,55	234,95	G	262492,66	3980699,58	234,29	262492,66	3980699,58	234,29
						D	262497,82	3980669,52	234,29	262497,82	3980669,52	234,29
P62	1525,00	25,00	262519,92	3980688,58	235,03	G	262517,59	3980703,65	233,73	262517,59	3980703,65	234,38
						D	262522,24	3980673,50	233,73	262522,24	3980673,50	234,38
P63	1550,00	25,00	262544,65	3980692,19	235,12	G	262542,58	3980707,29	233,82	262542,58	3980707,29	234,47
						D	262546,73	3980677,08	233,82	262546,73	3980677,08	234,47
P64	1575,00	25,00	262569,45	3980695,38	235,21	G	262567,62	3980710,52	234,56	262567,62	3980710,52	234,56
						D	262571,27	3980680,24	234,56	262571,27	3980680,24	234,56
P65	1600,00	25,00	262594,29	3980698,17	235,30	G	262592,72	3980713,34	234,64	262592,72	3980713,34	234,64
						D	262595,86	3980683,00	234,64	262595,86	3980683,00	234,64
P66	1625,00	25,00	262619,18	3980700,54	235,38	G	262617,86	3980715,73	234,73	262617,86	3980715,73	234,73
						D	262620,50	3980685,34	234,73	262620,50	3980685,34	234,73
P67	1650,00	25,00	262644,10	3980702,49	235,47	G	262643,04	3980717,70	234,82	262643,04	3980717,70	234,82
						D	262645,17	3980687,28	234,82	262645,17	3980687,28	234,82
P68	1675,00	25,00	262669,05	3980704,03	235,56	G	262668,24	3980719,26	234,91	262668,24	3980719,26	234,91
						D	262669,87	3980688,80	234,91	262669,87	3980688,80	234,91
P69	1700,00	25,00	262694,03	3980705,15	235,65	G	262693,47	3980720,39	234,99	262693,47	3980720,39	234,99
						D	262694,59	3980689,91	234,99	262694,59	3980689,91	234,99
P70	1725,00	25,00	262719,02	3980705,86	235,73	G	262718,72	3980721,10	235,08	262718,72	3980721,10	235,08

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

P70						D	262719,32	3980690,61	235,08	262719,32	3980690,61	235,08
P71	1750,00	25,00	262744,02	3980706,15	235,82	G	262743,97	3980721,40	235,17	262743,97	3980721,40	235,17
						D	262744,07	3980690,90	235,17	262744,07	3980690,90	235,17
P72	1775,00	25,00	262769,02	3980706,02	235,91	G	262769,22	3980721,27	235,26	262769,22	3980721,27	235,26
						D	262768,81	3980690,77	235,26	262768,81	3980690,77	235,26
P73	1800,00	25,00	262794,01	3980705,48	236,00	G	262794,47	3980720,72	235,34	262794,47	3980720,72	235,34
						D	262793,55	3980690,23	235,34	262793,55	3980690,23	235,34
P74	1825,00	25,00	262818,99	3980704,52	236,08	G	262819,70	3980719,75	235,43	262819,70	3980719,75	235,43
						D	262818,28	3980689,28	235,43	262818,28	3980689,28	235,43
P75	1850,00	25,00	262843,95	3980703,14	236,17	G	262844,92	3980718,36	235,52	262844,92	3980718,36	235,52
						D	262842,99	3980687,92	235,52	262842,99	3980687,92	235,52
P76	1875,00	25,00	262868,89	3980701,35	236,26	G	262870,11	3980716,55	235,61	262870,11	3980716,55	235,61
						D	262867,67	3980686,15	235,61	262867,67	3980686,15	235,61
P77	1900,00	25,00	262893,79	3980699,14	236,35	G	262895,26	3980714,32	235,69	262895,26	3980714,32	235,69
						D	262892,32	3980683,96	235,69	262892,32	3980683,96	235,69
P78	1925,00	25,00	262918,65	3980696,52	236,43	G	262920,38	3980711,67	235,13	262920,38	3980711,67	235,78
						D	262916,93	3980681,37	235,13	262916,93	3980681,37	235,78
P79	1950,00	25,00	262943,47	3980693,48	236,52	G	262945,45	3980708,60	235,87	262945,45	3980708,60	235,87
						D	262941,49	3980678,36	235,87	262941,49	3980678,36	235,87
P80	1975,00	25,00	262968,23	3980690,03	236,61	G	262970,46	3980705,12	235,96	262970,46	3980705,12	235,96
						D	262966,00	3980674,95	235,96	262966,00	3980674,95	235,96
P81	2000,00	25,00	262992,93	3980686,17	236,70	G	262995,41	3980701,22	236,04	262995,41	3980701,22	236,04
						D	262990,45	3980671,13	235,39	262990,45	3980671,13	236,04
P82	2025,00	25,00	263017,56	3980681,90	236,78	G	263020,29	3980696,90	235,48	263020,29	3980696,90	236,13
						D	263014,83	3980666,90	235,48	263014,83	3980666,90	236,13
P83	2050,00	25,00	263042,14	3980677,36	236,87	G	263044,91	3980692,36	236,22	263044,91	3980692,36	236,22
						D	263039,38	3980662,37	236,22	263039,38	3980662,37	236,22
P84	2075,00	25,00	263066,73	3980672,82	236,96	G	263069,50	3980687,82	236,31	263069,50	3980687,82	236,31
						D	263063,96	3980657,83	236,31	263063,96	3980657,83	236,31
P85	2100,00	25,00	263091,31	3980668,29	237,05	G	263094,08	3980683,28	236,39	263094,08	3980683,28	236,39
						D	263088,54	3980653,29	236,39	263088,54	3980653,29	236,39
P86	2125,00	25,00	263115,90	3980663,75	237,13	G	263118,67	3980678,74	236,48	263118,67	3980678,74	236,48
						D	263113,13	3980648,75	236,48	263113,13	3980648,75	236,48
P87	2150,00	25,00	263140,48	3980659,21	237,22	G	263143,25	3980674,20	236,57	263143,25	3980674,20	236,57
						D	263137,71	3980644,21	236,57	263137,71	3980644,21	236,57
P88	2175,00	25,00	263165,07	3980654,67	237,31	G	263167,84	3980669,66	236,66	263167,84	3980669,66	236,66
						D	263162,30	3980639,67	236,66	263162,30	3980639,67	236,66
P89	2200,00	25,00	263189,65	3980650,13	237,40	G	263192,42	3980665,12	236,74	263192,42	3980665,12	236,74
						D	263186,88	3980635,13	236,74	263186,88	3980635,13	236,74
P90	2225,00	25,00	263214,23	3980645,59	237,48	G	263217,00	3980660,58	236,83	263217,00	3980660,58	236,83
						D	263211,47	3980630,59	236,83	263211,47	3980630,59	236,83
P91	2250,00	25,00	263238,82	3980641,05	237,57	G	263241,59	3980656,04	236,92	263241,59	3980656,04	236,92
						D	263236,05	3980626,05	236,92	263236,05	3980626,05	236,92
P92	2275,00	25,00	263263,40	3980636,51	237,66	G	263266,17	3980651,50	237,01	263266,17	3980651,50	237,01
						D	263260,63	3980621,51	237,01	263260,63	3980621,51	237,01
P93	2300,00	25,00	263287,99	3980631,97	237,75	G	263290,76	3980646,96	237,10	263290,76	3980646,96	237,10
						D	263285,22	3980616,97	237,10	263285,22	3980616,97	237,10
P94	2325,00	25,00	263312,57	3980627,43	237,89	G	263315,34	3980642,42	237,23	263315,34	3980642,42	237,23
						D	263309,80	3980612,43	237,23	263309,80	3980612,43	237,23
P95	2350,00	25,00	263337,16	3980622,89	238,07	G	263339,93	3980637,88	237,42	263339,93	3980637,88	237,42
						D	263334,39	3980607,89	237,42	263334,39	3980607,89	237,42
P96	2375,00	25,00	263361,74	3980618,35	238,31	G	263364,51	3980633,34	237,66	263364,51	3980633,34	237,66
						D	263358,97	3980603,35	237,66	263358,97	3980603,35	237,66
P97	2400,00	25,00	263386,33	3980613,81	238,60	G	263389,09	3980628,80	237,95	263389,09	3980628,80	237,95
						D	263383,56	3980598,81	237,95	263383,56	3980598,81	237,95
P98	2425,00	25,00	263410,91	3980609,27	238,94	G	263413,68	3980624,26	238,29	263413,68	3980624,26	238,29

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

						D	263408,14	3980594,27	238,29	263408,14	3980594,27	238,29
P99	2450,00	25,00	263435,49	3980604,73	239,34	G	263438,26	3980619,72	238,69	263438,26	3980619,72	238,69
						D	263432,72	3980589,73	238,69	263432,72	3980589,73	238,69
P100	2475,00	25,00	263460,08	3980600,19	239,78	G	263462,85	3980615,19	239,13	263462,85	3980615,19	239,13
						D	263457,31	3980585,19	239,13	263457,31	3980585,19	239,13
P101	2500,00	25,00	263484,66	3980595,65	240,23	G	263487,43	3980610,65	239,58	263487,43	3980610,65	239,58
						D	263481,89	3980580,65	239,58	263481,89	3980580,65	239,58
P102	2525,00	25,00	263509,25	3980591,11	240,69	G	263512,02	3980606,11	240,03	263512,02	3980606,11	240,03
						D	263506,48	3980576,11	240,03	263506,48	3980576,11	240,03
P103	2550,00	25,00	263533,83	3980586,57	241,14	G	263536,60	3980601,57	240,48	263536,60	3980601,57	240,48
						D	263531,06	3980571,57	240,48	263531,06	3980571,57	240,48
P104	2575,00	25,00	263558,42	3980582,03	241,59	G	263561,19	3980597,03	240,94	263561,19	3980597,03	240,94
						D	263555,65	3980567,03	240,94	263555,65	3980567,03	240,94
P105	2600,00	25,00	263583,00	3980577,49	242,04	G	263585,77	3980592,49	241,39	263585,77	3980592,49	241,39
						D	263580,23	3980562,49	241,39	263580,23	3980562,49	241,39
P106	2625,00	25,00	263607,58	3980572,95	242,49	G	263610,35	3980587,95	241,84	263610,35	3980587,95	241,84
						D	263604,82	3980557,95	241,84	263604,82	3980557,95	241,84
P107	2650,00	25,00	263632,17	3980568,41	242,94	G	263634,94	3980583,41	242,29	263634,94	3980583,41	242,29
						D	263629,40	3980553,41	242,29	263629,40	3980553,41	242,29
P108	2675,00	25,00	263656,75	3980563,87	243,39	G	263659,52	3980578,87	242,74	263659,52	3980578,87	242,74
						D	263653,98	3980548,87	242,74	263653,98	3980548,87	242,74
P109	2700,00	25,00	263681,34	3980559,33	243,85	G	263684,11	3980574,33	243,19	263684,11	3980574,33	243,19
						D	263678,57	3980544,33	243,19	263678,57	3980544,33	243,19
P110	2725,00	25,00	263705,92	3980554,79	244,30	G	263708,69	3980569,79	243,64	263708,69	3980569,79	243,64
						D	263703,15	3980539,79	243,64	263703,15	3980539,79	243,64
P111	2750,00	25,00	263730,51	3980550,25	244,75	G	263733,28	3980565,25	244,10	263733,28	3980565,25	244,10
						D	263727,74	3980535,25	244,10	263727,74	3980535,25	244,10
P112	2775,00	25,00	263755,09	3980545,71	245,20	G	263757,86	3980560,71	244,55	263757,86	3980560,71	244,55
						D	263752,32	3980530,71	244,55	263752,32	3980530,71	244,55
P113	2800,00	25,00	263779,68	3980541,17	245,65	G	263782,44	3980556,17	245,00	263782,44	3980556,17	245,00
						D	263776,91	3980526,18	245,00	263776,91	3980526,18	245,00
P114	2825,00	25,00	263804,26	3980536,63	246,10	G	263807,03	3980551,63	245,45	263807,03	3980551,63	245,45
						D	263801,49	3980521,64	245,45	263801,49	3980521,64	245,45
P115	2850,00	25,00	263828,84	3980532,09	246,55	G	263831,61	3980547,09	245,90	263831,61	3980547,09	245,90
						D	263826,07	3980517,10	245,90	263826,07	3980517,10	245,90
P116	2875,00	25,00	263853,43	3980527,55	247,01	G	263856,20	3980542,55	246,35	263856,20	3980542,55	246,35
						D	263850,66	3980512,56	246,35	263850,66	3980512,56	246,35
P117	2900,00	19,97	263878,01	3980523,01	247,46	G	263880,78	3980538,01	246,81	263880,78	3980538,01	246,81
						D	263875,24	3980508,02	246,81	263875,24	3980508,02	246,81
P118	2914,95	7,47	263892,71	3980520,30	247,73	G	263895,48	3980535,29	247,07	263895,48	3980535,29	247,07
						D	263889,94	3980505,30	247,07	263889,94	3980505,30	247,07

VIII.1.4. 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 [11].

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.

VIII.2. La chaussée :

VIII.2.1. Définition

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

B- Au sens structurel : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

- **Couche de surface :** Est 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 :** 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 [12].

VIII.2.2. 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.

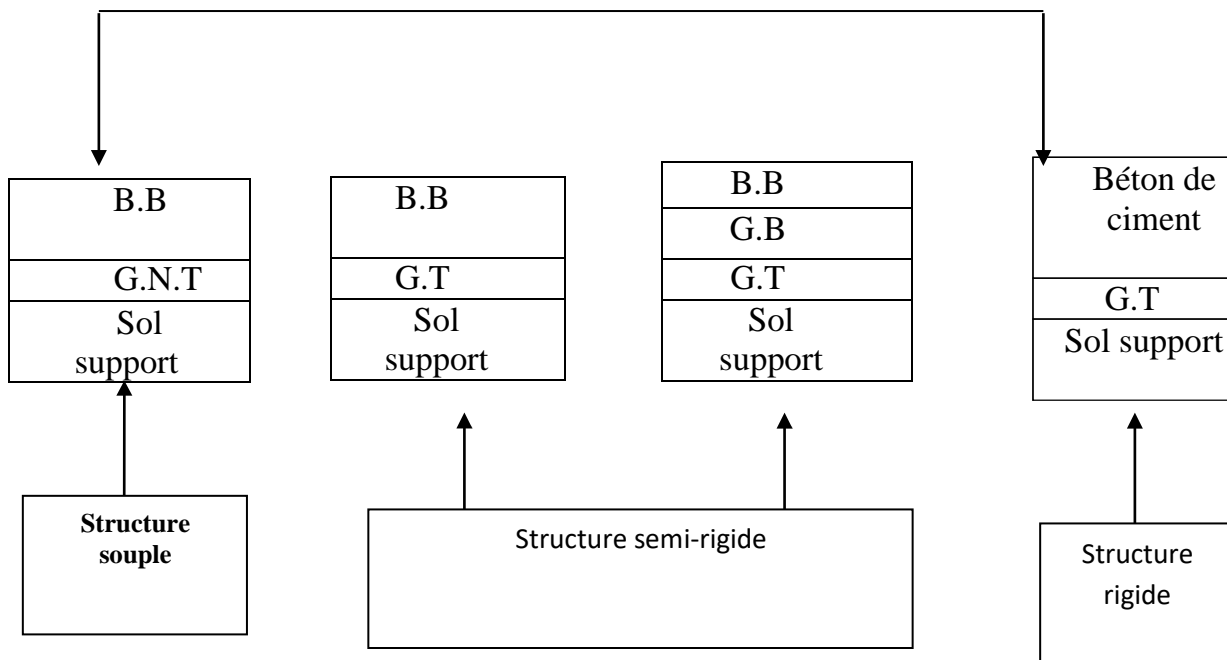


FIGURE 13: Les différentes catégories de chaussée [12].

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

VIII.3. 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.

VIII.3.1. 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 [13].

VIII.3.2. 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 [13].

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 \quad a_1 \times e_1 : \text{couche de roulement}$$

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

TABLEAU 31: Coefficient d'équivalence des matériaux [10].

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

VIII.3.3. 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 [10].

VIII.3.4. 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 [10].

VIII.3.5. 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 20^{ème} année Tj. Les caractéristiques de sol (Sj).

VIII.4. 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:

TABLEAU 32: Classe de trafic.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T1	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T2	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T3	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T4	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T5	$T > 4 \cdot 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

n : durée de vie (n = 20 ans).

VIII.5. 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:

TABLEAU 33: Classe de sol [1].

Classe de sol	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

VIII.5.1. 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:

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

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

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

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

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

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

VIII.5.2. 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

La démarche du catalogue :

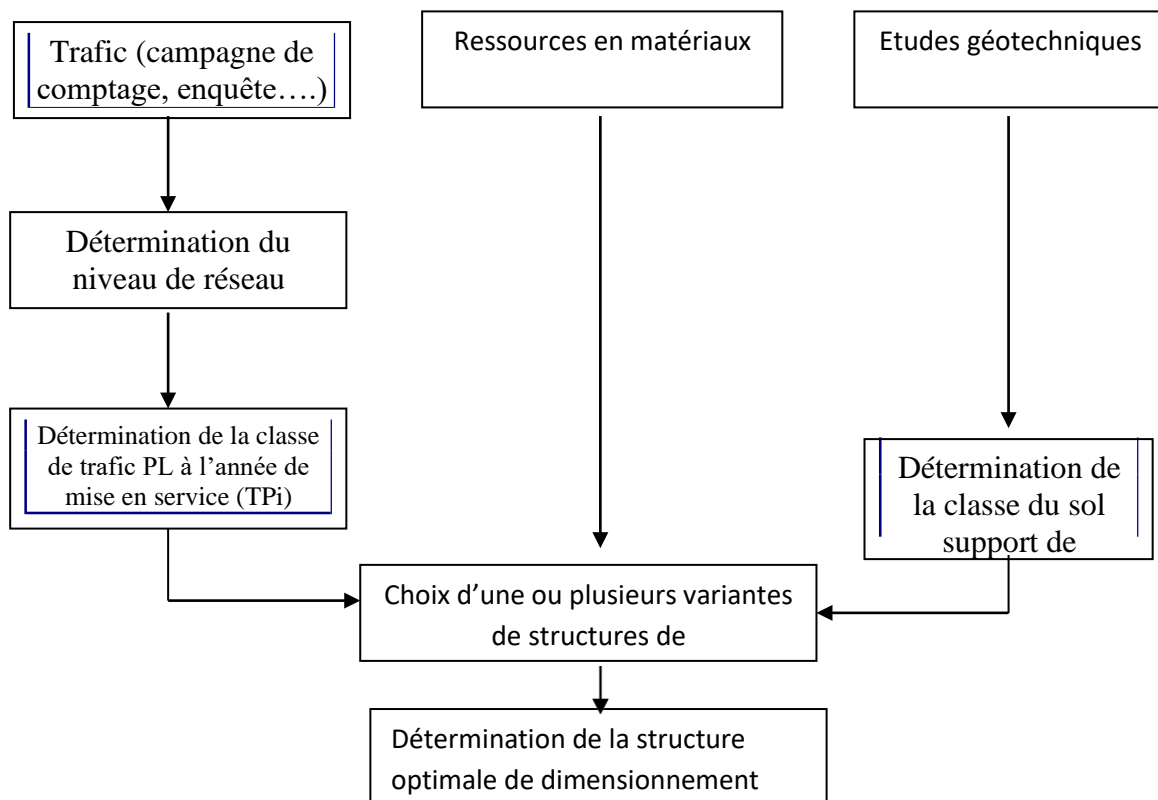


FIGURE 14: Les démarches du catalogue [14].

VIII.6. Application au projet :

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

$$TJMA_{2012} = 12500 \text{ v/j} \quad \text{avec un poids lourd} = 25\%$$

$$T_n = T_0(1+\tau)^n \rightarrow TJMA_{2016} = 12500 \times (1+0.07)^4 \rightarrow TJMA_{2016} = 16385 \text{ v/j}$$

$$T_1 = (1+0.07)^4 \times 16385 = 17531.95 \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n = (1+\tau)^n \times T_1 = (1+0.07)^{20} \times 17531.95 = 67844 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{13} \times (75 + 50 \log 67488)}{12 + 5} = 62.33 \text{ cm}$$

$$E_{eq} = 65$$

TABLEAU 34: Epaisseur du corps de chaussée

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BBME	6	2.5	15
Eme3	7	1.9	13.3
EME1	9	1	9
Eme2	8	1.2	9.6
GNT	35	0.6	21
TOTAL	65	/	67.9

Notre structure comporte :

Couche de surface :

Couche de roulement (BBME) = 6cm

Couche de liaison (EME 3) = 7cm

Couche d'assise :

Couche de base (EME 1) =9cm

Couche de fondation (GB3 Gros béton) = 8cm

Plate-forme support de chaussée :

Couche de forme (GNT graves non traitées) = 35cm

Sol support

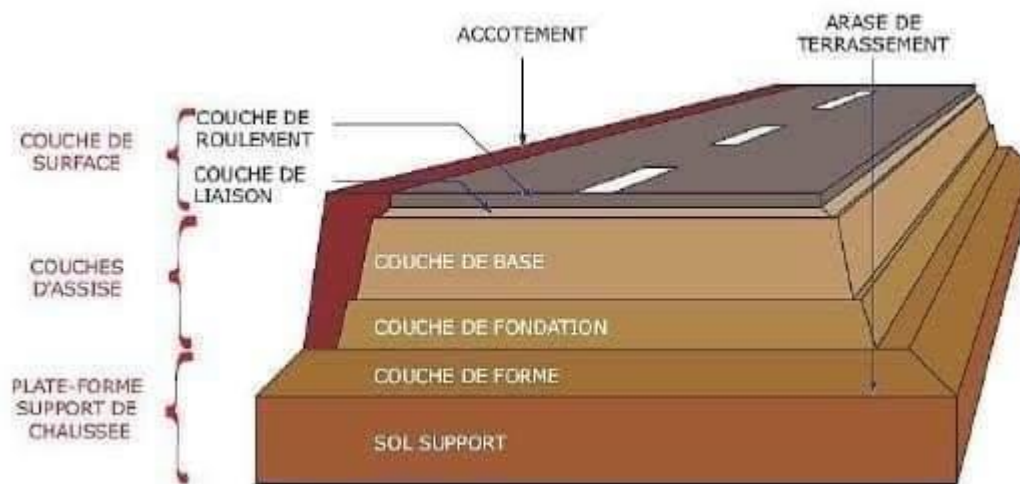


FIGURE 15: Corps de chaussée

Chapitre IX

CUBATURE

IX.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.

IX.2. Méthode de calcul :

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

Description de la méthode

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

$$V = \frac{h}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

H : hauteur entre deux profils.

S₀ : surface limitée à mi- distances des profils. S₁, S₂ : surface des deux profils. [15]

Application :

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

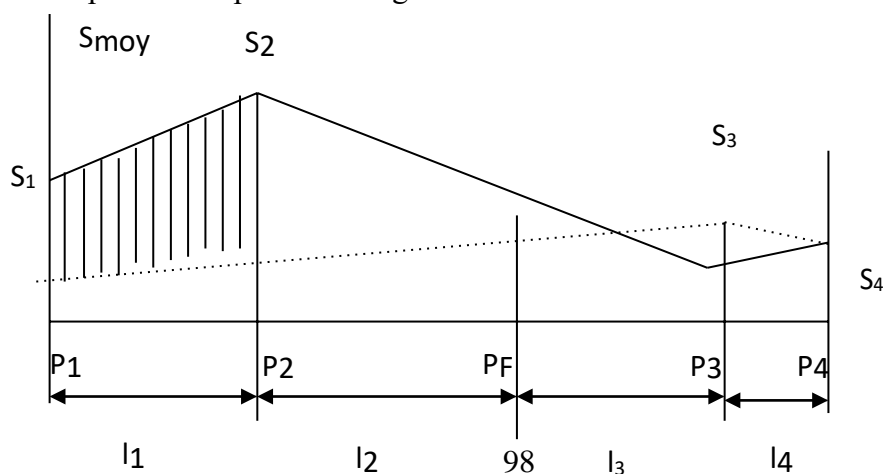


FIGURE 16 : Surfaces de cubature [15]

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1, S2 sera égale à :

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

Pour un calcul plus simple on à considérer que : $S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

D'ou :

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

Entre P1 et P2 $\Rightarrow V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

Entre P2 et PF $\Rightarrow V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_2 + 0)}{2}$

Entre PF et P3 $\Rightarrow V_3 = L_3 \cdot \frac{(0 + S_3)}{2}$

Le volume total V:

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

Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS. Les étapes à respecter pour réaliser cette opération sont :

Méthode 1 (commande Covadis) :

- Mntchargement (pour mnt)
- Genpl (pour dessiner le profil en long)
- Plpro (pour dessiner la ligne rouge du profil en long)
- Racci (pour le raccordement circulaire du profil en long)
- Remp (pour le remplissage des cartouches)
- Genty (pour créer des profils en travers types)
- Cfgpt (pour affecter les profils types)
- Simul (pour le calcul de cubature)
- Genpt (pour dessiner les profils en travers courants)

Méthode 2 : (utilisation du Menu Covadis)

Utilisation des fenêtres « menu » du logiciel COVADIS

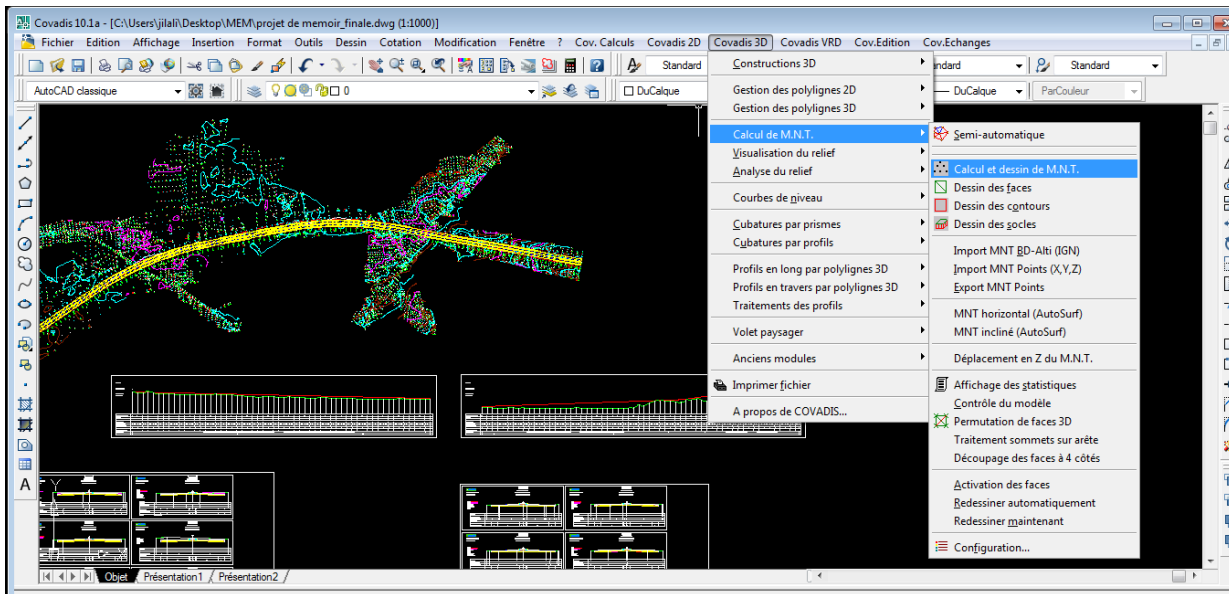


FIGURE 17: Les étapes de calcul de cubature sous COVADIS.

IX.3. Tableau de Cubature :

IX.3.1. Travée 1 (P1/P58) :

TABLEAU 35: Déblai et remblai travée 1

Profil n°	Abscisse	Longueur d'app	Déblais (dans l'emprise de la ligne Projet)			Remblais (dans l'emprise de la ligne Projet)		
			Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	12,50	13,45	168,17	168,17	0,02	0,20	0,20
P2	25,00	25,00	8,80	220,07	388,24	0,50	12,57	12,76
P3	50,00	25,00	5,38	134,41	522,65	0,82	20,46	33,23
P4	75,00	25,00	25,74	643,53	1166,19	0,00	0,00	33,23
P5	100,00	25,00	10,91	272,86	1439,04	0,21	5,28	38,50
P6	125,00	25,00	2,23	55,72	1494,76	1,83	45,72	84,22
P7	150,00	25,00	2,14	53,44	1548,20	1,68	41,95	126,18
P8	175,00	25,00	1,25	31,20	1579,40	2,42	60,50	186,67
P9	200,00	25,00	1,01	25,18	1604,58	3,42	85,59	272,26
P10	225,00	25,00	0,23	5,86	1610,43	5,94	148,47	420,73
P11	250,00	25,00	1,33	33,23	1643,66	3,34	83,47	504,20
P12	275,00	25,00	1,38	34,41	1678,07	2,99	74,76	578,95
P13	300,00	25,00	1,35	33,73	1711,80	3,79	94,72	673,67
P14	325,00	25,00	1,05	26,24	1738,03	5,87	146,85	820,52

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

P15	350,00	25,00	1,37	34,37	1772,40	3,35	83,65	904,17
P16	375,00	25,00	6,02	150,58	1922,99	0,70	17,48	921,65
P17	400,00	25,00	10,20	254,90	2177,88	0,23	5,67	927,32
P18	425,00	25,00	6,98	174,42	2352,31	0,64	15,97	943,29
P19	450,00	25,00	3,49	87,14	2439,44	1,16	28,89	972,19
P20	475,00	25,00	2,55	63,67	2503,11	1,58	39,55	1011,74
P21	500,00	25,00	1,95	48,74	2551,85	2,09	52,29	1064,03
P22	525,00	25,00	0,24	5,93	2557,78	7,03	175,71	1239,74
P23	550,00	25,00	0,00	0,00	2557,78	9,54	238,59	1478,33
P24	575,00	25,00	0,00	0,00	2557,78	13,57	339,33	1817,67
P25	600,00	25,00	0,00	0,00	2557,78	20,45	511,18	2328,85
P26	625,00	25,00	0,00	0,00	2557,78	15,38	384,47	2713,32
P27	650,00	25,00	0,05	1,23	2559,00	8,75	218,73	2932,05
P28	675,00	25,00	0,01	0,34	2559,35	10,05	251,17	3183,22
P29	700,00	25,00	0,00	0,00	2559,35	10,99	274,82	3458,04
P30	725,00	25,00	0,00	0,00	2559,35	12,31	307,84	3765,88
P31	750,00	25,00	0,29	7,32	2566,67	5,12	127,95	3893,83
P32	775,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	11,36	283,95	4177,78
P33	800,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	12,04	301,10	4478,87
P34	825,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	17,00	425,10	4903,97
P35	850,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	17,55	438,67	5342,64
P36	875,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	15,04	376,00	5718,64
P37	900,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	9,45	236,36	5955,00
P38	925,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	11,08	276,94	6231,94
P39	950,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	11,96	299,12	6531,06
P40	975,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	12,75	318,68	6849,75
P41	1000,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	11,92	297,91	7147,66
P42	1025,00	25,00	0,00	0,00	2566,67	10,23	255,66	7403,32
P43	1050,00	25,00	0,00	0,11	2566,78	8,81	220,17	7623,49
P44	1075,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	18,93	473,17	8096,66
P45	1100,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	21,15	528,63	8625,29
P46	1125,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	18,56	464,07	9089,35
P47	1150,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	15,23	380,71	9470,06
P48	1175,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	13,72	342,91	9812,97
P49	1200,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	15,14	378,52	10191,49
P50	1225,00	25,00	0,00	0,00	2566,78	12,12	302,90	10494,39
P51	1250,00	25,00	0,78	19,45	2586,23	6,37	159,15	10653,54
P52	1275,00	25,00	1,90	47,39	2633,62	2,94	73,39	10726,93
P53	1300,00	25,00	1,05	26,29	2659,92	2,12	53,03	10779,96
P54	1325,00	25,00	2,35	58,80	2718,72	2,98	74,40	10854,36
P55	1350,00	25,00	4,23	105,72	2824,44	1,89	47,13	10901,49

P56	1375,00	25,00	1,57	39,25	2863,69	3,10	77,48	10978,96
P57	1400,00	25,00	0,40	9,89	2873,58	4,47	111,77	11090,73
P58	1425,00	12,50	1,35	16,86	2890,44	3,88	48,55	11139,29

Volume cumulé de déblai = **12890.438m³**

Volume cumulé de Remblai = **11139.285m³**

IX.3.2. Travée 2 (P57/P118) :

TABLEAU 36: Déblai et remblai travée 2.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'app	Déblais (dans l'emprise de la ligne Projet)			Remblais (dans l'emprise de la ligne Projet)		
			Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P57	1400,00	12,50	0,42	5,22	5,22	4,38	54,70	54,70
P58	1425,00	25,00	1,31	32,73	37,95	3,96	98,93	153,64
P59	1450,00	25,00	0,00	0,00	37,95	9,09	227,36	381,00
P60	1475,00	25,00	0,00	0,00	37,95	12,87	321,85	702,85
P61	1500,00	25,00	0,00	0,00	37,95	15,85	396,34	1099,19
P62	1525,00	25,00	0,00	0,00	37,95	16,36	409,09	1508,28
P63	1550,00	25,00	0,00	0,00	37,95	20,27	506,77	2015,04
P64	1575,00	25,00	0,00	0,00	37,95	28,81	720,21	2735,26
P65	1600,00	25,00	0,00	0,00	37,95	25,69	642,20	3377,46
P66	1625,00	25,00	0,00	0,00	37,95	30,11	752,63	4130,09
P67	1650,00	25,00	0,00	0,00	37,95	36,87	921,79	5051,89
P68	1675,00	25,00	0,00	0,00	37,95	41,15	1028,68	6080,57
P69	1700,00	25,00	0,00	0,00	37,95	43,32	1083,00	7163,56
P70	1725,00	25,00	0,00	0,00	37,95	46,69	1167,19	8330,75
P71	1750,00	25,00	0,00	0,00	37,95	42,71	1067,63	9398,37
P72	1775,00	25,00	0,00	0,00	37,95	49,49	1237,19	10635,56
P73	1800,00	25,00	0,00	0,00	37,95	57,91	1447,66	12083,22
P74	1825,00	25,00	0,00	0,00	37,95	58,75	1468,66	13551,88
P75	1850,00	25,00	0,00	0,00	37,95	52,70	1317,59	14869,48
P76	1875,00	25,00	0,00	0,00	37,95	59,56	1489,07	16358,55
P77	1900,00	25,00	0,00	0,00	37,95	66,75	1668,79	18027,33
P78	1925,00	25,00	0,00	0,00	37,95	69,78	1744,55	19771,89
P79	1950,00	25,00	0,00	0,00	37,95	70,19	1754,72	21526,60
P80	1975,00	25,00	0,00	0,00	37,95	69,82	1745,58	23272,18
P81	2000,00	25,00	0,00	0,00	37,95	78,49	1962,18	25234,36
P82	2025,00	25,00	0,00	0,00	37,95	80,08	2002,09	27236,44
P83	2050,00	25,00	0,00	0,00	37,95	77,69	1942,21	29178,66
P84	2075,00	25,00	0,00	0,00	37,95	77,15	1928,74	31107,40

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

P85	2100,00	25,00	0,00	0,00	37,95	79,63	1990,72	33098,12
P86	2125,00	25,00	0,00	0,00	37,95	77,36	1934,11	35032,23
P87	2150,00	25,00	0,00	0,00	37,95	44,22	1105,44	36137,67
P88	2175,00	25,00	0,00	0,00	37,95	55,49	1387,16	37524,82
P89	2200,00	25,00	0,36	8,92	46,87	16,87	421,87	37946,69
P90	2225,00	25,00	7,72	193,00	239,87	1,54	38,43	37985,13
P91	2250,00	25,00	9,38	234,38	474,25	0,19	4,68	37989,80
P92	2275,00	25,00	8,21	205,30	679,55	0,66	16,48	38006,28
P93	2300,00	25,00	4,63	115,63	795,18	4,14	103,42	38109,70
P94	2325,00	25,00	0,07	1,86	797,04	13,29	332,29	38441,99
P95	2350,00	25,00	0,00	0,00	797,04	25,86	646,43	39088,42
P96	2375,00	25,00	5,73	143,28	940,32	10,12	252,93	39341,35
P97	2400,00	25,00	1,91	47,81	988,13	11,33	283,25	39624,60
P98	2425,00	25,00	4,54	113,58	1101,71	10,37	259,29	39883,89
P99	2450,00	25,00	0,00	0,00	1101,71	31,15	778,66	40662,55
P100	2475,00	25,00	0,00	0,00	1101,71	58,79	1469,68	42132,23
P101	2500,00	25,00	0,00	0,00	1101,71	43,61	1090,22	43222,45
P102	2525,00	25,00	0,00	0,00	1101,71	28,63	715,73	43938,18
P103	2550,00	25,00	0,00	0,01	1101,71	22,78	569,38	44507,56
P104	2575,00	25,00	0,97	24,18	1125,90	18,91	472,71	44980,27
P105	2600,00	25,00	7,19	179,86	1305,75	6,29	157,26	45137,54
P106	2625,00	25,00	3,44	85,89	1391,65	6,72	168,01	45305,54
P107	2650,00	25,00	24,15	603,65	1995,29	0,00	0,00	45305,54
P108	2675,00	25,00	59,45	1486,22	3481,52	0,00	0,00	45305,54
P109	2700,00	25,00	95,93	2398,21	5879,73	0,00	0,00	45305,54
P110	2725,00	25,00	103,88	2597,07	8476,80	0,00	0,00	45305,54
P111	2750,00	25,00	102,30	2557,52	11034,32	0,00	0,00	45305,54
P112	2775,00	25,00	87,71	2192,86	13227,18	0,00	0,00	45305,54
P113	2800,00	25,00	68,80	1720,11	14947,29	0,00	0,00	45305,54
P114	2825,00	25,00	59,69	1492,18	16439,47	0,00	0,00	45305,54
P115	2850,00	25,00	45,76	1144,00	17583,46	0,00	0,00	45305,54
P116	2875,00	25,00	28,38	709,38	18292,84	0,00	0,00	45305,54
P117	2900,00	19,97	13,68	273,18	18566,02	0,09	1,82	45307,36
P118	2914,95	7,47	14,30	106,88	18672,90	0,04	0,28	45307,64

Volume cumulé de déblai = **18672.900m³**

Volume cumulé de Remblai = **15307.640m³**

Pour le calcul des cubatures on a utilisé le logiciel Covadis 10.1, les résultats sont illustrés suivants :

Volume cumulé de Déblai totale : 31563.338 (m³)

Volume cumulé de Remblai totale : 26446.925 (m³)

Excès de Déblai : 5116.413 (m³)

Chapitre X

IMPLANTATION

X.1. Définition :

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

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

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

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

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

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

Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

X.2. Implantation planimétrique des sommets des alignements:

X.2.1. A-Par rayonnement :

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

X.2.2. Par intersection :

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

X.2.3. Par coordonnées polaires :

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

X.3. Implantation de courbes :

X.3.1. Raccordement circulaire :

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

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

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

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

Méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente :

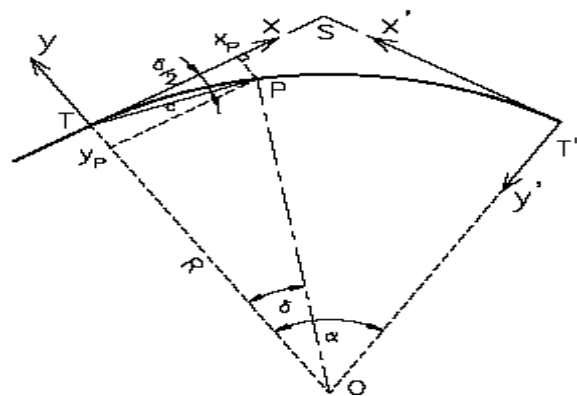


FIGURE 18: Implantation sur la tangente.

- Par abscisses et ordonnées sur la corde ; Origine : point de tangence
Origine : milieu de la corde
- Par coordonnées polaires.

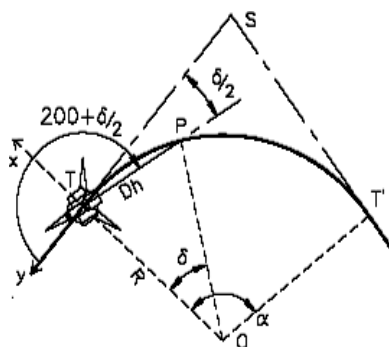


FIGURE 19: Coordonnées polaires.

X.3.2. Raccordement progressif :

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

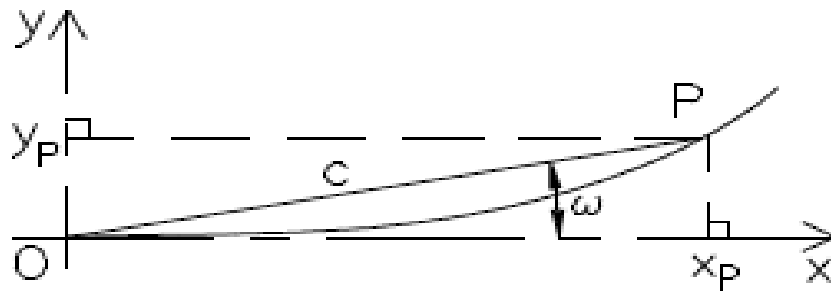


FIGURE 20: Méthode d'implantation.

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

- Piquetage par coordonnées Polaires

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

Travée 1 (P1/P58) :

Tableau 37: implantation travée 1.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application			Altitude		Point d'axe	
		Avant	Après	Total	TN	Projet	X	Y
P1	0,00	0,00	12,50	12,50	237,55	237,55	261141,14	3980091,96
P2	25,00	12,50	12,50	25,00	237,33	237,49	261161,79	3980106,05
P3	50,00	12,50	12,50	25,00	237,17	237,44	261182,44	3980120,14
P4	75,00	12,50	12,50	25,00	237,83	237,39	261203,10	3980134,23
P5	100,00	12,50	12,50	25,00	237,27	237,34	261223,75	3980148,32
P6	125,00	12,50	12,50	25,00	236,87	237,28	261244,40	3980162,41
P7	150,00	12,50	12,50	25,00	236,83	237,23	261265,05	3980176,50
P8	175,00	12,50	12,50	25,00	236,72	237,18	261285,70	3980190,59
P9	200,00	12,50	12,50	25,00	236,60	237,13	261306,35	3980204,68
P10	225,00	12,50	12,50	25,00	236,45	237,07	261327,00	3980218,77
P11	250,00	12,50	12,50	25,00	236,51	237,02	261347,66	3980232,86
P12	275,00	12,50	12,50	25,00	236,49	236,97	261368,31	3980246,95
P13	300,00	12,50	12,50	25,00	236,42	236,91	261388,96	3980261,04
P14	325,00	12,50	12,50	25,00	236,23	236,86	261409,61	3980275,13
P15	350,00	12,50	12,50	25,00	236,34	236,81	261430,26	3980289,22
P16	375,00	12,50	12,50	25,00	236,52	236,76	261450,91	3980303,31
P17	400,00	12,50	12,50	25,00	236,63	236,70	261471,56	3980317,40
P18	425,00	12,50	12,50	25,00	236,44	236,65	261492,22	3980331,48
P19	450,00	12,50	12,50	25,00	236,25	236,60	261512,87	3980345,57
P20	475,00	12,50	12,50	25,00	236,16	236,55	261533,52	3980359,66
P21	500,00	12,50	12,50	25,00	236,06	236,49	261554,17	3980373,75
P22	525,00	12,50	12,50	25,00	235,80	236,44	261574,91	3980387,71
P23	550,00	12,50	12,50	25,00	235,65	236,39	261595,89	3980401,31
P24	575,00	12,50	12,50	25,00	235,47	236,34	261617,08	3980414,57
P25	600,00	12,50	12,50	25,00	235,16	236,28	261638,50	3980427,47
P26	625,00	12,50	12,50	25,00	235,30	236,23	261660,12	3980440,01
P27	650,00	12,50	12,50	25,00	235,45	236,18	261681,96	3980452,19
P28	675,00	12,50	12,50	25,00	235,37	236,13	261703,99	3980464,00
P29	700,00	12,50	12,50	25,00	235,27	236,07	261726,21	3980475,45
P30	725,00	12,50	12,50	25,00	235,13	236,02	261748,63	3980486,52
P31	750,00	12,50	12,50	25,00	235,35	235,97	261771,22	3980497,22
P32	775,00	12,50	12,50	25,00	235,07	235,92	261793,99	3980507,54
P33	800,00	12,50	12,50	25,00	234,99	235,86	261816,93	3980517,48
P34	825,00	12,50	12,50	25,00	234,83	235,81	261840,03	3980527,03
P35	850,00	12,50	12,50	25,00	234,76	235,76	261863,29	3980536,20
P36	875,00	12,50	12,50	25,00	234,79	235,71	261886,70	3980544,98
P37	900,00	12,50	12,50	25,00	235,02	235,65	261910,25	3980553,37
P38	925,00	12,50	12,50	25,00	234,90	235,60	261933,94	3980561,36
P39	950,00	12,50	12,50	25,00	234,77	235,55	261957,75	3980568,96
P40	975,00	12,50	12,50	25,00	234,70	235,49	261981,69	3980576,17
P41	1000,00	12,50	12,50	25,00	234,63	235,44	262005,75	3980582,97
P42	1025,00	12,50	12,50	25,00	234,61	235,39	262029,92	3980589,37
P43	1050,00	12,50	12,50	25,00	234,61	235,34	262054,19	3980595,36
P44	1075,00	12,50	12,50	25,00	234,22	235,28	262078,55	3980600,95
P45	1100,00	12,50	12,50	25,00	234,11	235,23	262103,01	3980606,14
P46	1125,00	12,50	12,50	25,00	234,16	235,18	262127,52	3980611,08

P47	1150,00	12,50	12,50	25,00	234,28	235,13	262152,02	3980616,02
P48	1175,00	12,50	12,50	25,00	234,26	235,07	262176,53	3980620,96
P49	1200,00	12,50	12,50	25,00	234,10	235,02	262201,04	3980625,90
P50	1225,00	12,50	12,50	25,00	234,10	234,97	262225,55	3980630,84
P51	1250,00	12,50	12,50	25,00	234,29	234,92	262250,05	3980635,78
P52	1275,00	12,50	12,50	25,00	234,44	234,86	262274,56	3980640,71
P53	1300,00	12,50	12,50	25,00	234,43	234,81	262299,07	3980645,65
P54	1325,00	12,50	12,50	25,00	234,31	234,76	262323,57	3980650,59
P55	1350,00	12,50	12,50	25,00	234,31	234,71	262348,08	3980655,53
P56	1375,00	12,50	12,50	25,00	234,18	234,65	262372,59	3980660,47
P57	1400,00	12,50	12,50	25,00	234,08	234,60	262397,10	3980665,41
P58	1425,00	12,50	0,00	12,50	234,16	234,68	262421,60	3980670,35

Travée 2 (P57/P118) :

Tableau 38: implantation travée 2.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application			Altitude		Point d'axe	
		Avant	Après	Total	TN	Projet	X	Y
P57	1400,00	0,00	12,50	12,50	234,08	234,60	262397,10	3980665,41
P58	1425,00	12,50	12,50	25,00	234,16	234,68	262421,60	3980670,35
P59	1450,00	12,50	12,50	25,00	234,07	234,77	262446,11	3980675,29
P60	1475,00	12,50	12,50	25,00	234,03	234,86	262470,64	3980680,12
P61	1500,00	12,50	12,50	25,00	234,02	234,95	262495,24	3980684,55
P62	1525,00	12,50	12,50	25,00	234,13	235,03	262519,92	3980688,58
P63	1550,00	12,50	12,50	25,00	234,07	235,12	262544,65	3980692,19
P64	1575,00	12,50	12,50	25,00	233,83	235,21	262569,45	3980695,38
P65	1600,00	12,50	12,50	25,00	234,03	235,30	262594,29	3980698,17
P66	1625,00	12,50	12,50	25,00	233,95	235,38	262619,18	3980700,54
P67	1650,00	12,50	12,50	25,00	233,83	235,47	262644,10	3980702,49
P68	1675,00	12,50	12,50	25,00	233,79	235,56	262669,06	3980704,03
P69	1700,00	12,50	12,50	25,00	233,81	235,65	262694,03	3980705,15
P70	1725,00	12,50	12,50	25,00	233,78	235,73	262719,02	3980705,86
P71	1750,00	12,50	12,50	25,00	234,00	235,82	262744,02	3980706,15
P72	1775,00	12,50	12,50	25,00	233,89	235,91	262769,02	3980706,02
P73	1800,00	12,50	12,50	25,00	233,68	236,00	262794,01	3980705,48
P74	1825,00	12,50	12,50	25,00	233,67	236,08	262818,99	3980704,52
P75	1850,00	12,50	12,50	25,00	234,10	236,17	262843,95	3980703,14
P76	1875,00	12,50	12,50	25,00	233,89	236,26	262868,89	3980701,35
P77	1900,00	12,50	12,50	25,00	233,72	236,35	262893,79	3980699,14
P78	1925,00	12,50	12,50	25,00	233,70	236,43	262918,65	3980696,52
P79	1950,00	12,50	12,50	25,00	233,83	236,52	262943,47	3980693,48
P80	1975,00	12,50	12,50	25,00	233,98	236,61	262968,23	3980690,03
P81	2000,00	12,50	12,50	25,00	233,70	236,70	262992,93	3980686,17
P82	2025,00	12,50	12,50	25,00	233,71	236,78	263017,56	3980681,90
P83	2050,00	12,50	12,50	25,00	233,89	236,87	263042,14	3980677,37
P84	2075,00	12,50	12,50	25,00	233,98	236,96	263066,73	3980672,83
P85	2100,00	12,50	12,50	25,00	234,01	237,05	263091,31	3980668,29
P86	2125,00	12,50	12,50	25,00	234,09	237,13	263115,90	3980663,75
P87	2150,00	12,50	12,50	25,00	235,42	237,22	263140,48	3980659,21
P88	2175,00	12,50	12,50	25,00	235,20	237,31	263165,07	3980654,67

Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante reliant Mostaganem à l'autoroute Est-Ouest

P89	2200,00	12,50	12,50	25,00	236,50	237,40	263189,65	3980650,13
P90	2225,00	12,50	12,50	25,00	237,41	237,48	263214,24	3980645,59
P91	2250,00	12,50	12,50	25,00	237,51	237,57	263238,82	3980641,05
P92	2275,00	12,50	12,50	25,00	237,43	237,66	263263,40	3980636,51
P93	2300,00	12,50	12,50	25,00	237,30	237,75	263287,99	3980631,97
P94	2325,00	12,50	12,50	25,00	237,01	237,89	263312,57	3980627,43
P95	2350,00	12,50	12,50	25,00	236,68	238,07	263337,16	3980622,89
P96	2375,00	12,50	12,50	25,00	237,91	238,31	263361,74	3980618,35
P97	2400,00	12,50	12,50	25,00	237,81	238,60	263386,33	3980613,81
P98	2425,00	12,50	12,50	25,00	238,33	238,95	263410,91	3980609,27
P99	2450,00	12,50	12,50	25,00	237,81	239,34	263435,49	3980604,73
P100	2475,00	12,50	12,50	25,00	237,36	239,78	263460,08	3980600,19
P101	2500,00	12,50	12,50	25,00	238,36	240,23	263484,66	3980595,65
P102	2525,00	12,50	12,50	25,00	239,35	240,69	263509,25	3980591,11
P103	2550,00	12,50	12,50	25,00	240,09	241,14	263533,83	3980586,57
P104	2575,00	12,50	12,50	25,00	240,57	241,59	263558,42	3980582,03
P105	2600,00	12,50	12,50	25,00	241,71	242,04	263583,00	3980577,49
P106	2625,00	12,50	12,50	25,00	241,98	242,49	263607,59	3980572,95
P107	2650,00	12,50	12,50	25,00	243,35	242,94	263632,17	3980568,41
P108	2675,00	12,50	12,50	25,00	244,94	243,39	263656,75	3980563,87
P109	2700,00	12,50	12,50	25,00	246,66	243,85	263681,34	3980559,33
P110	2725,00	12,50	12,50	25,00	247,26	244,30	263705,92	3980554,79
P111	2750,00	12,50	12,50	25,00	247,71	244,75	263730,51	3980550,25
P112	2775,00	12,50	12,50	25,00	247,69	245,20	263755,09	3980545,71
P113	2800,00	12,50	12,50	25,00	247,43	245,65	263779,68	3980541,17
P114	2825,00	12,50	12,50	25,00	247,61	246,10	263804,26	3980536,63
P115	2850,00	12,50	12,50	25,00	247,52	246,56	263828,84	3980532,09
P116	2875,00	12,50	12,50	25,00	247,45	247,01	263853,43	3980527,55
P117	2900,00	12,50	7,47	19,97	247,43	247,46	263878,01	3980523,01
P118	2914,95	7,47	0,00	7,47	247,73	247,73	263892,71	3980520,30

CHAPITRE XI

ASSAINISSEMENT

XI.1. Introduction :

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

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

L'eau est le premier ennemi de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (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).
- ✓ Dés enrobage.
- ✓ 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 inventorient 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 [16].

XI.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) [16].

XI.3. Définitions :

XI.3.1. 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 [17].

XI.3.2. 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 % [17].

XI.3.3. 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 [17].

XI.3.4. 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 [17].

XI.3.5. Fossé de pied de talus de remblai :

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

- 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
- 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 amélioré le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliore la sécurité.

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau [17].

XI.3.6. Descentes d'eau :

Dans les sections de route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varie entre 30 m et 40 m [18].

XI.3.7. 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 [18].

XI.3.8. 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 [18].

Chapitre XII

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XII.1. SIGNALISATION :

XII.1.1. DEFINITION :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à la sécurité des usagers de la route ,soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions ,soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements [15].

XII.1.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

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.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police [15].

XII.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'utilisateur [19].

XII.1.4. les types de signalisation :

On distingue les types de signalisation :

a) Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme [20].

- **Signalisation avancée :**

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

- **Signalisation de position :**

Le signale de type B2 arrêt obligation est placé sur la route ou les usages doivent marquer l'arrêt.

Exemple de signalisations verticales :

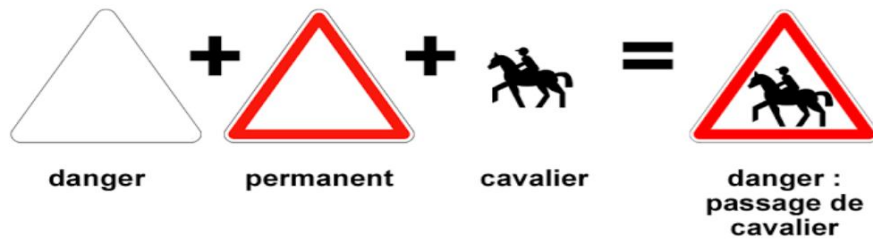


FIGURE 21 : Signalisation verticales (Panneau de danger).

b) Signalisation horizontale :

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indique aux usagers quel comportement adopter à ces endroits on distingue plusieurs types de marquage :

Ligne continue :

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdit. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage) [20].

Ligne discontinue :

Dépassement et changement de voie autorisée.

Ligne d'avertissement:

Annonce une ligne continue .des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.

Flèche de rabattement :

Indiquer la voie dans laquelle il faut se.

La Ligne mixte :

Peut être franchie par le conducteur situé da la ligne discontinue.

Ligne de rive trait :

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

Flèche directionnelles :

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions [20].

XII.1.5. Application au projet:

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

- **Signalisation horizontale :**

- ✓ Lignes continues.
- ✓ Lignes discontinues.
- ✓ Ligne de rive trait.

- **Signalisation verticale :**

- ✓ Panneaux de signalisation.
- ✓ Glissière en bétons.
- ✓ Séparation en bétons.

XII.2. ECLAIRAGE

XII.2.1. Introduction

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

XII.2.2. Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

Catégorie **A** : éclairage général d'une route ou autoroute.

Catégorie **B** : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).

Catégorie **C** : éclairage des voies dessertes.

Catégorie **D** : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé [21].

XII.2.3. Paramètre de l'implantation des luminaires :

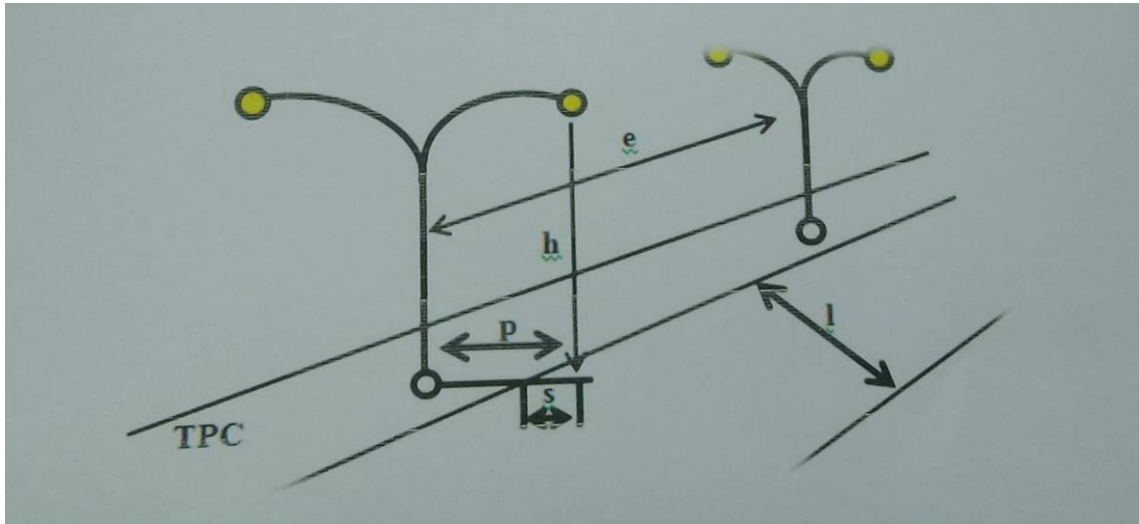


Figure 22: Paramètre de l'implantation [21].

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

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

l : la largeur (l) de la chaussée.

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

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

Devis Quantitatif et Estimatif

TABLEAU 39 : Devis Quantitatif et Estimatif du projet

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Quantité.	Prix U	Montant	
1	Déblais mise-en dépôt	m3	31563.338	500	15781669	
2	Remblai mis-en d'emprunt	m3	26446.925	700	18512847	
3	Couche de fondation en GB 8 cm, y/c le transport la manutention l'épilage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	m3	2863.25	1000	2863250	
4	Couche de base EME 9cm, y/c le transport la manutention l'épilage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises	m3	2863.25	1600	4581200	
6	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	T	8557.92	6000	51347520	
7	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 60cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	m3	2545.12	1000	2545120	
8	Couche de forme en Graves Non Traitées 35cm	m³	20489.67	1500	30734505	
9	Panneaux de signalisation verticale	Grand	U	2	8000	16000
		Petit	U	8	500	4000
10	Peinture de signalisation horizontale Continue/discontinue/rive trait	ML	13584	70	950880	
11	Réalisation d'un de fossé bétonné	ML	943.33	3000	2829990	
12	Bordure (4 ligne)	m³	280	418.125	117075	
DIX-SEPT MILLION TROIS CENT QUATRE-VINGT-DOUZE MILLE NEUF CENT CINQUANTE-DEUX DINARS ET SOIXANTE –DIX-HUIT CENTIMES.					PRIX HT	14615845.8
					TVA 19%	2777106.98
					PRIX TTC	17392952.78

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

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

Comme tout ouvrage digne de ce nom, une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à donner à l'utilisateur et au voisin une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté.

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.

On peut dire que pour une étude de route, trois points sont à prendre en compte (la conception, l'économie, l'esthétique).

Ce projet de fin d'étude nous a offert également l'opportunité d'exercer et mettre en pratique nos connaissances acquises au cours de notre cursus de formation pour la finalisation de notre 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 AUTOCAD et COVADIS.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier.

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

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : Etudes générales technique et économique des aménagements routiers. (B40 normes techniques d'aménagements des routes).
- [2] : M, Faucon. Développement durable. Lyon : 1997
- [3] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Mostaganem
- [4] : Direction des travaux publics DTP de Mostaganem
- [5] : B, Metral ; C, Florent. Etude technique du projet routière. Université de Lyon: 2003.
- [6] : Djelti, Abdelkader Zakaria ; Hattou, Mohammed. Etude de la réhabilitation du chemin de wilaya CW54.mémoire d'ingénieur. Tlemcen : juillet 2009.pp 12-80 p86.
- [7] : Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris.
- [8] : LCPC ; SETRA. Guide technique ; Conception et dimensionnement des structures de chaussées. Paris : Bagnaux, décembre 1994.p250.
- [9] : SETRA ; ICTAAL. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison. Paris : Bagnaux, 2000. p55.
- [10] : LCPC ; SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2ème édition. Paris: Bagnaux, juillet 2000.pp 1-84 p 102.
- [11] : Djelti, Abdelkader Zakaria ; Hattou, Mohammed. Etude de la réhabilitation du chemin de wilaya CW54.mémoire d'ingénieur. Tlemcen : juillet 2009.pp 12-80 p86.
- [12] : LCPC ; SETRA. Catalogue des structures types de chaussées neuves. Paris : ministres de l'équipement des transports et du logement ; Bagnaux, 1998.297p.
- [13] : G, Joeffroy ; R, Sauterey. Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. p244.
- [14] : LCPC ; SETRA. Directive pour la réalisation des assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques. Paris : Bagnaux, 1985.
- [15] : HABITA.D, GUEDIRI.A, Etude d'aménagement d'un échangeur sur la RN04 a boumedfaa (w.ain defla) en APS et APD avec 8 km de l'autoroute est-ouest. Mémoire d'ingénieur. Alger Kouba: juillet 2005.pp5.p134.
- [16] : LCPC ; SETRA. Guide Technique de l'Assainissement Routier, (SETRA – 2006). p188.
- [17] : SETRA. L'eau et la Route; Dispositifs de traitement des eaux pluviales .Volume 7.Paris : Bagnaux, 1997.
- [18] : Angelbert ; C, Biaou. Cours d'hydraulique routière.2009
- [19] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière – modifié par l'arrêté du 11 février 2008(7ème partie - Marquages sur chaussées. P80.
- [20] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière – ARRETE DU 7 JUIN 1977 relatif à la signalisation des routes et autoroutes. Journal officiel du 13 août 1977. P40.
- [21] : Circulaire du 17/02/98 relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, complétant le contenu des études d'impact des projets d'aménagement, consulté le 20/04/2012.