



Faculty of Sciences and Technology
Civil Engineering Département

كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية

N° d'ordre : M2/VOA/2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie civil

Option : TRAVAUX PUBLICS

Thème :

ETUDE DE LA ROUTE RELIANT RN118 HASSI TIDJAN A HASSI
BENHAMOU SUR 102 KM WILAYA DE TIMIMOUNE

LOT N° 02 DU PK13 + 000 AU PK 25 + 000

Présenter par :

Mr : DJABOURI SALIM

Mr : BELGHARBI MOHAMED EL AMINE

Présidente : Mme.ELMASCRI SETTI

Examineur : Mr.TALIA AHMED

Encadrant : Mr.ROUAM SERIK MOHAMED

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail de fin d'études. Mes sincères remerciements s'adressent particulièrement à mon encadreur Mr
ROUAM

SERIK MOHAMED

pour son accompagnement, ses précieux conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de l'élaboration de ce projet.

J'adresse mes remerciements aux responsables et au personnel de l'organisme d'accueil pour leur accueil, leur collaboration et les informations qu'ils ont mises à ma disposition.

Je tiens également à remercier les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail et de lui accorder leur attention.

Enfin, j'adresse toute ma reconnaissance à ma famille, à mes amis et à toutes les personnes qui m'ont soutenu, encouragé et aidé durant mon parcours universitaire et lors de la réalisation de ce mémoire.

À tous, je témoigne ma sincère gratitude et mes plus vifs remerciements.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donné la force de poursuivre ma carrière universitaire, j'étends mes salutations à ma chère maman et papa pour m'avoir aidé et les avoir bien élevés pour moi. Je voudrais remercier tous mes amis proches et lointains, salutations et remerciements à tous les professeurs qui m'ont étudié dans ma carrière académique

Dédicace

À Monsieur ROUAM SERIK MOHAMED , pour la qualité de son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de mes recherches. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon respect.

Résumé

Cette étude porte sur la conception d'une route de 12 km reliant la Route Nationale 118 à une usine de gaz située en milieu saharien. L'objectif principal du projet est d'améliorer l'accessibilité à cette installation industrielle stratégique, de faciliter le transport des personnes, des équipements et des marchandises, et de renforcer le réseau routier de la région.

L'étude a concerné l'ensemble des aspects techniques nécessaires à la réalisation du projet, notamment le choix du tracé, l'étude du trafic, les investigations géotechniques, le dimensionnement de la chaussée, les travaux de terrassement, les ouvrages d'assainissement ainsi que la signalisation routière. Une attention particulière a été accordée aux contraintes spécifiques du milieu saharien, telles que la nature des sols, les conditions climatiques et les phénomènes d'ensablement.

Les résultats obtenus ont permis de proposer une solution technique répondant aux exigences de sécurité, de confort et de durabilité, tout en assurant une intégration harmonieuse de la route dans son environnement. Cette infrastructure contribuera au développement économique de la région en améliorant les échanges et en facilitant l'exploitation des ressources énergétiques.

En conclusion, le projet présente un intérêt stratégique important et constitue un facteur essentiel de développement, de désenclavement et d'amélioration des conditions de transport dans cette zone saharienne.

ملخص

تركز هذه الدراسة على تصميم طريق بطول 12 كم يربط الطريق الوطني 118 بمحطة غاز تقع في البيئة الصحراوية. الهدف الرئيسي للمشروع هو تحسين إمكانية الوصول إلى هذا المرفق الصناعي الاستراتيجي، وتسهيل نقل الأشخاص تناولت الدراسة جميع الجوانب الفنية اللازمة لتنفيذ المشروع، ولا .والمعدات والسلع، وتعزيز شبكة الطرق في المنطقة سيما اختيار الطريق، ودراسة المرور، والتحقيقات الجيوتقنية، وتحديد أبعاد الطريق، وأعمال الحفر، وأعمال الصرف الصحي، وكذلك علامات الطريق. وقد أولي اهتمام خاص للقيود المحددة للبيئة الصحراوية، مثل طبيعة التربة والظروف جعلت النتائج التي تم الحصول عليها من الممكن اقتراح حل تقني يلبي متطلبات السلامة والراحة .المناخية وظواهر الطمي والمتانة، مع ضمان تكامل متناغم للطريق في بيئته. ستساهم هذه البنية التحتية في التنمية الاقتصادية للمنطقة من خلال في الختام، فإن المشروع ذو أهمية استراتيجية مهمة ويشكل عاملا أساسيا .تحسين التجارة وتسهيل استغلال موارد الطاقة للتنمية والانفتاح وتحسين ظروف النقل في هذه المنطقة الصحراوية

Abstract

This study focuses on the design of a 12 km road connecting the National Road 118 to a gas plant located in the Saharan environment. The main objective of the project is to improve accessibility to this strategic industrial facility, facilitate the transport of people, equipment and goods, and strengthen the road network of the region. The study concerned all the technical aspects necessary for the realization of the project, in particular the choice of the route, the traffic study, the geotechnical investigations, the dimensioning of the roadway, the earthworks, the sanitation works as well as the road signs. Particular attention has been paid to the specific constraints of the Saharan environment, such as the nature of the soils, climatic conditions and silting phenomena. The results obtained made it possible to propose a technical solution that meets the requirements of safety, comfort and durability, while ensuring a harmonious integration of the road into its environment. This infrastructure will contribute to the economic development of the region by improving trade and facilitating the exploitation of energy resources. In conclusion, the project is of important strategic interest and constitutes an essential factor for development, opening up and improving transport conditions in this Saharan zone.

SOMMAIRE.

Remerciements.....	2
Dédicaces	3
Dédicaces	4
Résumé	4
ملخص.....	6
Abstract	7
INTRODUCTION GENERALE.....	16
CHAPITRE I : LES ROUTES SAHARIENNES.	17
I.1 LE SAHARA :	18
I.2. GEOGRAPHIE PHYSIQUE CARACTERISTIQUES GENERALES.	19
I.3. LES ROUTES SAHARIENNES EN AFRIQUE.....	20
I.4. LE SAHARA ALGERIEN :	22
I.5. Les Routes Sahariennes En Algérie.....	23
I.6. Le Réseau Routier Non Revêtu :	24
I.6.1.Présentation du Réseau :	24
I.7.Généralités sur les pistes sahariennes	25
I.7.1 Définition la piste	25
I.7.2.Les pistes sahariennes.....	25
I.7.3Contexte Du Sahara Algérien :	26
I.8 Nature des sols rencontrés dans les régions sahariennes.....	26
➤ Les Hamadas.....	27
➤ Les Ergs.....	27
➤ Les Sebkhas.....	27
➤ Les Chotts.....	27
➤ Les lits d’oueds.....	27
➤ Les Falaises	27
CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET	28
II.1.Présentation Du La Wilaya De TIMIMOUN.....	29
II.2.Géographie.....	29
CHAPITRE III : NORMESGEOMETRIQUES ET DONNEE DE BASE.....	32
CHAPITRE IV : ETUDE DU TRAFIC	49
IV.3. Mesure Des Trafics :	51

IV.6. Calcul De La Capacité :	52
IV.7. Calcul Du Trafic Effectif :	52
IV.8. Débit De Pointe Horaire Normal :	52
IV.10. Application au projet.	53
IV.11. Projection future du projet.	54
IV.12. Trafic Effectif.	54
IV.13. Débit de point horaire normal.	54
IV.14. Debit horaire admissible.	54
IV.15. Calcul nombre des voies.	55
IV.16. Calcul de l'année de saturation de 1x2 voies.	55
CHAPITRE V : PARAMETRES CINEMATIQUE	56
V.3. Distance D'arrêt :	59
V.4. Manœuvre De Dépassement :	60
V.6. Application Au Projet :	61
V.6.1. Distance de freinage :	61
V.7. Distance d'arrêt :	62
CHAPITRE VI : TRACE EN PLAN	63
VI.2. La Vitesse De Référence (De Base) :	64
VI.3. Choix de la vitesse de référence :	64
VI.4. Paramètres Fondamentaux (B40) :	64
VI.8. Courbes en Plan :	66
IV.8.1 Le rayon minimal absolu RHM :	66
IV.8.2 Le rayon minimal normal RHN :	66
IV.8.3 Le rayon au devers minimal RHd :	66
IV.8.4 Le rayon non déversé RHnd:	67
IV.8.5. Détermination des dévers d max et d min:	67
IV.8.7. Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie :	67
IV.8.8. Rayons en plan d'après les normes B40 :	68
IV.9. Visibilité en courbe :	69
IV.10. Sur largeur Un long :	69
IV.12. Clothoïde :	70
IV.13. Expression mathématique de la Clothoïde :	70
IV.14. Longueur de la Clothoïde :	71
IV.16. Conclusion :	73
CAPITRE VII : PROFIL EN LONG	74

VII.6. Déclivité minimum :	76
VII.8. Les raccordements en profil en long :.....	77
VII.9. Raccordements convexes (angle saillant) :	77
VII.11. Raccordements concaves (angle rentrant) :	79
VII.12. Détermination pratique du profil en long :	79
VII.13. Détermination de La position du point de rencontre (S) :	80
➤ Calcul de la flèche.....	80
Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :	81
Calcul des cordonnées du sommet de la courbe (T) :	81
CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS	82
b) Les accotements :	83
c) Plate-forme :	83
e) L'emprise :	84
g) Le fossé :	84
k) La largeur rouable :	84
l) Classification Du Profil En Travers :	84
VIII.3. Le profil en travers courant :	85
VIII.4. Application Numérique Au Projet :	85
CHAPITRE IX : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	86
IX.1. ITODUCTION	87
IX.3. Les différentes couches de la chaussée	87
IX.4. Les Différentes Catégories De Chaussée.....	88
IX.6. Les Principales Méthodes De Dimensionnement :	90
IX.6.1. Méthode C.B.R (California Bearing Ratio)	90
➤ Coefficient d'équivalence.....	91
IX.7. Application Au Projet :	91
IX.7.1. Méthode de l'indice CBR :	91
IX.7.2. Calcul d'épaisseur théorique :	92
IX.7.3. Calcul des épaisseurs des différentes couches.	92
CHAPITRE X : CUBATURES	93
X.5. Méthode de GULDEN :	96
X.6. Méthode linéaire :	96
CHAPITRE XI: LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE	98
XI.4. Réglementation Algérienne En Géotechnique :	99
XI.5. Essais de laboratoire	100

XI.5.1. Analyse granulométrique	100
XI.5.2. Limites d'Atterberg	100
XI.5.3. Essai Proctor.....	100
XI.5.4. Essai CBR (California Bearing Ratio)	101
XI.6. Essais in situ.....	102
XI.6.1. Essai au pénétromètre dynamique	102
XI.6.2. Essai pressiométrique	102
XI.6.3. Essai de plaque	103
XI.7. Géotechnique routière en milieu saharien	103
XI.8. Conclusion	103
XII.1. Généralités :	105
XII.4. Ouvrages de drainage.....	107
XII.5. Pathologies liées au mauvais assainissement.....	108
CHAPITRE XIII : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE	109
XIII.1. Introduction.....	110
XIII.3.1. Signalisation Verticale :.....	110
XIII.3.2. Signalisation Horizontale :	112
b) Les lignes transversales	112
c) Les flèches directionnelles.....	113
d) Les zébras et marquages spéciaux.....	113
XIII.4. Importance de la signalisation dans les routes sahariennes	114
XIII.6. Importance de l'éclairage dans les routes sahariennes.....	115
CHAPITRE XV : DEVIS QUANTITATIF ET.....	116
ESTIMATIF	116
CONCLUSION GENERALE.....	118
BIBLIOGRAPHIE	120

LISTES DES FIGURES

FIGURE.I. 1:sahara en algerie Figure 1 : sahara en algerie.....	19
FIGURE.I. 2:Géographie physique Caractéristiques.	20
FIGURE.I. 3:les routes sahariennes en Afrique.....	22
FIGURE.I. 4:Villes et réseaux des routes nationales au Sahara.....	24
FIGURE.I. 5:Les Pistes Naturelles	26
FIGURE.I. 6:Les Pistes Améliorées.....	26
FIGURE.II. 1:Localisation de la wilaya de Timimoun.....	29
FIGURE.II. 2:Wilayas limitrophes de la wilaya de Timimoun	29
FIGURE.II. 3:Entrée de Timimoun	30
FIGURE.V. 1:Distance de freinage.	57
FIGURE.V. 2:Temps de réaction.....	58
FIGURE.V. 3:Distance de freinage	59
FIGURE.V.4:Espacement entre véhicule.....	60
FIGURE.VI. 1: les éléments d'un tracé en plan	65
FIGURE.VI. 2: Elément de la Clothoïde.....	70
FIGURE.VII. 1:Profil en long	75
FIGURE.VII. 2:Raccordement convexe et concave	77
FIGURE.VII3 .:Visibilité.....	78
FIGURE.VII. 4: Détermination du profil en long.....	80
FIGURE:VIII. 1:Eléments du profil en travers	83
FIGURE.X. 1:Volume déblai, remblai.	94
FIGURE.X. 2:calcul volume deblai remblai	95
FIGURE.IX. 1:coupe transversale d'une structure de chaussee	87
FIGURE.IX. 2:schéma récapitulatif	89
FIGURE.XI. 1:Essai Proctor.....	101
FIGURE.XI. 2:appareil de l'essai CBR.....	101
FIGURE.XI. 3:Essai pressiométrique	102
FIGURE.XI. 4:Essai de plaque	103

FIGURE.XII. 1:Le Fossé Bétonné	106
FIGURE.XIII. 1:Signalisations verticaux	112
FIGURE.XIII. 2:les signalisations horizontales	113
FIGURE.XIII. 3:Les lignes longitudinales.....	114

LISTES DES TABLEAUX

TABLEAU.I. 1:Répartition des routes revêtues et non revêtues dans les territoires sahariens.....	21
TABLEAU.I. 2:Le réseau routier Algérien.	25
TABLEAU.I. 3:Répartition Du Réseau Routier	25
TABLEAU.III. 1:calcul des déclivités	46
TABLEAU.III. 2:Le Classification du terrain Dénivelée cumulée.	47
TABLEAU.III. 3:5sinuosité.....	47
TABLEAU.III. 4:Environnement de la route.....	47
TABLEAU.III. 5: La vitesse de référence.....	48
TABLEAU.IV. 1:Valeurs du coefficient P	52
TABLEAU.IV. 2:Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	53
TABLEAU.IV. 3:Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.	53
TABLEAU.IV. 4:Valeurs de la capacité théorique.....	53
TABLEAU.V. 1:Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.	58
TABLEAU.V. 2:Les valeurs du temps de perception réaction t en fonction de E, CAT et Vr.	59
TABLEAU.V. 3:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	60
TABLEAU.VI. 1:Dévers en fonction de l'environnement.	66
TABLEAU.VI. 2:Dévers	67
TABLEAU.VI. 3:Valeur du coefficient ft	67
TABLEAU.VI. 4:Valeur du coefficient « F' »	68
TABLEAU.VI. 5:Tableau récapitulatif.....	68
TABLEAU.VI. 6:Les rayons en plan selon B40	68
TABLEAU.VII. 1:Valeur de déclivité maximale (NormesB40)	77
TABLEAU.VII. 2:Rayons convexes (angle saillant) [B40]	79
TABLEAU.VII. 3:Rayons concaves (angle rentrant).	79
TABLEAU.IX. 1:Les différentes catégories de chaussée.....	88
TABLEAU.IX. 2:Coefficient d'équivalence des matériaux.	91
TABLEAU.IX. 3:Dimensionnement du corps de chaussée.	92

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier constitue l'un des piliers fondamentaux du développement économique et social d'un pays. Les routes jouent un rôle essentiel dans la mobilité des personnes et le transport des marchandises, en assurant la liaison entre les différentes régions et en facilitant les échanges commerciaux et industriels. Elles représentent ainsi un facteur déterminant dans l'aménagement du territoire et le développement des activités économiques.

Les infrastructures routières contribuent à l'amélioration des conditions de vie des populations en facilitant l'accès aux services essentiels tels que l'éducation, la santé, le commerce et les zones industrielles. Elles permettent également de réduire les temps de déplacement, d'améliorer la sécurité des usagers et de favoriser l'intégration des régions éloignées au sein du réseau national de transport.

Dans les régions sahariennes, les routes revêtent une importance particulière en raison des grandes distances à parcourir et de la présence d'importantes installations industrielles et énergétiques. Elles constituent souvent le principal moyen d'accès aux zones d'exploitation pétrolière et gazière, contribuant ainsi au développement économique de ces régions stratégiques.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet, qui consiste en l'étude et la conception d'une route de 12 km reliant la Route Nationale 118 à une usine de gaz. Ce projet vise à améliorer l'accessibilité de cette infrastructure industrielle, à renforcer la fluidité du transport et à contribuer au développement économique et territorial de la région, tout en respectant les exigences techniques, environnementales et sécuritaires propres aux infrastructures routières modernes.

CHAPITRE I : LES ROUTES SAHARIENNES.

I.1 LE SAHARA :

Le Sahara constitue le plus vaste désert chaud au monde. Il s'étend sur la quasi-totalité de la partie nord du continent africain, avec une longueur d'environ 4 800 kilomètres d'est en ouest et une largeur variant entre 1 300 et 1 900 kilomètres du nord au sud. Sa superficie totale est estimée à près de 8,6 millions de kilomètres carrés.

Le Sahara se prolonge au-delà de la mer Rouge pour former ce que l'on appelle le désert saharo-arabique, qui s'étire sur environ 7 500 kilomètres et couvre près de 12 millions de kilomètres carrés. Toutefois, le Sahara proprement dit est délimité à l'ouest par l'océan Atlantique, au nord par la chaîne de l'Atlas et la mer Méditerranée, à l'est par la mer Rouge, et au sud par une zone de dunes sableuses anciennes située aux alentours de la latitude 16° Nord.

Ce vaste désert s'étend sur plusieurs pays, notamment le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, l'Égypte, le Soudan, le Tchad, le Niger, le Mali et la Mauritanie. Malgré son étendue, la population y demeure relativement faible, avec de larges zones totalement inhabitées. Néanmoins, une partie importante de la population saharienne est aujourd'hui concentrée dans des centres urbains.

La croissance démographique et l'urbanisation du Sahara ont connu une évolution remarquable, principalement en raison de l'exploitation de ses importantes ressources naturelles, ce qui a contribué à transformer les modes de vie des populations locales.

Par ailleurs, la définition du désert varie selon les chercheurs. Certains se basent sur la nature du sol et le type de végétation, tandis que d'autres prennent en compte plusieurs facteurs combinés, tels que la rareté des précipitations, l'aridité du climat et la faible couverture végétale. Ainsi, une région est généralement qualifiée de désert lorsqu'elle se caractérise par une très faible pluviométrie et une végétation limitée.

On distingue généralement quatre types de déserts :

- Les déserts subtropicaux, caractérisés par un climat chaud et sec tout au long de l'année
- Les déserts côtiers, qui présentent des hivers relativement froids et des étés chauds
- Les déserts à hiver froid, marqués par des étés longs et secs et des précipitations faibles en hiver
- Les déserts polaires, caractérisés par des températures basses durant toute l'année.

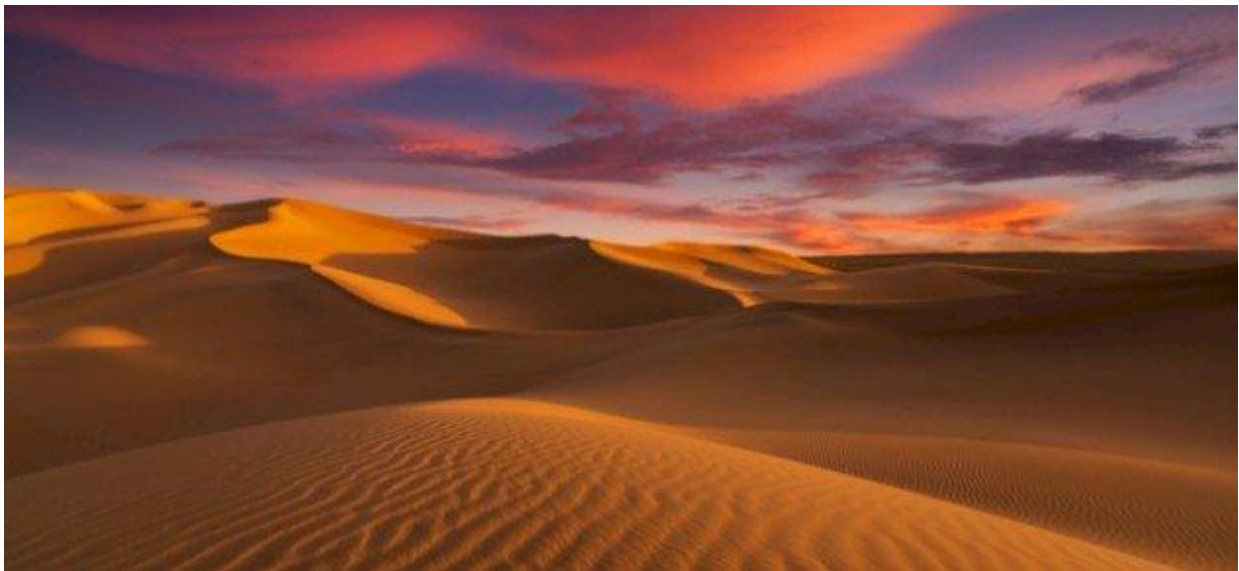


FIGURE 1 : SAHARA EN ALGERIE

I.2. GEOGRAPHIE PHYSIQUE CARACTERISTIQUES GENERALES.

L'Afrique du Nord se caractérise par trois grands ensembles géographiques : le désert du Sahara au sud, la chaîne de l'Atlas à l'ouest et le système du Nil à l'est. Ces éléments structurent l'organisation naturelle de la région et influencent fortement les activités humaines.

La chaîne de l'Atlas s'étend du Maroc jusqu'au nord de l'Algérie et de la Tunisie. Elle appartient à un vaste système montagneux qui se prolonge vers le sud de l'Europe. En se dirigeant vers le sud et l'est, le relief diminue progressivement et laisse place à des zones steppiques, avant d'aboutir au désert du Sahara, qui couvre plus de 75 % de la superficie de la région. Le Haut Atlas, situé au Maroc, abrite les sommets les plus élevés, dont certains restent enneigés une grande partie de l'année.

Au sud de cette chaîne montagneuse s'étend le Sahara, caractérisé par un climat extrêmement aride. Il s'agit du plus grand désert chaud du monde. On y trouve des oueds, qui sont des cours d'eau temporaires ne s'écoulant qu'après les précipitations.

Le relief saharien comprend principalement :

- Les ergs, vastes étendues de dunes sableuses ;
- Les hamadas, plateaux rocheux dépourvus de sol meuble
- Les regs, surfaces couvertes de graviers et de petites pierres.

Le Sahara occupe une grande partie du territoire nord-africain, notamment le sud du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, ainsi que la majeure partie de la Libye. Seules certaines régions libyennes, comme la Tripolitaine et la Cyrénaïque, échappent à cette dominance

désertique. En Égypte, la majorité du territoire est également désertique, à l'exception de la vallée du Nil et des zones irriguées qui la bordent.

La vallée du Nil constitue une bande étroite mais très fertile, s'étendant du sud au nord du pays. Elle joue un rôle essentiel dans l'agriculture et la concentration de la population.

Les zones agricoles les plus importantes se situent dans les vallées abritées de l'Atlas, la vallée et le delta du Nil, ainsi que sur le littoral méditerranéen. Ces régions permettent la culture de diverses productions, notamment les céréales, le riz, le coton, ainsi que certaines ressources forestières comme le liège. Les cultures méditerranéennes telles que les olives, les figues, les dattes et les agrumes y sont également largement répandues.

Cependant, dans les régions proches du désert, l'irrigation reste indispensable en raison de la faiblesse des précipitations.

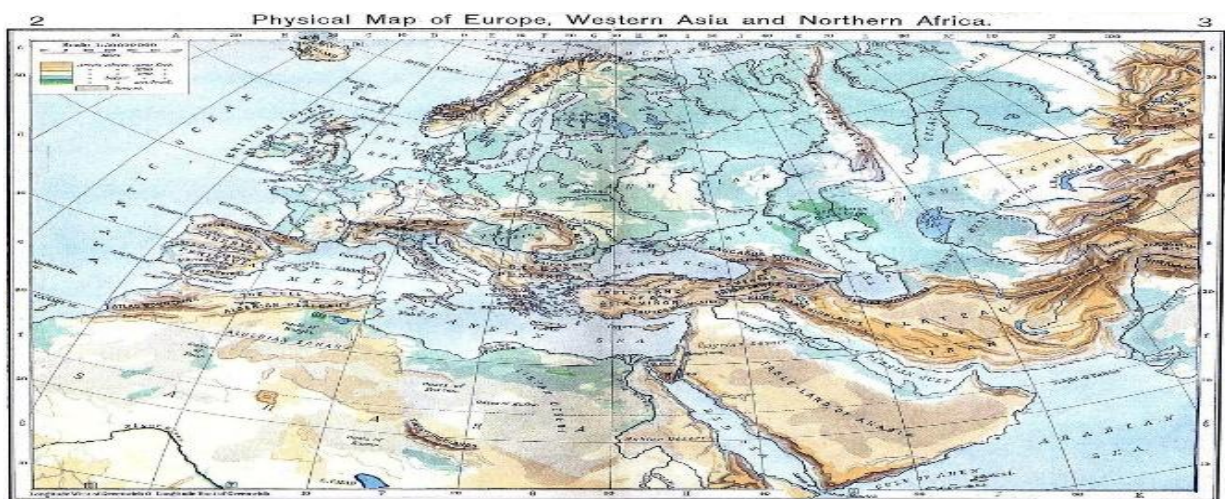


FIGURE.I. 1:Géographie physique Caractéristiques.

Figure 2 : Géographie physique Caractéristiques.

I.3. LES ROUTES SAHARIENNES EN AFRIQUE.

Les routes sahariennes occupent une place stratégique dans le développement des infrastructures de transport des pays riverains du Sahara, ce vaste désert d'environ 8 millions de km² situé entre l'Afrique du Nord et l'Afrique subsaharienne. Il s'étend sur onze pays, dont cinq sont membres du Comité de liaison de la route transsaharienne : l'Algérie, le Mali, le Niger, la Tunisie et le Tchad.

Dans ces pays, les zones désertiques couvrent en moyenne plus de 70 % du territoire. Elles se caractérisent par un climat extrêmement aride, avec des précipitations annuelles généralement inférieures à 100 mm. Les activités agricoles y sont très limitées, à l'exception de certaines zones particulières telles que les oasis, les abords du lac Tchad et le delta du Niger.

Le Sahara possède néanmoins d'importantes ressources naturelles, notamment dans le domaine de l'industrie extractive. On y trouve du pétrole en Algérie et au Tchad, de l'uranium au Niger ainsi que divers minerais et métaux précieux répartis dans plusieurs régions.

La population saharienne est principalement concentrée dans des centres urbains éloignés les uns des autres. Cette dispersion entraîne un enclavement important, accentué par les grandes distances séparant ces régions des ports maritimes, que ce soit vers la mer Méditerranée ou vers le golfe de Guinée, où les distances dépassent souvent 1 000 km.

Face à ces contraintes, les pays sahariens adoptent différentes stratégies de financement pour le développement de leurs réseaux routiers. Certains ont recours à des financements extérieurs, comme ce fut le cas du Niger dans les années 1970 pour la réalisation de la liaison Tahoua–Arlit. D'autres, comme la Tunisie et l'Algérie, utilisent un système mixte combinant le financement public et les emprunts extérieurs. En Algérie, une grande partie de la route transsaharienne (RTS) a été financée sur fonds propres.

Par ailleurs, certains pays ont récemment renforcé leurs investissements dans ce domaine. C'est le cas du Nigeria, dont la section de la route transsaharienne, d'une longueur d'environ 1 200 km, est entièrement revêtue, avec plus de 300 km aménagés en 2×2 voies.

Malgré ces efforts, les routes non revêtues restent dominantes dans plusieurs pays sahariens. Au Mali, au Niger, au Tchad et dans les régions sahariennes de l'Algérie, elles représentent environ 34 700 km sur un total de 45 300 km, soit près de 77 % du réseau routier.

Données pour les 4 grandes wilayas du Sud : Adrar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Or si ces routes non revêtues existent et représentent une proportion dominante comme on vient de le voir c'est qu'elles jouent un rôle économique et qu'elles méritent une attention plus grande.

	Algérie	Mali	Tchad	Niger	Total
Superficies 106 km²	1,5	1,24	1,9	1,26	
Routes revêtues (km)	4 000	2 600	500	3 500	10 600
Routes non revêtues (km)	6 000	12 200	6 200	10 300	34 700

TABLEAU.I. 1: Répartition des routes revêtues et non revêtues dans les territoires sahariens



FIGURE.I. 2:les routes sahariennes en Afrique.

I.4. LE SAHARA ALGERIEN :

Le Sahara algérien est une vaste région désertique située au cœur de l’Afrique du Nord. Il fait partie du Grand Sahara africain, dont il représente environ 20 %. Il couvre plus de 80 % du territoire national, soit une superficie dépassant les deux millions de kilomètres carrés.

Cette région se distingue par la présence de nombreuses oasis, telles que celles d’Ain Salah et de Touggourt, qui constituent des espaces de vie essentiels dans cet environnement aride. Le Sahara algérien possède également d’importantes ressources naturelles, notamment en hydrocarbures, avec des gisements majeurs tels que Hassi R’mel, Hassi Messaoud et In Amenas.

Sur le plan géographique, le Sahara algérien est limité au nord par la chaîne de l’Atlas et les Hauts Plateaux. Il se caractérise par une grande diversité de reliefs, comprenant :

- Les ergs, vastes étendues de dunes de sable, comme le Grand Erg oriental et le Grand Erg occidental
- Les regs, surfaces caillouteuses constituées de graviers et de pierres
- Les hamadas, plateaux rocheux arides, ainsi que des massifs volcaniques dans l’extrême sud.

La transition entre les zones steppiques du nord et les régions désertiques s'effectue progressivement, avec une diminution de la couverture végétale. Certaines zones présentent des caractéristiques géographiques particulières, comme la vallée du M'zab, située entre les grands ergs, ou encore la vallée de la Saoura à l'ouest.

Le Sahara du nord, relativement riche en oasis, s'oppose au Sahara méridional, dominé par le massif du Hoggar, dont l'altitude dépasse 3 000 mètres. De vastes plateaux rocheux, tels que le Tademait, assurent la transition entre les différentes régions désertiques.

Le climat saharien est marqué par une très faible pluviométrie, généralement inférieure à 100 mm par an. Toutefois, des phénomènes exceptionnels peuvent survenir, tels que des pluies intenses provoquant des crues d'oueds habituellement secs. Le sous-sol renferme également d'importantes réserves d'eau souterraine, notamment dans les nappes aquifères profondes, héritées d'anciennes périodes climatiques plus humides.

Le Sahara algérien est considéré comme l'une des régions les plus chaudes et les plus arides du monde. Malgré ces conditions extrêmes, il est habité depuis l'Antiquité par des populations nomades qui s'adaptent à cet environnement en se déplaçant à la recherche de ressources en eau et en pâturages. Aujourd'hui, la population reste faiblement répartie et se concentre principalement autour des oasis et des centres urbains, où les conditions de vie demeurent difficiles.

I.5. Les Routes Sahariennes En Algérie.

Le Sahara algérien, couvrant plus de deux millions de kilomètres carrés, se caractérise par de très grandes distances entre les différentes régions. Avant 1950, le réseau routier dépassait rarement les Hauts-Plateaux. Cependant, la découverte des gisements pétroliers dans les années 1955–1956 a entraîné un développement rapide des infrastructures routières. En quelques années, plus de 2 000 km de routes ont été réalisés.

L'utilisation des matériaux locaux, souvent en dehors des normes classiques, a conduit à l'élaboration de techniques spécifiques adaptées aux conditions sahariennes. En effet, la conception et la durabilité des routes dépendent fortement de facteurs environnementaux tels que le climat, la nature du sol, l'humidité et le trafic.

Ainsi, le Sahara algérien a nécessité une adaptation particulière dans la conception des chaussées. Après plusieurs années d'expérimentation et la réalisation de milliers de kilomètres en milieu désertique, une véritable technique routière saharienne a été développée.

Aujourd'hui, l'enjeu consiste à améliorer ces techniques, notamment à travers la classification des matériaux et leur utilisation optimale dans les projets routiers. Enfin, l'entretien du réseau routier dans les régions du Grand Sud reste difficile, surtout pour les routes non revêtues, souvent peu entretenues.

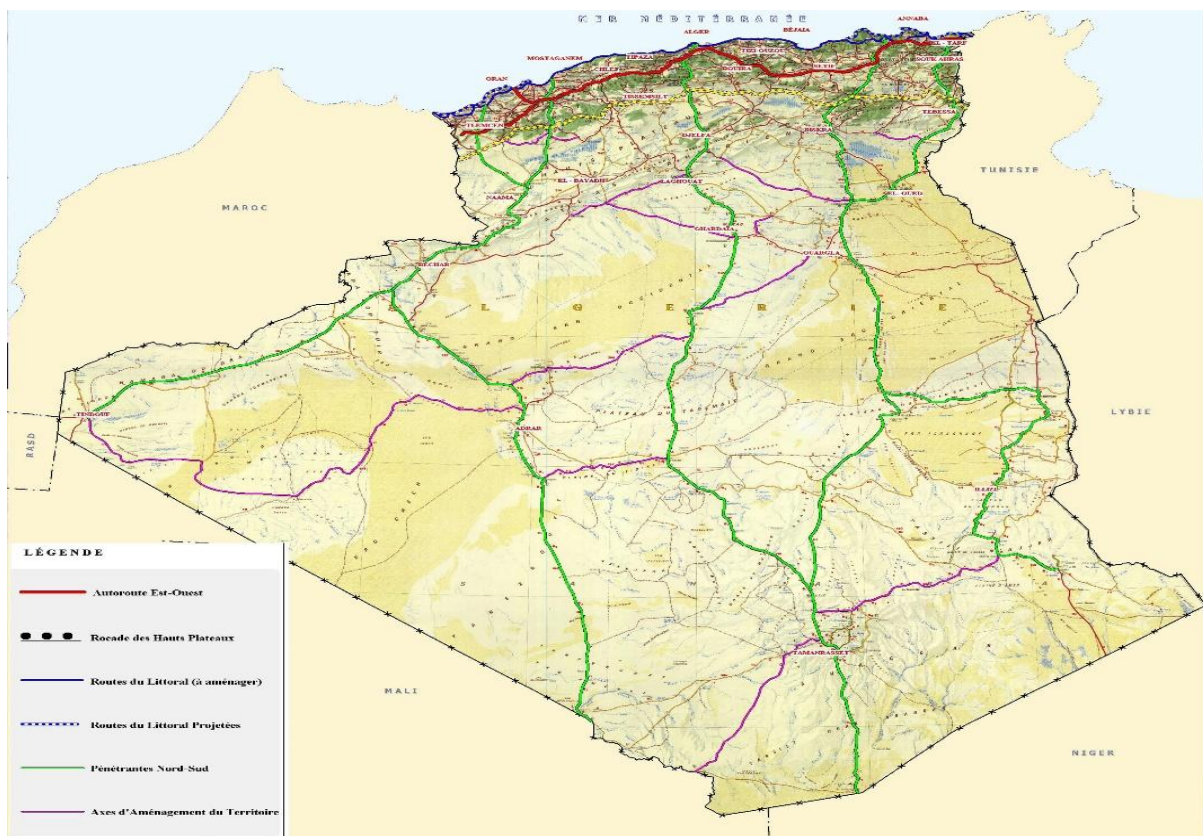


FIGURE.I. 3:Villes et réseaux des routes nationales au Sahara.

I.6. Le Réseau Routier Non Revêtu :

Quant au réseau non revêtu l'Algérie dispose d'un linéaire de 30 419 km, dont 3720 km de routes nationales, 2367 km de chemins de wilaya et 24 332 km de chemins communaux. A/ Consistance du Réseau Routier non Revêtu Selon le dernier bilan (2004), la consistance et l'état actuel du réseau non revêtu se présente comme suit : U=km.

I.6.1.Présentation du Réseau :

Le réseau routier Algérien se présente aujourd'hui comme suit :

Types de Routes	Revêtu	Piste	Total	Revêtu Piste Total
RN	24 436	3 720	28 156	26%
CW	21 439	2 367	23 806	21.98%
CC	32 008	24 332	56 340	52.02%
Total du Réseau	77 883	30419	108 302	

TABLEAU.I. 2:Le réseau routier Algérien.

Notant cependant que 30 419 km sont des routes non revêtues (piste), ce réseau en RN, CW, et CC, représente 28 % de l'ensemble du réseau national.

Répartition Du Réseau Routier

Types de Routes	Revêtu	Piste
RN	87%	13%
CW	90%	10%
CC	57%	43%

TABLEAU.I. 3:Répartition Du Réseau Routier

I.7.Généralités sur les pistes sahariennes

Les pistes sahariennes sont des voies de communication non aménagées ou peu aménagées qui traversent les vastes régions désertiques du Sahara. Elles jouent un rôle essentiel dans la liaison entre les zones isolées, notamment dans le sud de l'Algérie.

I.7.1 Définition la piste

Une piste saharienne est un chemin naturel ou tracé sommairement, souvent en terre ou en sable, utilisé pour la circulation des véhicules tout-terrain, des caravanes ou des populations locales.

I.7.2.Les pistes sahariennes

Les Pistes Naturelles : la portance du sol offre des conditions de roulage telles que la circulation se fait directement sur le terrain naturel, sans aucune intervention préalable, si ce n'a le balisage, pour éviter aux usagers de se perdre.



FIGURE.I. 4:Les Pistes Naturelles

Les Pistes Améliorées : Ce sont des pistes naturelles ou certaines sections difficiles (sections à faible portance, affleurement rocheux, traversées de lit d'oueds) qui nécessitent un traitement particulier.



FIGURE.I. 5:Les Pistes Améliorées.

Les Pistes Elaborées : Ce sont des pistes entièrement aménagées, qui disposent d'une couche de roulement en matériaux sélectionnés sur toute leur largeur.

I.7.3Contexte Du Sahara Algérien :

Le Sahara algérien connaît un climat désertique marqué par une très faible pluviométrie, de fortes amplitudes thermiques diurnes et saisonnières, une évaporation élevée et une variabilité interannuelle importante

I.8 Nature des sols rencontrés dans les régions sahariennes.

Les régions du Sud algérien présentent plusieurs types de terrains naturels qui influencent directement la construction et l'exploitation des routes sahariennes. Ces sols possèdent des

caractéristiques géotechniques différentes qui déterminent les techniques de terrassement et de chaussée à adopter.

➤ **Les Hamadas**

Les hamadas sont des plateaux rocheux recouverts de cailloutis appelés *regs*. Elles sont composées de sable éolien mélangé à des éléments rocheux issus de la décomposition superficielle des roches. Grâce à leur bonne stabilité, ces matériaux peuvent être utilisés dans les couches de base routières après amélioration par des matériaux cohésifs.

➤ **Les Ergs**

Les ergs correspondent à de vastes étendues de dunes sableuses formées par l'action du vent. Ces zones sont généralement évitées lors du tracé des pistes à cause de la mobilité du sable. Cependant, certains sols sableux offrent une résistance acceptable au roulement des véhicules.

➤ **Les Sebkhas**

Les sebkhas sont des dépressions fermées où s'accumulent les eaux de pluie. Après évaporation, elles laissent une surface plane constituée de matériaux fins et cohésifs. Ces terrains favorisent souvent la circulation et servent parfois de passages naturels, mais ils deviennent difficiles à exploiter pendant les périodes humides.

➤ **Les Chotts**

Les chotts sont des zones basses contenant des eaux salées de manière temporaire ou permanente. Les sols y renferment différents sels minéraux tels que les sulfates, les carbonates et les chlorures. Lorsqu'ils sont secs, ces terrains offrent généralement de bonnes conditions de circulation.

➤ **Les lits d'oueds**

Les lits d'oueds sont fréquents dans le Sahara. Ils sont constitués de sables, de limons et parfois de graviers. Les pistes empruntent souvent ces passages lorsque le relief l'impose. Malgré de bonnes conditions de roulage, ces sols peuvent présenter des déformations comme la tôle ondulée ou des zones de *fech-fech*.

➤ **Les Falaises**

Le nord du Sahara est marqué par une succession de plateaux séparés par des falaises rocheuses. Ces reliefs représentent des obstacles naturels importants pour les routes sahariennes. Les différences d'altitude peuvent varier de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres, nécessitant des aménagements spécifiques pour assurer le franchissement.

CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET

II.1.Présentation Du La Wilaya De TIMIMOUN

La wilaya de Timimoun, surnommée la « Fiancée du Désert » et « l'Oasis Rouge », est une jeune wilaya du sud-ouest algérien (créée en 2019) située au cœur de la région du Gourara. Célèbre pour son architecture en terre ocre, ses palmeraies, son système d'irrigation traditionnel par « foggara» et ses ksour (villages fortifiés), elle offre un patrimoine culturel et saharien exceptionnel

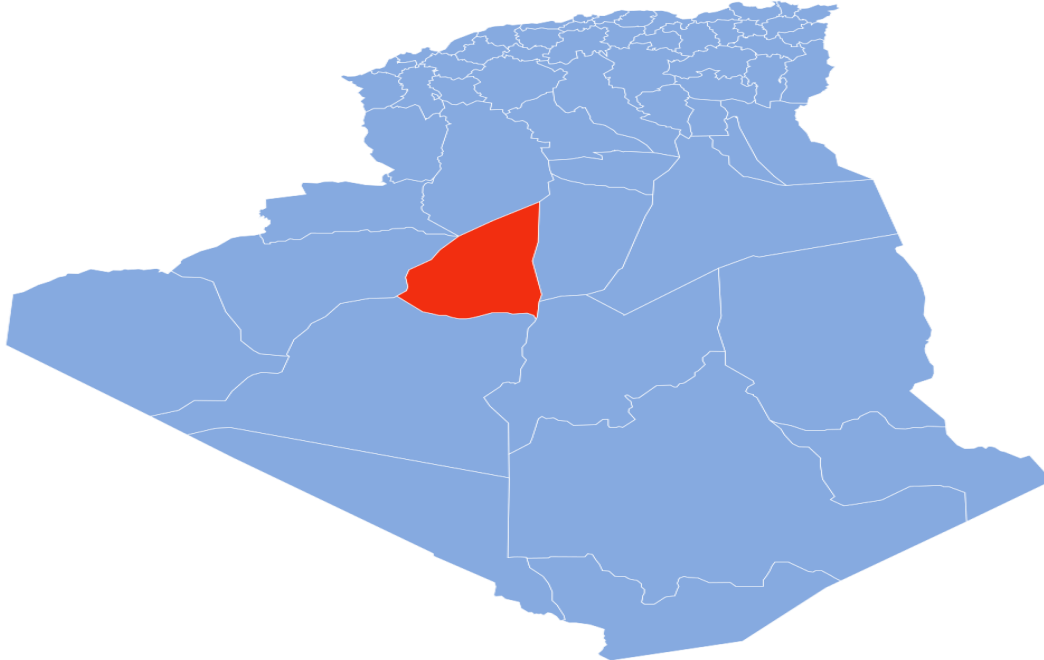


FIGURE.II. 1:Localisation de la wilaya de Timimoun

II.2.Géographie

La wilaya de Timimoun est située dans le Sahara algérien, sa superficie est de 65 203 km²

Elle est délimitée :

- au nord par la wilaya d'El Bayadh ;
- à l'est par la wilaya d'El Meniaa et celle d'In Salah ;
- à l'ouest par la wilaya de Béni Abbès ;
- et au sud par la wilaya d'Adrar

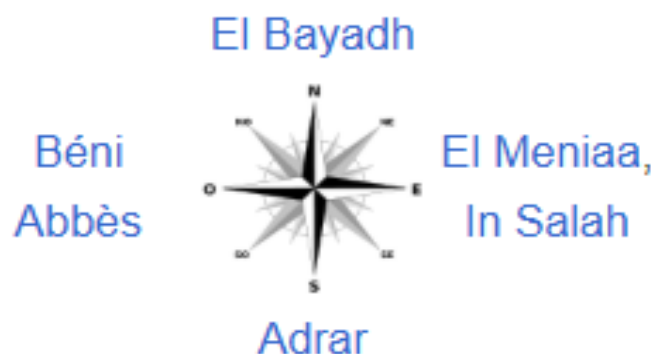


FIGURE.II. 2:Wilayas limitrophes de la wilaya de Timimoun

II.3. Organisation de la wilaya

La wilaya de Timimoun compte :

- 4 daïras (districts)
- 10 communes (municipalités)



FIGURE.II. 3:Entrée de Timimoun

II.4. Présentation Du Projet :

Le projet porte sur l'aménagement de la route reliant la wilaya de Timimoun à l'usine de gaz de Hassi Ben Hamou située sur la (RN118). Cette liaison routière s'étend sur une longueur totale de 104 km et représente un axe important pour le développement économique et industriel de la région.

Dans le cadre de cette étude, l'attention est portée sur un tronçon spécifique de 12 km, faisant l'objet des travaux d'étude et de conception géométrique et technique de la future route.

II.5. Justification Du Projet :

Ce projet s'inscrit dans une dynamique de développement économique, touristique et social du pays, visant à améliorer les conditions de vie des citoyens et à renforcer à la fois le développement territorial et la sécurité.

II.6.Objectifs Du Projet :

Cette étude a été élaborée dans le but d'améliorer l'aménagement afin d'augmenter le niveau de service, notamment en raison de l'absence d'une liaison routière directe entre la ville de Timimoun et usine

- Ce projet vise à relier la ville de Hassi Tigrane à l'usine située dans le département de Timimoun.
- Améliorer les conditions de circulations

Soutenir les objectifs de développement économique de la wilaya, et de la région en générale.

CHAPITRE III : NORMES GEOMETRIQUES ET DONNEE DE BASE

III.1. Généralités

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain, à ce niveau ça concentre le rôle de l'étude géotechnique soit pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquats aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution. Pour déterminer l'environnement de la route on doit se référer à la norme de la B40.

III.2. Environnement De La Route.

La B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) propose trois environnements (E1, E2, E3) chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

A. La dénivelée cumulée moyenne ($H/L=DC$).

B. La sinuosité σ .

La Dénivelée Cumulée Moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire.

Le rapport de la dénivelée cumulée totale H à la longueur de l'itinéraire L

Permet de mesurer la longitudinalité du relief.

$$\frac{H}{L} = \frac{|\sum_{p_i > 0}(p_i \cdot l_i) + \sum_{p_i < 0}(p_i \cdot l_i)|}{L}$$

P : pente du terrain.

L : longueur de l'itinéraire $\rightarrow L = 12000 \text{ m} = 12 \text{ km}$.

Calcul de la dénivelée cumulée moyenne :

PK	Distance	Z TN	DH
P651	13000.000	522.308	/
P652	13020.000	522.093	-0.215
P653	13040.000	522.704	0.611
P654	13060.000	523.386	0.682
P655	13080.000	524.157	0.771
P656	13100.000	525.434	1.277
P657	13120.000	526.748	1.314
P658	13140.000	528.074	1.326
P659	13160.000	528.774	0.700
P660	13180.000	528.676	-0.098
P661	13200.000	528.454	-0.222
P662	13220.000	528.345	-0.109
P663	13240.000	528.644	0.299
P664	13260.000	528.805	0.161
P665	13280.000	528.882	0.077
P666	13300.000	528.884	0.002
P667	13320.000	528.865	-0.019
P668	13340.000	528.963	0.098
P669	13360.000	528.987	0.024

P670	13380.000	529.010	0.023
P671	13400.000	529.118	0.108
P672	13420.000	529.629	0.511
P673	13440.000	530.878	1.249
P674	13460.000	532.233	1.355
P675	13480.000	532.689	0.456
P676	13500.000	532.657	-0.032
P677	13520.000	533.315	0.658
P678	13540.000	533.649	0.334
P679	13560.000	533.577	-0.072
P680	13580.000	533.665	0.088
P681	13600.000	533.694	0.029
P682	13620.000	533.185	-0.509
P683	13640.000	532.953	-0.232
P684	13660.000	532.835	-0.118
P685	13680.000	532.770	-0.065
P686	13700.000	532.686	-0.084
P687	13720.000	532.887	0.201
P688	13740.000	533.338	0.451
P689	13760.000	533.315	-0.023
P690	13780.000	533.426	0.111
P691	13800.000	533.702	0.276
P692	13820.000	533.313	-0.389
P693	13840.000	532.019	-1.294
P694	13860.000	531.233	-0.786
P695	13880.000	531.568	0.335
P696	13900.000	531.692	0.124
P697	13920.000	530.264	-1.428
P698	13940.000	529.053	-1.211
P699	13960.000	528.301	-0.752
P700	13980.000	528.093	-0.208
P701	14000.000	527.671	-0.422
P702	14020.000	527.593	-0.078
P703	14040.000	527.776	0.183
P704	14060.000	528.247	0.471
P705	14080.000	529.240	0.993
P706	14100.000	530.774	1.534
P707	14120.000	532.092	1.318
P708	14140.000	533.276	1.184
P709	14160.000	534.330	1.054
P710	14180.000	534.036	-0.294
P711	14200.000	533.743	-0.293
P712	14220.000	533.920	0.177
P713	14240.000	533.973	0.053
P714	14260.000	534.081	0.108

P715	14280.000	534.238	0.157
P716	14300.000	534.362	0.124
P717	14320.000	534.165	-0.197
P718	14340.000	533.775	-0.390
P719	14360.000	534.000	0.225
P720	14380.000	534.035	0.035
P721	14400.000	533.879	-0.156
P722	14420.000	533.341	-0.538
P723	14440.000	533.015	-0.326
P724	14460.000	533.259	0.244
P725	14480.000	533.017	-0.242
P726	14500.000	533.020	0.003
P727	14520.000	533.380	0.360
P728	14540.000	533.614	0.234
P729	14560.000	533.849	0.235
P730	14580.000	534.210	0.361
P731	14600.000	533.890	-0.320
P732	14620.000	534.176	0.286
P733	14640.000	534.864	0.688
P734	14660.000	534.482	-0.382
P735	14680.000	534.659	0.177
P736	14700.000	534.152	-0.507
P737	14720.000	533.368	-0.784
P738	14740.000	533.120	-0.248
P739	14760.000	532.875	-0.245
P740	14780.000	533.550	0.675
P741	14800.000	532.309	-1.241
P742	14820.000	531.626	-0.683
P743	14840.000	530.285	-1.341
P744	14860.000	529.143	-1.142
P745	14880.000	528.553	-0.590
P746	14900.000	529.210	0.657
P747	14920.000	529.755	0.545
P748	14940.000	529.985	0.230
P749	14960.000	529.645	-0.340
P750	14980.000	529.229	-0.416
P751	15000.000	528.932	-0.297
P752	15020.000	529.856	0.924
P753	15040.000	530.684	0.828
P754	15060.000	531.423	0.739
P755	15080.000	531.314	-0.109
P756	15100.000	530.875	-0.439
P757	15120.000	530.152	-0.723
P758	15140.000	530.025	-0.127
P759	15160.000	530.403	0.378

P760	15180.000	531.175	0.772
P761	15200.000	530.981	-0.194
P762	15220.000	530.448	-0.533
P763	15240.000	529.419	-1.029
P764	15260.000	529.218	-0.201
P765	15280.000	528.952	-0.266
P766	15300.000	528.629	-0.323
P767	15320.000	527.655	-0.974
P768	15340.000	527.256	-0.399
P769	15360.000	527.173	-0.083
P770	15380.000	527.896	0.723
P771	15400.000	528.658	0.762
P772	15420.000	529.547	0.889
P773	15440.000	531.443	1.896
P774	15460.000	533.330	1.887
P775	15480.000	535.206	1.876
P776	15500.000	535.723	0.517
P777	15520.000	536.031	0.308
P778	15540.000	536.174	0.143
P779	15560.000	536.164	-0.010
P780	15580.000	536.117	-0.047
P781	15600.000	536.195	0.078
P782	15620.000	536.278	0.083
P783	15640.000	536.400	0.122
P784	15660.000	536.576	0.176
P785	15680.000	536.412	-0.164
P786	15700.000	536.392	-0.020
P787	15720.000	536.136	-0.256
P788	15740.000	535.981	-0.155
P789	15760.000	536.128	0.147
P790	15780.000	536.623	0.495
P791	15800.000	536.965	0.342
P792	15820.000	537.357	0.392
P793	15840.000	537.746	0.389
P794	15860.000	537.418	-0.328
P795	15880.000	536.701	-0.717
P796	15900.000	535.494	-1.207
P797	15920.000	534.473	-1.021
P798	15940.000	534.000	-0.473
P799	15960.000	534.499	0.499
P800	15980.000	534.782	0.283
P801	16000.000	534.719	-0.063
P802	16020.000	534.242	-0.477
P803	16040.000	533.417	-0.825
P804	16060.000	532.930	-0.487

P805	16080.000	532.552	-0.378
P806	16100.000	533.642	1.090
P807	16120.000	534.418	0.776
P808	16140.000	534.619	0.201
P809	16160.000	534.647	0.028
P810	16180.000	534.499	-0.148
P811	16200.000	534.128	-0.371
P812	16220.000	533.392	-0.736
P813	16240.000	533.293	-0.099
P814	16260.000	533.915	0.622
P815	16280.000	534.683	0.768
P816	16300.000	534.983	0.300
P817	16320.000	534.667	-0.316
P818	16340.000	534.642	-0.025
P819	16360.000	534.468	-0.174
P820	16380.000	533.912	-0.556
P821	16400.000	532.852	-1.060
P822	16420.000	532.255	-0.597
P823	16440.000	532.213	-0.042
P824	16460.000	531.288	-0.925
P825	16480.000	529.830	-1.458
P826	16500.000	527.743	-2.087
P827	16520.000	526.325	-1.418
P828	16540.000	525.402	-0.923
P829	16560.000	524.973	-0.429
P830	16580.000	524.594	-0.379
P831	16600.000	524.171	-0.423
P832	16620.000	523.644	-0.527
P833	16640.000	523.905	0.261
P834	16660.000	524.397	0.492
P835	16680.000	525.306	0.909
P836	16700.000	525.411	0.105
P837	16720.000	525.251	-0.160
P838	16740.000	524.748	-0.503
P839	16760.000	523.848	-0.900
P840	16780.000	523.102	-0.746
P841	16800.000	522.578	-0.524
P842	16820.000	522.133	-0.445
P843	16840.000	522.219	0.086
P844	16860.000	522.662	0.443
P845	16880.000	522.941	0.279
P846	16900.000	523.116	0.175
P847	16920.000	523.050	-0.066
P848	16940.000	521.980	-1.070
P849	16960.000	520.860	-1.120

P850	16980.000	519.868	-0.992
P851	17000.000	520.344	0.476
P852	17020.000	521.939	1.595
P853	17040.000	525.389	3.450
P854	17060.000	527.426	2.037
P855	17080.000	530.733	3.307
P856	17100.000	531.851	1.118
P857	17120.000	532.265	0.414
P858	17140.000	532.254	-0.011
P859	17160.000	531.628	-0.626
P860	17180.000	531.506	-0.122
P861	17200.000	531.301	-0.205
P862	17220.000	531.135	-0.166
P863	17240.000	530.988	-0.147
P864	17260.000	530.639	-0.349
P865	17280.000	530.126	-0.513
P866	17300.000	529.901	-0.225
P867	17320.000	529.996	0.095
P868	17340.000	530.419	0.423
P869	17360.000	531.430	1.011
P870	17380.000	532.269	0.839
P871	17400.000	531.981	-0.288
P872	17420.000	530.931	-1.050
P873	17440.000	529.926	-1.005
P874	17460.000	528.909	-1.017
P875	17480.000	528.167	-0.742
P876	17500.000	526.995	-1.172
P877	17520.000	525.341	-1.654
P878	17540.000	524.491	-0.850
P879	17560.000	523.817	-0.674
P880	17580.000	523.292	-0.525
P881	17600.000	523.089	-0.203
P882	17620.000	522.927	-0.162
P883	17640.000	522.840	-0.087
P884	17660.000	522.965	0.125
P885	17680.000	522.923	-0.042
P886	17700.000	522.649	-0.274
P887	17720.000	522.476	-0.173
P888	17740.000	522.372	-0.104
P889	17760.000	522.341	-0.031
P890	17780.000	521.834	-0.507
P891	17800.000	520.825	-1.009
P892	17820.000	519.256	-1.569
P893	17840.000	519.072	-0.184
P894	17860.000	518.474	-0.598

P895	17880.000	517.368	-1.106
P896	17900.000	516.163	-1.205
P897	17920.000	515.173	-0.990
P898	17940.000	514.446	-0.727
P899	17960.000	513.883	-0.563
P900	17980.000	513.484	-0.399
P901	18000.000	513.226	-0.258
P902	18020.000	513.267	0.041
P903	18040.000	512.903	-0.364
P904	18060.000	512.295	-0.608
P905	18080.000	511.094	-1.201
P906	18100.000	510.147	-0.947
P907	18120.000	509.323	-0.824
P908	18140.000	508.528	-0.795
P909	18160.000	507.924	-0.604
P910	18180.000	507.458	-0.466
P911	18200.000	507.383	-0.075
P912	18220.000	507.862	0.479
P913	18240.000	508.714	0.852
P914	18260.000	510.185	1.471
P915	18280.000	511.508	1.323
P916	18300.000	512.751	1.243
P917	18320.000	514.121	1.370
P918	18340.000	515.406	1.285
P919	18360.000	516.689	1.283
P920	18380.000	518.258	1.569
P921	18400.000	520.023	1.765
P922	18420.000	522.383	2.360
P923	18440.000	523.514	1.131
P924	18460.000	521.838	-1.676
P925	18480.000	521.210	-0.628
P926	18500.000	520.038	-1.172
P927	18520.000	518.940	-1.098
P928	18540.000	517.902	-1.038
P929	18560.000	517.192	-0.710
P930	18580.000	517.002	-0.190
P931	18600.000	519.024	2.022
P932	18620.000	521.500	2.476
P933	18640.000	523.074	1.574
P934	18660.000	522.099	-0.975
P935	18680.000	520.335	-1.764
P936	18700.000	520.313	-0.022
P937	18720.000	521.706	1.393
P938	18740.000	523.152	1.446
P939	18760.000	523.722	0.570

P940	18780.000	523.679	-0.043
P941	18800.000	523.698	0.019
P942	18820.000	523.687	-0.011
P943	18840.000	523.698	0.011
P944	18860.000	522.934	-0.764
P945	18880.000	522.321	-0.613
P946	18900.000	521.792	-0.529
P947	18920.000	521.925	0.133
P948	18940.000	522.476	0.551
P949	18960.000	523.366	0.890
P950	18980.000	524.268	0.902
P951	19000.000	524.609	0.341
P952	19020.000	524.457	-0.152
P953	19040.000	524.338	-0.119
P954	19060.000	523.640	-0.698
P955	19080.000	522.719	-0.921
P956	19100.000	522.099	-0.620
P957	19120.000	521.575	-0.524
P958	19140.000	521.146	-0.429
P959	19160.000	520.887	-0.259
P960	19180.000	520.695	-0.192
P961	19200.000	520.549	-0.146
P962	19220.000	520.599	0.050
P963	19240.000	520.515	-0.084
P964	19260.000	520.326	-0.189
P965	19280.000	520.129	-0.197
P966	19300.000	520.116	-0.013
P967	19320.000	520.309	0.193
P968	19340.000	520.662	0.353
P969	19360.000	521.417	0.755
P970	19380.000	522.279	0.862
P971	19400.000	523.739	1.460
P972	19420.000	524.367	0.628
P973	19440.000	524.538	0.171
P974	19460.000	524.438	-0.100
P975	19480.000	524.558	0.120
P976	19500.000	524.864	0.306
P977	19520.000	525.130	0.266
P978	19540.000	525.621	0.491
P979	19560.000	526.228	0.607
P980	19580.000	526.563	0.335
P981	19600.000	526.958	0.395
P982	19620.000	527.435	0.477
P983	19640.000	527.436	0.001
P984	19660.000	527.453	0.017

P985	19680.000	527.437	-0.016
P986	19700.000	527.142	-0.295
P987	19720.000	526.681	-0.461
P988	19740.000	526.092	-0.589
P989	19760.000	525.553	-0.539
P990	19780.000	525.134	-0.419
P991	19800.000	524.909	-0.225
P992	19820.000	524.821	-0.088
P993	19840.000	524.737	-0.084
P994	19860.000	524.659	-0.078
P995	19880.000	524.572	-0.087
P996	19900.000	524.526	-0.046
P997	19920.000	524.503	-0.023
P998	19940.000	524.666	0.163
P999	19960.000	524.887	0.221
P1000	19980.000	524.971	0.084
P1001	20000.000	525.109	0.138
P1002	20020.000	525.217	0.108
P1003	20040.000	525.219	0.002
P1004	20060.000	525.135	-0.084
P1005	20080.000	524.977	-0.158
P1006	20100.000	524.763	-0.214
P1007	20120.000	524.369	-0.394
P1008	20140.000	524.191	-0.178
P1009	20160.000	524.320	0.129
P1010	20180.000	524.229	-0.091
P1011	20200.000	524.057	-0.172
P1012	20220.000	524.029	-0.028
P1013	20240.000	524.082	0.053
P1014	20260.000	523.995	-0.087
P1015	20280.000	524.191	0.196
P1016	20300.000	523.913	-0.278
P1017	20320.000	523.710	-0.203
P1018	20340.000	523.685	-0.025
P1019	20360.000	523.626	-0.059
P1020	20380.000	523.595	-0.031
P1021	20400.000	523.594	-0.001
P1022	20420.000	523.816	0.222
P1023	20440.000	524.241	0.425
P1024	20460.000	524.872	0.631
P1025	20480.000	524.723	-0.149
P1026	20500.000	524.175	-0.548
P1027	20520.000	523.213	-0.962
P1028	20540.000	521.642	-1.571
P1029	20560.000	520.059	-1.583

P1030	20580.000	518.357	-1.702
P1031	20600.000	517.711	-0.646
P1032	20620.000	517.083	-0.628
P1033	20640.000	516.567	-0.516
P1034	20660.000	517.083	0.516
P1035	20680.000	518.667	1.584
P1036	20700.000	521.047	2.380
P1037	20720.000	520.909	-0.138
P1038	20740.000	518.912	-1.997
P1039	20760.000	515.867	-3.045
P1040	20780.000	514.652	-1.215
P1041	20800.000	514.036	-0.616
P1042	20820.000	513.955	-0.081
P1043	20840.000	513.793	-0.162
P1044	20860.000	513.551	-0.242
P1045	20880.000	513.175	-0.376
P1046	20900.000	512.880	-0.295
P1047	20920.000	512.399	-0.481
P1048	20940.000	511.688	-0.711
P1049	20960.000	511.567	-0.121
P1050	20980.000	511.758	0.191
P1051	21000.000	512.176	0.418
P1052	21020.000	512.475	0.299
P1053	21040.000	512.756	0.281
P1054	21060.000	512.984	0.228
P1055	21080.000	513.640	0.656
P1056	21100.000	514.371	0.731
P1057	21120.000	515.159	0.788
P1058	21140.000	517.282	2.123
P1059	21160.000	519.610	2.328
P1060	21180.000	522.225	2.615
P1061	21200.000	523.518	1.293
P1062	21220.000	524.152	0.634
P1063	21240.000	524.332	0.180
P1064	21260.000	524.531	0.199
P1065	21280.000	524.932	0.401
P1066	21300.000	525.448	0.516
P1067	21320.000	525.566	0.118
P1068	21340.000	525.406	-0.160
P1069	21360.000	524.980	-0.426
P1070	21380.000	524.914	-0.066
P1071	21400.000	524.900	-0.014
P1072	21420.000	525.010	0.110
P1073	21440.000	524.949	-0.061
P1074	21460.000	525.080	0.131

P1075	21480.000	524.968	-0.112
P1076	21500.000	524.875	-0.093
P1077	21520.000	524.585	-0.290
P1078	21540.000	523.932	-0.653
P1079	21560.000	524.337	0.405
P1080	21580.000	524.315	-0.022
P1081	21600.000	523.302	-1.013
P1082	21620.000	523.154	-0.148
P1083	21640.000	522.842	-0.312
P1084	21660.000	522.381	-0.461
P1085	21680.000	523.055	0.674
P1086	21700.000	523.596	0.541
P1087	21720.000	523.879	0.283
P1088	21740.000	523.900	0.021
P1089	21760.000	523.827	-0.073
P1090	21780.000	523.767	-0.060
P1091	21800.000	523.658	-0.109
P1092	21820.000	523.536	-0.122
P1093	21840.000	523.398	-0.138
P1094	21860.000	522.547	-0.851
P1095	21880.000	521.902	-0.645
P1096	21900.000	521.387	-0.515
P1097	21920.000	521.324	-0.063
P1098	21940.000	521.452	0.128
P1099	21960.000	521.905	0.453
P1100	21980.000	522.918	1.013
P1101	22000.000	523.542	0.624
P1102	22020.000	523.702	0.160
P1103	22040.000	523.639	-0.063
P1104	22060.000	523.510	-0.129
P1105	22080.000	523.484	-0.026
P1106	22100.000	523.413	-0.071
P1107	22120.000	523.254	-0.159
P1108	22140.000	523.021	-0.233
P1109	22160.000	522.804	-0.217
P1110	22180.000	522.659	-0.145
P1111	22200.000	522.636	-0.023
P1112	22220.000	522.611	-0.025
P1113	22240.000	522.825	0.214
P1114	22260.000	523.275	0.450
P1115	22280.000	523.579	0.304
P1116	22300.000	523.730	0.151
P1117	22320.000	523.611	-0.119
P1118	22340.000	523.660	0.049
P1119	22360.000	523.752	0.092

P1120	22380.000	523.876	0.124
P1121	22400.000	523.959	0.083
P1122	22420.000	523.894	-0.065
P1123	22440.000	523.987	0.093
P1124	22460.000	523.550	-0.437
P1125	22480.000	523.070	-0.480
P1126	22500.000	522.537	-0.533
P1127	22520.000	522.653	0.116
P1128	22540.000	522.847	0.194
P1129	22560.000	523.402	0.555
P1130	22580.000	523.450	0.048
P1131	22600.000	523.475	0.025
P1132	22620.000	523.485	0.010
P1133	22640.000	523.212	-0.273
P1134	22660.000	523.053	-0.159
P1135	22680.000	523.074	0.021
P1136	22700.000	523.216	0.142
P1137	22720.000	523.235	0.019
P1138	22740.000	523.108	-0.127
P1139	22760.000	523.166	0.058
P1140	22780.000	523.177	0.011
P1141	22800.000	523.107	-0.070
P1142	22820.000	522.838	-0.269
P1143	22840.000	522.502	-0.336
P1144	22860.000	522.399	-0.103
P1145	22880.000	522.027	-0.372
P1146	22900.000	522.255	0.228
P1147	22920.000	522.720	0.465
P1148	22940.000	523.138	0.418
P1149	22960.000	523.694	0.556
P1150	22980.000	524.338	0.644
P1151	23000.000	524.598	0.260
P1152	23020.000	525.739	1.141
P1153	23040.000	524.893	-0.846
P1154	23060.000	524.608	-0.285
P1155	23080.000	524.270	-0.338
P1156	23100.000	523.901	-0.369
P1157	23120.000	523.501	-0.400
P1158	23140.000	523.098	-0.403
P1159	23160.000	522.750	-0.348
P1160	23180.000	522.575	-0.175
P1161	23200.000	522.412	-0.163
P1162	23220.000	522.143	-0.269
P1163	23240.000	521.919	-0.224
P1164	23260.000	521.981	0.062

P1165	23280.000	522.490	0.509
P1166	23300.000	522.798	0.308
P1167	23320.000	522.929	0.131
P1168	23340.000	522.918	-0.011
P1169	23360.000	522.936	0.018
P1170	23380.000	523.183	0.247
P1171	23400.000	523.791	0.608
P1172	23420.000	523.914	0.123
P1173	23440.000	524.204	0.290
P1174	23460.000	524.778	0.574
P1175	23480.000	525.370	0.592
P1176	23500.000	525.886	0.516
P1177	23520.000	526.240	0.354
P1178	23540.000	526.624	0.384
P1179	23560.000	526.799	0.175
P1180	23580.000	525.902	-0.897
P1181	23600.000	525.612	-0.290
P1182	23620.000	526.437	0.825
P1183	23640.000	528.910	2.473
P1184	23660.000	530.778	1.868
P1185	23680.000	531.923	1.145
P1186	23700.000	530.044	-1.879
P1187	23720.000	529.679	-0.365
P1188	23740.000	530.355	0.676
P1189	23760.000	532.092	1.737
P1190	23780.000	532.929	0.837
P1191	23800.000	533.468	0.539
P1192	23820.000	533.812	0.344
P1193	23840.000	534.133	0.321
P1194	23860.000	534.559	0.426
P1195	23880.000	535.200	0.641
P1196	23900.000	536.872	1.672
P1197	23920.000	539.034	2.162
P1198	23940.000	541.923	2.889
P1199	23960.000	544.584	2.661
P1200	23980.000	547.192	2.608
P1201	24000.000	549.708	2.516
P1202	24020.000	551.274	1.566
P1203	24040.000	552.282	1.008
P1204	24060.000	552.705	0.423
P1205	24080.000	553.084	0.379
P1206	24100.000	553.560	0.476
P1207	24120.000	554.258	0.698
P1208	24140.000	554.852	0.594
P1209	24160.000	555.261	0.409

P1210	24180.000	555.166	-0.095
P1211	24200.000	554.616	-0.550
P1212	24220.000	554.027	-0.589
P1213	24240.000	553.505	-0.522
P1214	24260.000	553.356	-0.149
P1215	24280.000	553.073	-0.283
P1216	24300.000	552.482	-0.591
P1217	24320.000	551.857	-0.625
P1218	24340.000	551.447	-0.410
P1219	24360.000	551.187	-0.260
P1220	24380.000	550.241	-0.946
P1221	24400.000	549.282	-0.959
P1222	24420.000	548.529	-0.753
P1223	24440.000	547.376	-1.153
P1224	24460.000	545.901	-1.475
P1225	24480.000	543.980	-1.921
P1226	24500.000	542.608	-1.372
P1227	24520.000	541.732	-0.876
P1228	24540.000	541.318	-0.414
P1229	24560.000	540.837	-0.481
P1230	24580.000	540.755	-0.082
P1231	24600.000	541.475	0.720
P1232	24620.000	541.623	0.148
P1233	24640.000	541.387	-0.236
P1234	24660.000	540.725	-0.662
P1235	24680.000	539.971	-0.754
P1236	24700.000	539.077	-0.894
P1237	24720.000	538.098	-0.979
P1238	24740.000	537.213	-0.885
P1239	24760.000	536.238	-0.975
P1240	24780.000	535.263	-0.975
P1241	24800.000	534.655	-0.608
P1242	24820.000	534.383	-0.272
P1243	24840.000	534.454	0.071
P1244	24860.000	534.437	-0.017
P1245	24880.000	534.237	-0.200
P1246	24900.000	533.790	-0.447
P1247	24920.000	533.250	-0.540
P1248	24940.000	532.700	-0.550
P1249	24960.000	532.093	-0.607
P1250	24980.000	530.346	-1.747
P1251	25000.000	528.852	-1.494
SOMME L	12000.000	somme DH	6.544

TABLEAU.III. 1:calcul des déclivités

$$\frac{H}{L} = \left| \frac{6.544}{12000} \right| = 0.00545. Dc = 0.054 \%$$

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	Dc<1.5%
2a	Plat mais inondable	Dc=1.5%
2b	Terrain vallonné	1.5%<Dc≤4%
3	Terrain montagneux	Dc>4%

TABLEAU.III. 2:Le Classification du terrain Dénivelée cumulée.

La sinuosité est un indicateur utilisé en génie routier pour mesurer à quel point une route est courbée ou sinueuse.

- Une route droite → sinuosité faible
- Une route avec beaucoup de virages → sinuosité élevée

Calcul de la sinuosité :

La sinuosité σ est le rapport entre la longueur des parties courbes **Ls** et la longueur totale de l'itinéraire **L**

- Ls : longueur des courbes (rayon ≤ 200 m)
- L : longueur totale de la route

Dans notre cas :

L= 12000m

Ls= 0

$\sigma = 0 \rightarrow$ Caractéristique d'une sinuosité faible (tableau 3).

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

TABLEAU.III. 3:5sinuosité.

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

TABLEAU.III. 4:Environnement de la route

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

Dans notre cas : Un terrain Plat /Une Sinuosité Faible / l'environnement de la route E1 (tableau 3-4).

III.4. Catégorie de la route :

Selon la B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) les routes sont classées en Cinq catégories fonctionnelles, correspondants aux finalités économiques et administratives).

- **Les Cinq catégories de la route sont :**

1. CAT 1 : Liaison entre les grands centres économiques.
2. CAT 2 : Liaison entre d'industrie de transformation et d'industrie légère.
3. CAT 3 : Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïras non desservie par le réseau de CAT1 et CAT 2.
4. CAT 4 : Liaison des centres de vie non relie au réseau de CAT 1-2-3.
5. CAT 5 : Routes et pistes non comprises dans les CAT précédente.

Dans le cas de notre projet, et après l'analyse des données il s'avère que La catégorie de notre projet rentre dans la CAT 2

III.5. La vitesse de référence :

La vitesse de référence correspond à la vitesse à laquelle les véhicules peuvent circuler dans des conditions normales d'exploitation, tout en permettant aux véhicules les plus rapides de se déplacer sans gêne.

Elle est déterminée en fonction de l'importance de la liaison assurée par la section de route, ainsi que des caractéristiques géographiques et environnementales.

Ainsi, la vitesse de référence dépend principalement de la catégorie de la route et de son environnement (relief, milieu urbain ou rural, conditions climatiques, etc.).

Environnement Catégorie	E1	E 2	E3
CAT 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 4	100-80-60	80-60-40	60-40
CAT 5	80-60-40	40 60	40

TABLEAU.III. 5: La vitesse de référence.

Pour notre projet et après analyse des données il s'avère que $V_r = 80\text{km/h}$.

CHAPITRE IV : ETUDE DU TRAFIC

IV.1. Généralité :

Pour résoudre la majorité des problèmes liés à l'aménagement et à l'exploitation des infrastructures routières, il est indispensable de connaître les différents flux de circulation, leur formation, ainsi que leur origine et leur destination.

L'étude du trafic constitue un outil fondamental pour analyser les mouvements de circulation à l'échelle d'un pays ou d'une région. Elle représente une composante essentielle des études de transport et joue un rôle déterminant dans la conception des réseaux routiers.

En effet, la conception des infrastructures routières repose en grande partie sur la prévision du trafic, qui permet de :

- définir les caractéristiques techniques des différents tronçons ;
- évaluer la rentabilité économique des projets ;
- estimer les coûts d'entretien et d'exploitation.

IV.2. Différents Types De Trafic :

Dans le cadre de l'étude du trafic routier, il est essentiel de définir les principaux termes utilisés :

- **Trafic de transit :**
Il correspond aux déplacements dont l'origine et la destination sont situées en dehors de la zone étudiée. Ce type de trafic est important pour évaluer la nécessité de réaliser des déviations.
- **Trafic d'échange :**
Il concerne les déplacements ayant soit leur origine, soit leur destination à l'intérieur de la zone étudiée. Il est utile pour identifier et aménager les points d'échange.
- **Trafic local :**
Il regroupe les déplacements effectués entièrement à l'intérieur de la zone étudiée.
- **Trafic Journalier Moyen Annuel (T.J.M.A) :**
Il représente le volume total de trafic enregistré sur une année, divisé par 365 jours.
- **Unité de Véhicule Particulier (U.V.P) :**
Elle permet d'exprimer le trafic en tenant compte de l'impact différent des véhicules, notamment des poids lourds, auxquels est appliqué un coefficient multiplicateur (généralement égal à 2).
- **Trafic aux heures de pointe :**
Il correspond aux périodes de forte circulation, généralement observées le matin (HPM) et le soir (HPS).
- **Trafic de fin de semaine :**
Il représente le volume de circulation observé durant les week-ends.
- **Trafic journalier moyen d'été :**
Il est particulièrement important dans les régions à forte activité estivale, où le trafic augmente significativement.

Analyse des trafics existants

L'analyse du trafic existant constitue une étape essentielle dans l'élaboration d'un projet routier. Elle vise à caractériser les conditions réelles de circulation des usagers afin d'adapter les solutions d'aménagement.

Cette analyse repose sur plusieurs paramètres fondamentaux, notamment :

- le volume du trafic sur les principaux axes ;
- la composition du trafic selon les types de véhicules (légers, poids lourds, etc.) ;
- les conditions de circulation (fluidité, vitesse, contraintes) ;
- le niveau de saturation du réseau ;
- l'origine et la destination des déplacements.

Ces éléments permettent d'évaluer les performances du réseau existant et de proposer des aménagements adaptés aux besoins actuels et futurs.

IV.3. Mesure Des Trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

IV.4. Comptage du trafic

Pour la collecte des données de trafic, plusieurs méthodes de comptage sont utilisées. Elles consistent à enregistrer le nombre et la nature des véhicules circulant sur une voie donnée, afin de caractériser le trafic.

Les principales méthodes de comptage sont les suivantes :

- **Comptages manuels :**
Ils sont réalisés par des enquêteurs qui observent et enregistrent directement le passage des véhicules. Cette méthode permet de déterminer la composition du trafic, notamment la proportion de poids lourds et de transports en commun. Les résultats sont généralement exprimés en trafic journalier moyen annuel (T.J.M.A).
- **Comptages automatiques :**
Ils sont effectués à l'aide d'appareils enregistreurs installés sur la chaussée, souvent basés sur des capteurs pneumatiques constitués de tubes en caoutchouc placés en travers de la voie. Ces dispositifs permettent de collecter des données de manière continue. On distingue les comptages permanents, réalisés sur de longues périodes, et les comptages temporaires, effectués sur des durées limitées.

IV.5. Enquêtes origine-destination :

Il est souvent nécessaire de compléter les informations obtenues à partir des comptages de trafic par des données relatives à la nature des déplacements ainsi qu'à l'orientation des flux. Pour cela, différentes méthodes d'enquête peuvent être utilisées selon les besoins de l'étude.

Parmi ces méthodes, l'**enquête origine-destination** permet d'identifier les points de départ et d'arrivée des usagers, ainsi que les relations entre les différentes zones de déplacement.

Lorsque cette enquête est réalisée sur l'ensemble des accès d'une zone déterminée, telle qu'une agglomération, une ville ou un quartier, elle est appelée **enquête cordon**. Cette méthode permet notamment d'évaluer les flux de trafic entre les différentes zones et de recenser les déplacements interzonaux.

Les résultats de ces enquêtes sont essentiels pour analyser la répartition des déplacements et orienter les choix d'aménagement du réseau routier.

IV.6. Calcul De La Capacité :

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

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

IV.7. Calcul Du Trafic Effectif :

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

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

Avec :

Teff : trafic effectif à l'horizon.

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

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

TABLEAU.IV. 1: Valeurs du coefficient P

IV.8. Débit De Pointe Horaire Normal :

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

$$Q = I_n \times t_{eff}$$

Avec :

$l\eta$: Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

IV.9. Débit Horaire Admissible :

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

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

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Env. et CAT	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

TABLEAU.IV. 2: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Env	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0.90à0.96

TABLEAU.IV. 3: Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.

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

TABLEAU.IV. 4: Valeurs de la capacité théorique.

IV.10. Application au projet.

D'après les résultats du trafic qui nous ont été fournis par la DTP de la wilaya de Tamanrasset et qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année de compactage 2022 TMJA = 3000 V/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 5\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_b = 80 \text{ km/h}$.

- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 50\%$
- L'année de mise en service sera en 2025
- Environnement (E1) - Catégorie (CAT2).
- La durée de vie estimée à 20 ans.

IV.11. Projection future du projet.

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

$$TJMA_{2025} = (1+0.05)^3 \times 3000$$

$$TJMA_{2025} = 3473 \text{ v/j}$$

$$TJMA_h = (1 + \tau)^n \times TJMA_h$$

$$TJMA_{2045} = (1+0.05)^{20} \times 3473$$

$$TJMA_{2045} = 9215 \text{ v /j}$$

IV.12. Trafic Effectif.

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

- Année de mise en service

$$T_{eff_{2025}} = [(1-0.5) + 3 \times 0.5] \times 3473$$

$$T_{eff_{2025}} = 6946 \text{ uvp/j}$$

- Année horizon

$$T_{eff_{2045}} = [(1-0.5) + 3 \times 0.5] \times 9215$$

$$T_{eff_{2045}} = 18430 \text{ uvp/j}$$

IV.13. Débit de point horaire normal.

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

- $Q_{2025} = 0.12 \times 6946$

- $Q_{2025} = 833.5$

- $Q_{2045} = 0.12 \times 18430$

- $Q_{2045} = 2211.6 \text{ uvp/h}$

IV.14. Debit horaire admissible.

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

Le débit que supporte une section donnée :

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1 (d'après le B40)

K2 : coefficient correcteur pris égala 1.00 pour environnement (E1) et catégorie (C2) (d'après le B40)

Cth : capacité théorique

Cth= 2000(d'après le **B40** pour **E1**, **C1** et pour une chaussée à **2 voies**).

- $Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 2000$
 $Q_{adm} = 1500 \text{ uvp/h /sens}$

IV.15. Calcul nombre des voies.

Cas d'une chaussée unidirectionnelle $N = S \times Q / Q_{adm}$

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

$$N = (2/3) \times (2211.6/1500)$$

$$N = 0.98 = \mathbf{1 \text{ voie /sens.}}$$

IV.16. Calcul de l'année de saturation de 1x2 voies.

- $Q_{saturation} = 2 \times Q_{adm}$
- $Q_{saturation} = 4 \times 1500 = 3000 \text{ uvp/h}$
- $n = \frac{\ln(\frac{Q_{sat}}{Q})}{\ln(1+p)}$
- $n = \frac{\ln(\frac{3000}{1500})}{\ln(1+0.05)}$
- $n = 14 \text{ ans}$

D'où notre route sera saturée dans 14 ans après la mise en service donc l'année de saturation est 2039.

CHAPITRE V : PARAMETRES CINEMATIQUE

V.1. Distance d'arrêt.

La distance d'arrêt d'un véhicule est la distance nécessaire à un véhicule pour s'arrêter. Cette distance dépend de la vitesse du véhicule et de nombreux autres facteurs. Pour des raisons de sécurité et de maîtrise du véhicule, une distance d'arrêt conventionnelle théorique nécessaire est généralement calculée sur la base de la vitesse. Cette distance est le cumul de la distance de freinage, distance conventionnelle nécessaire à un véhicule pour passer de sa vitesse initiale à la vitesse nulle, et de la distance de perception-réaction, distance parcourue par un véhicule à vitesse constante pendant le temps de perception-réaction du conducteur.

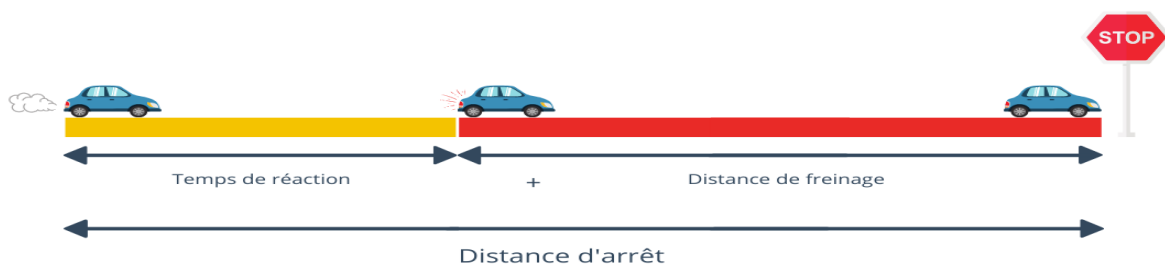


FIGURE.V. 1:Distance de freinage.

Dans le cas général, la route est déclive c'est-à-dire elle est en rampe ou en pente

Dans ce cas la formule d0 sera :

$$\frac{4}{1000} X \frac{v^2}{(ft + e)}$$

Rampe

$$\frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(fri + e)}$$

Pente :

$$\frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(fri - e)}$$

En palier (e=0) on aura

$$\frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(frl)}$$

Vr : Vitesse de référence en Km/h.

e : Déclivité.

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

Le coefficient de frottement longitudinal f varie avec l'état des pneus de la chaussée
Comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

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

TABLEAU.V. 1: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.

D'après les valeurs du tableau des normes B40 et en ce qui concerne notre projet

On a **f_l** = **0.39**.

V.2. Temps de réaction :

Lorsqu'un obstacle apparaît sur la route, il est souvent imprévisible, ce qui nécessite un certain délai pour que le conducteur en prenne conscience et réagisse. Ce délai est appelé temps de perception et de réaction.

Ce temps correspond à la durée nécessaire pour identifier la nature du danger, prendre une décision et commencer à agir (freinage ou manœuvre). Il varie d'un individu à un autre en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'état psychique, les capacités physiologiques, l'expérience de conduite et les conditions de circulation.

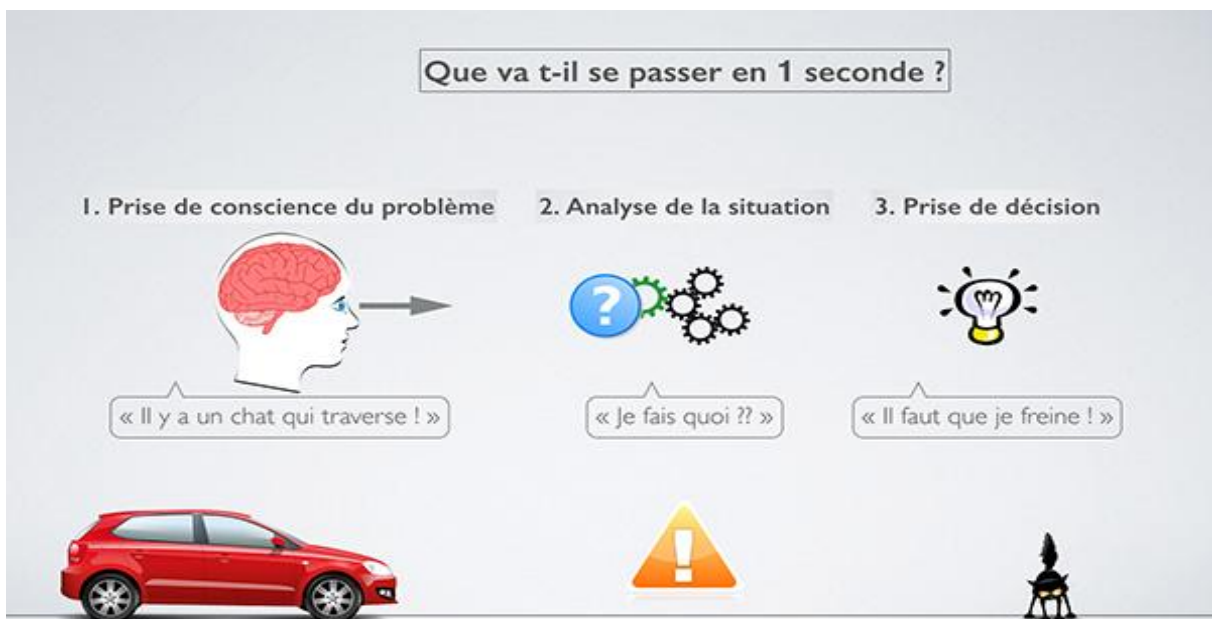


FIGURE.V. 2: Temps de réaction

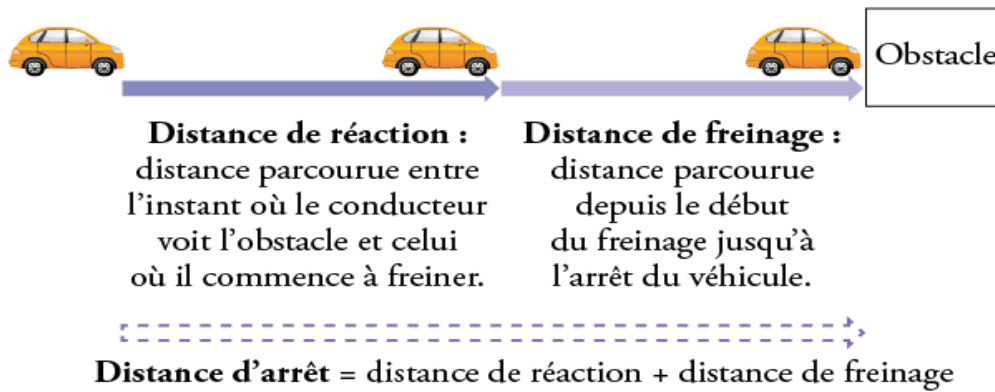


FIGURE.V. 3:Distance de freinage

Dans Une Attention Concentrée : $T = 1.2 \text{ S}$.
 Pour Un Obstacle Imprévisible $T = 0.6 \text{ S}$.
 Pour Un Obstacle Prévisible On Prend $T = 1.8 \text{ S}$ Par Rapport A La Catégorie Et La Vitesse :

CAT Env	CAT 1-2		CAT 3-4-	
VITESSE >	80	80	60	60
E1 et E2	1.8s	2s	1.8s	2s
E3	1.8s			

TABLEAU.V. 2:Les valeurs du temps de perception réaction t en fonction de E, CAT et Vr.

V.3. Distance D'arrêt :

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

Nature de route T(s)	Alignement droit	Courbe
1.8	$D1 = d0 + 0.50v$	$D1 = 1.25d0 + 0.50v$
2	$D1 = d0 + 0.55v$	$D1 = 1.25d0 + 0.55v$

Tableau 5-3Lois de distance d'arrêt.

D1 : distance d'arrêt.

D0 : distance de freinage.

V : vitesse (km/h).

V.4. Manœuvre De Dépassement :

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

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

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

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

TABLEAU.V. 3: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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



FIGURE.V.4: Espacement entre véhicule.

V.5. Espacement entre deux véhicules

- L'espacement entre deux véhicules est une notion essentielle en sécurité routière. Il correspond à la distance que doit maintenir un conducteur entre son véhicule et celui qui le précède.

- Cette distance dépend directement de la vitesse de circulation. Elle est généralement définie comme la distance parcourue pendant un intervalle de deux secondes, durée supérieure au temps moyen de réaction du conducteur.
- Ainsi, si deux véhicules circulent à la même vitesse et disposent de capacités de freinage similaires, le respect de cet espacement permet d'éviter tout risque de collision en cas de ralentissement ou d'arrêt brusque du véhicule de tête.

$$E = 8 + 0.2V + 0.003V^2$$

V.6. Application Au Projet :

V.6.1. Distance de freinage :

PROJET on a fl : 0.39

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{v^2}{(ft + e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{80^2}{(0.39)}$$

$$d_0 = 65.64 \text{ m}$$

Rampe :

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{v^2}{(ft + e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{80^2}{(0.39 - 0.052)}$$

$$d_0 = 57.91 \text{ m}$$

Pente :

$$e = 0.052$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(fri - e)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(0.39 + 0.052)}$$

$$d_0 = 57.91 \text{ m}$$

En palier (e=0) on aura :

$$d_0 = \frac{4}{1000} X \frac{vr^2}{(fri)}$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{(0.39)}$$

$$d_0 = 65.64 \text{ m}$$

V.7. Distance d'arrêt :

En alignement droit :

$$\text{On a } V_r = 80 \text{ km/h } t = 2 \text{ s} \longrightarrow d = d_0 + 0.55V_r$$

- **En palier :** $d = 65.64 + (0.55 \times 80) = 109.64 \text{ m} .$
- **En rampe :** $d = 57.91 + (0.55 \times 80) = 101.91 \text{ m} .$
- **En pente :** $d = 75.73 + (0.55 \times 80) = 119.73 \text{ m} .$

En courbe :

$$\text{On a : } V_r = 80 \text{ km/h } t = 2 \text{ s} \longrightarrow d = 1.25 d_0 + 0.55V_r$$

$$\text{En palier : } d = 1.25 \times 65.64 + (0.55 \times 80) = 126.05 \text{ m}$$

$$\text{En rampe : } d = 1.25 \times 57.91 + (0.55 \times 80) = 116.38 \text{ m}$$

$$\text{En pente : } d = 1.25 \times 75.73 + (0.55 \times 80) = 144 \text{ m}$$

$$D_{vd} = 320 \text{ m} \quad d_{vdN} = 480 \text{ m} \longrightarrow d_{md} = 200 \text{ m (Tableau)}$$

Espacement entre véhicules :

$$E = 8 + 0.2v + 0.003v^2$$

$$E = 8 + 0.2(80) + 0.003(80)^2 = 43.2$$

$$\mathbf{E = 43m.}$$

CHAPITRE VI : TRACE EN PLAN

VI.1. Introduction :

Lors de l'élaboration d'un projet routier, l'ingénieur doit, dans un premier temps, déterminer le couloir optimal de la route au sein du site étudié.

Le tracé en plan correspond à la projection de l'axe de la route sur un plan horizontal, généralement représenté sur une carte topographique ou à l'aide de courbes de niveau. Il est constitué d'une succession de sections droites raccordées par des courbes.

Les caractéristiques géométriques des éléments composant ce tracé doivent garantir des conditions optimales de sécurité, de confort et de stabilité pour les usagers. Elles sont définies conformément aux normes et règlements en vigueur, en fonction notamment de la vitesse de référence et des conditions d'adhérence de la chaussée, liées au coefficient de frottement de la surface de roulement.

VI.2. La Vitesse De Référence (De Base) :

La vitesse de référence (v_b) est un paramètre fondamental utilisé pour définir les caractéristiques géométriques minimales des aménagements routiers, notamment au niveau des points singuliers, afin d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

Cette vitesse doit rester aussi constante que possible sur l'ensemble du tracé. Toute variation importante ne doit être introduite qu'en présence d'une discontinuité clairement perceptible par l'utilisateur, telle que la traversée d'une agglomération ou un changement notable du relief.

VI.3. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation

VI.4. Paramètres Fondamentaux (B40) :

Pour le cas de notre projet d'après les normes la route à aménager on opte pour une vitesse de référence de 80 km/h qui correspond à la catégorie L1 selon la norme établie par l'ICTAAL 2000.

VI.5. Règles et principes du tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans la 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 :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à **RHnd** (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- 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 le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé.

VI.6. Les Eléments Du Tracé En Plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement (CR) de courbures progressives.

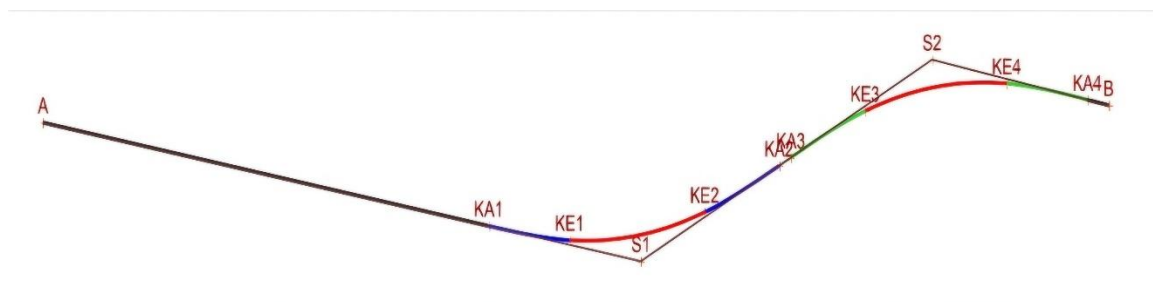


FIGURE.VI. 1: les éléments d'un tracé en plan

VI.7. Alignements droits :

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, Ove, S, ou à sommet. La longueur maximale **L max** est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

Avec V en :

$$L \text{ min} = 5v \rightarrow (\text{m/s}); L \text{ max} = 60 v \rightarrow (\text{m/s}).$$

Pour des raisons de sécurité de circulation et d'esthétique, on évitera les cas particuliers Suivants :

- Réunion de 2 longues courbes par un alignement court

Solution : alignement à supprimer.

- Réunion de 2 longues alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon.

Solution : augmenter le rayon de sa courbe.

➤ Remarque

Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).

Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu **RHm** avec :

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

TABLEAU.VI. 1:Dévers en fonction de l'environnement.

VI.8. Courbes en Plan :

IV.8.1 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.

$$R_{Hm} = \frac{vr^2(km/m)}{127(d+ft)}$$

IV.8.2 Le rayon minimal normal RHN :

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

$$R_{Hm} = \frac{(vr+20)^2}{127(d+ft)}$$

IV.8.3 Le rayon au devers minimal RHd :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé.

$$\frac{v_r}{127(2\ d_{min})}$$

$d_{min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$ en catégorie 3– 4

IV.8.4 Le rayon non déversé RH_{nd} :

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

$$\frac{v_r^2}{127(f' - d_{min})}$$

IV.8.5. Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
d min	2.50% -	2.50% -	3%	3%	4%
d max	7%	7%	8%	8%	9%

TABLEAU.VI. 2:Dévers

IV.8.6. Détermination du coefficient transversal f_t

Vr	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

TABLEAU.VI. 3:Valeur du coefficient f_t

IV.8.7. Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie :

Tableau 0-4Valeur du coefficient « F'' ».

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5

F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075
------------	------	------	------	-------	-------

TABLEAU.VI. 4:Valeur du coefficient « F'' ».

Vitesse réf	80km /h
Dmax	7 %
Dmin	-2,50 %
d=dmax-2%	5%
Ft	0,13
f''	0,06

TABLEAU.VI. 5:Tableau récapitulatif

IV.8.8. Rayons en plan d'après les normes B40 :

RHm	250,00 m
d(RHm)	7,0%
RHN	400,00 m
d(RHN)	5,0%
RHd	1000,00 m
d(RHd)	2,5%
RHnd	1500,00 m
d(RHnd)	-2,5%

TABLEAU.VI. 6:Les rayons en plan selon B40

$$RHm = \frac{vr^2 \text{ Km/m}}{127(d+ft)} = \frac{80^2}{127(0,07+0,13)}$$

$$RHm = 251.9 \text{ m}$$

$$RHn = \frac{(vr+20)^2}{127(d+ft)} = \frac{(80+20)^2}{127(0,07+0,13)}$$

$$RHn = 393.70 \text{ m}$$

$$RHd = \frac{vr^2}{127(2 \text{ dmin})} = \frac{vr^2}{127(2 \times 0,025)}$$

$$RHd = 1007.87 \text{ m}$$

$$RHnd = \frac{vr^2}{127(f'' - dmin)} = \frac{80^2}{127(0.06 - 0.025)}$$

RHnd = 1439.82 m.

Rayons en plan	Calculs (M)	NORMES B40 (M)
RHm	251,9	220
RHn	393,7	375
RHd	1007	800
RHnd	1439,82	1200

RAYONS EN PMAN

IV.9. Visibilité en courbe :

Dans un virage, la visibilité peut être réduite du côté intérieur de la courbe en raison de la présence d'un talus de déblai, d'une construction ou d'une végétation dense.

Afin de garantir une distance de visibilité suffisante pour le conducteur, il est nécessaire d'intervenir sur ces obstacles, soit en reculant le talus, soit en supprimant ou en dégagant les éléments gênants sur une largeur appropriée.

À défaut, une autre solution consiste à augmenter le rayon de la courbe, de manière à améliorer les conditions de visibilité et à assurer la sécurité des usagers.

IV.10. Sur largeur Un long :

Un véhicule à deux essieux circulant dans un virage occupe, en plan, une largeur de chaussée supérieure à celle correspondant à son gabarit en alignement droit. Ce phénomène est dû à la trajectoire des roues arrière, qui ne suivent pas exactement celle des roues avant.

Afin d'éviter que le véhicule n'empiète sur la voie adjacente, il est nécessaire d'aménager une **surlargeur** de la chaussée dans les courbes.

Cette surlargeur est généralement déterminée par la relation suivante :

$$S = \frac{50}{R}$$

où :

- S : surlargeur (en mètres)
- R : rayon de la courbe (en mètres)

IV.11. Courbes de raccordements :

La simple succession d'alignements droits et d'arcs de cercle ne suffit pas à assurer un tracé routier satisfaisant. Il est donc nécessaire d'introduire des raccordements à courbure progressive, permettant d'éviter les variations brusques de courbure lors du passage d'un alignement à une courbe, ou entre deux courbes circulaires.

Ces raccordements, généralement réalisés à l'aide de courbes de transition, ont pour objectifs de :

- garantir la stabilité transversale du véhicule ;
- améliorer le confort des usagers ;
- assurer une transition progressive de la forme de la chaussée (dévers) ;
- offrir un tracé harmonieux, fluide et esthétiquement satisfaisant.

IV.12. Clothoïde :

La clothoïde est une courbe plane en forme de spirale, caractérisée par une variation progressive de sa courbure. Son rayon de courbure décroît continuellement, passant d'une valeur infinie à l'origine (correspondant à un alignement droit) à une valeur finie au point de raccordement avec la courbe circulaire.

La particularité de la clothoïde réside dans le fait que sa courbure varie linéairement en fonction de la longueur de l'arc. Ainsi, lorsqu'elle est parcourue à vitesse constante, la variation de l'accélération transversale reste uniforme.

Cette propriété présente un avantage majeur en matière de confort et de sécurité, car elle évite les changements brusques de direction et assure une transition progressive entre l'alignement droit et la courbe circulaire.

IV.13. Expression mathématique de la Clothoïde :

1. La Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.
2. $K = C.L$
3. On pose: $1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A$

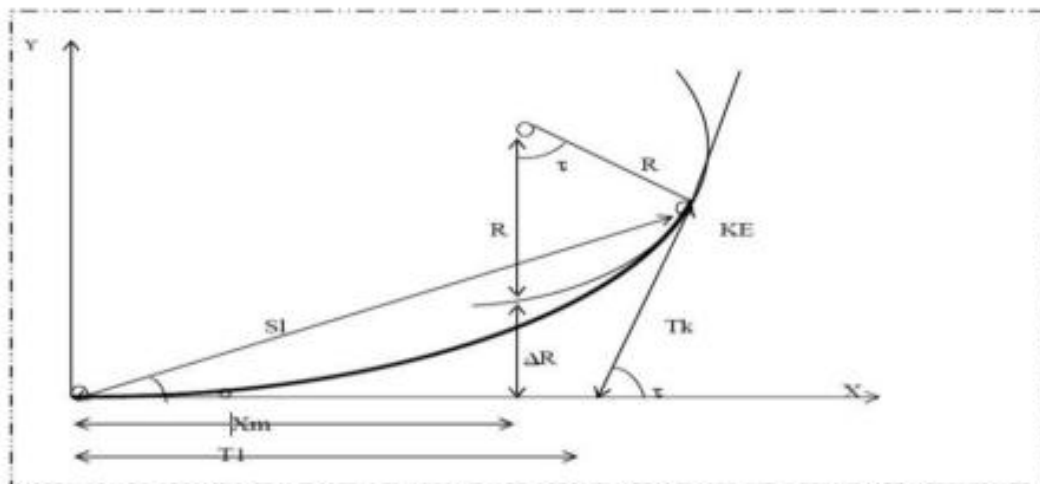


FIGURE.VI. 2: Élément de la Clothoïde

R : rayon du cercle.

KA : origine de la Clothoïde.

KE : extrémité de la Clothoïde.

ΔR : ripage : $\Delta R = L^2 / 24 * R$

τ : angle des tangentes :

$$\tau = L / 2 * R$$

TC : tangente courte.

TL : tangente longue σ : angle polaire.

SL : corde KE KA.

M : centre du cercle d'abscisse X_m .

X_m : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

Y_m : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

X : abscisse de KE

Y : ordonnée de KE

IV.14. Longueur de la Clothoïde :

La longueur de la Clothoïde doit satisfaire les trois conditions suivantes :

Condition d'optique : Pour la condition d'optique, on adoptera les conditions suivantes :

$$\tau \geq 3'' \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

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

$$\boxed{R/3 \leq A \leq R}$$

Règle générale (B40) :

$$\text{✚ } R \leq 1500m \quad \Delta R = 1m \quad (\text{éventuellement } 0.5m)$$

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

$$\text{✚ } 1500 < R \leq 5000m$$

$$\boxed{L \geq R/9}$$

$$\text{✚ } R > 5000m \quad \Delta R = 2.5m$$

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

Condition de gauchissement :

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

Condition :

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

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

Condition de confort dynamique :

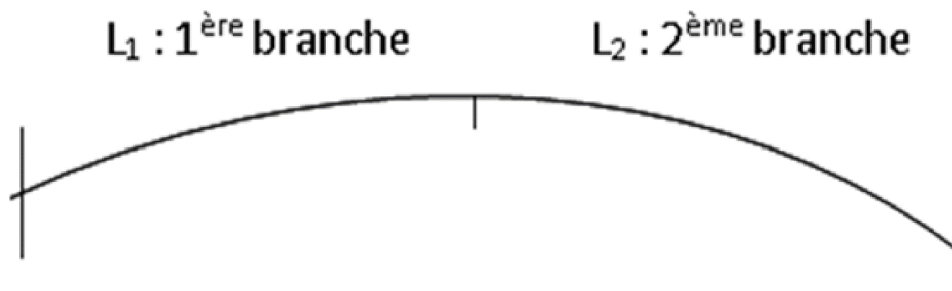
Cette condition consiste à limiter le temps de parcours t du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L \leq \frac{vr^2}{18} \left[\frac{vr^2}{127R} - \Delta d \right]$$

Finalement, la longueur de la Clothoïde sera le Max entre les L des 3 conditions.

IV.15. Vérification de non chevauchement :

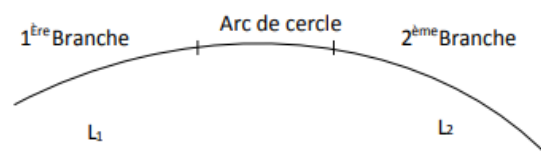
1er cas : $\tau < \tau_c$: Les deux alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde donc non chevauchement.



➤ Clothoïde sans arc de cercle :

2ème cas :

$\tau = \tau_c$: les 2 alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde sans Arc de cercle.



➤ Clothoïde avec arc de cercle :

3ème cas : $\tau > \tau_c$: la construction de la Clothoïde est impossible == chevauchement



➤ **Clothoïde impossible.**

Pour résoudre le problème, il faut jouer avec les 2 inconnues **L** et **R** et comme **L** est Limitée par les 3 conditions précédentes (condition d'optique, de gauchissement et de Confort dynamique).

La seule solution est d'augmenter le rayon.

IV.16. Conclusion :

Donc les règles de dimensionnements du tracé en plan visent à grandir de bonnes conditions de sécurités et confort adapté à chaque catégorie de route.

CAPITRE VII : PROFIL EN LONG

VII.1. Définition :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. 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 tracé et une bonne perception des points singuliers. Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

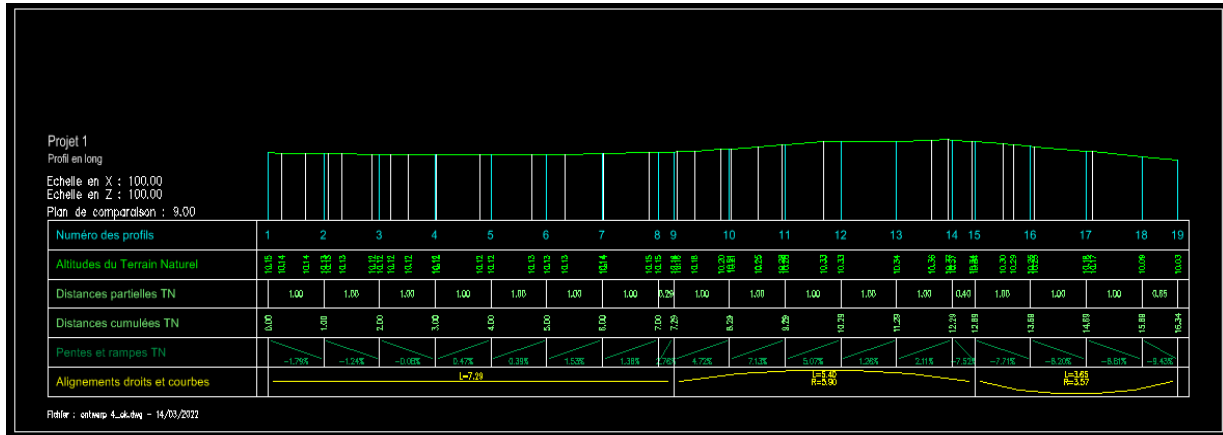


FIGURE.VII. 1:Profil en long

VII.2. Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge, représentant le profil en long du projet, ne doit pas être établi de manière arbitraire. Il doit répondre à un ensemble d'exigences liées au confort des usagers, à la sécurité, à la visibilité ainsi qu'à l'évacuation des eaux pluviales.

À cet effet, plusieurs conditions doivent être respectées :

- adapter le tracé au terrain naturel afin de limiter les travaux de terrassement, souvent coûteux ;
- rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et de remblais ;
- respecter les pentes maximales prescrites par la réglementation ;
- éviter le maintien de fortes pentes sur de longues distances ;
- limiter les hauteurs excessives de remblais ;
- assurer le raccordement avec les réseaux et infrastructures existants ;
- réaliser les changements de pente (sommets et creux) à l'aide de courbes paraboliques pour garantir une transition progressive ;
- veiller à une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

VII.3. Eléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segment de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires. Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude de la ligne du projet
- La déclivité de la ligne du projet

VII.4. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent à :

Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

R vertical > **6 × R horizontal**, pour éviter un défaut d'inflexion.

Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

La conception du profil en long doit prendre en compte plusieurs contraintes techniques liées à la sécurité et au confort des usagers. En effet, la pente de la route doit être limitée afin de

VII.5. Déclivité :

garantir un freinage efficace en descente et de ne pas solliciter excessivement la puissance des véhicules en montée.

La déclivité est définie comme la tangente de l'angle formé entre la ligne rouge du profil en long et l'horizontale. Elle s'exprime généralement en pourcentage.

Selon le sens du mouvement, on distingue :

- la **pente**, lorsqu'il s'agit d'une descente ;
- la **rampe**, lorsqu'il s'agit d'une montée.

VII.6. Déclivité minimum :

Les tronçons de route strictement horizontaux, appelés « en palier », doivent être évités autant que possible. En effet, la pente transversale de la chaussée ne suffit pas à assurer une bonne évacuation des eaux pluviales.

Il est nécessaire de prévoir une pente longitudinale minimale afin de faciliter l'écoulement des eaux vers les fossés ou les dispositifs de drainage, qui doivent eux-mêmes présenter une inclinaison adéquate.

À ce titre, il est recommandé d'éviter les pentes inférieures à 1 %, et en particulier celles inférieures à 0,5 %, afin de prévenir tout risque de stagnation des eaux sur la chaussée.

VII.7. Déclivité maximum :

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%.

Vr (km/h)	40	60	80	100	120	140
I _{max}	8	7	6	5	4	4

TABLEAU.VII. 1:Valeur de déclivité maximale (NormesB40)

VII.8. Les raccords en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long.

Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccords :

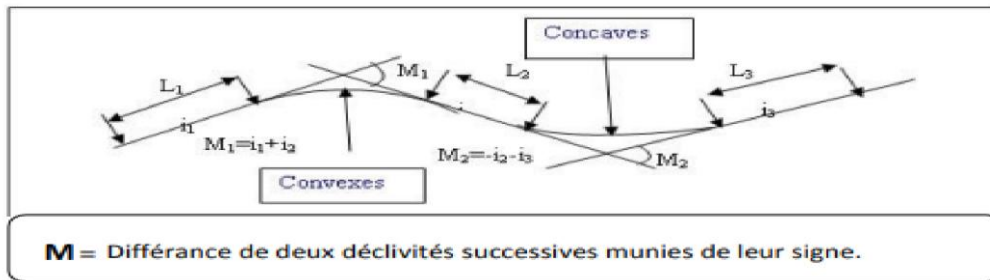


FIGURE.VII. 2:Raccordement convexe et concave

VII.9. Raccords convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire aux deux conditions

Suivantes :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.
- Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à :

$$g/40(\text{cat } 1-2) \text{ et } g/30(\text{Cat } 3-4-5)$$

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 / R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ et } v = V/3,6$$

D'où :

$$R_{v\min} \geq 0,30 V^2 (\text{cat } 1-2).$$

$$R_{v\min} \geq 0,23 V^2 (\text{cat } 3-4-5).$$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m) et V : vitesse de référence (km/h).

VII.10. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition Supplémentaire à celle de la condition de confort.

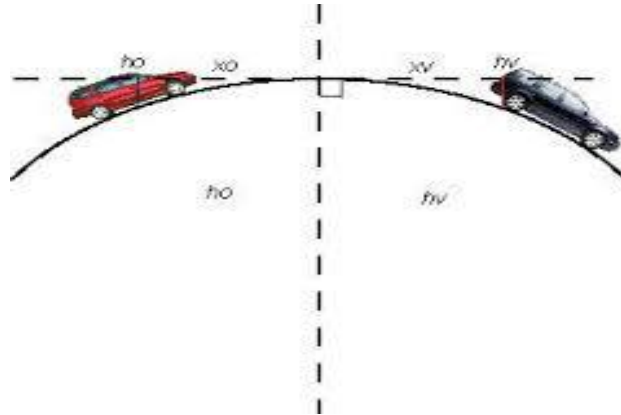


FIGURE.VII3 .:Visibilité.

Figure 0-4 Visibilité.

Il faut que deux véhicules qui circule en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2 \cdot (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \cdot h_1})} \approx 0.27 D^2$$

d : Distance d'arrêt (m).

h0 : Hauteur de l'œil (m).

h1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route Bidirectionnelle :

h0=1,1 m

h1= 0,15 m

On trouve : $R_v = a d^2 \rightarrow a = 0,24$

Pour Cat 1-2 $\rightarrow R_v = 0,24 d^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base

Vb=80 (Km/h) et pour la catégorie 1-2 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1 2	2500
Min-normal	RVN	6000
Dépassement	RVD	11000

TABLEAU.VII. 2:Rayons convexes (angle saillant) [B40]

VII.11. Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'v = \frac{d12}{1.5 + 0.035d1}$$

Dans notre cas :

Rayon	Symbole	Valeur
Min -absolu	Rvm1	2400
Min - normal	RVN	3000
Dépassement	RVD	11000

TABLEAU.VII. 3:Rayons concaves (angle rentrant).

VII.12. Détermination pratique du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0$$

À l'équation de la parabole

$$X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

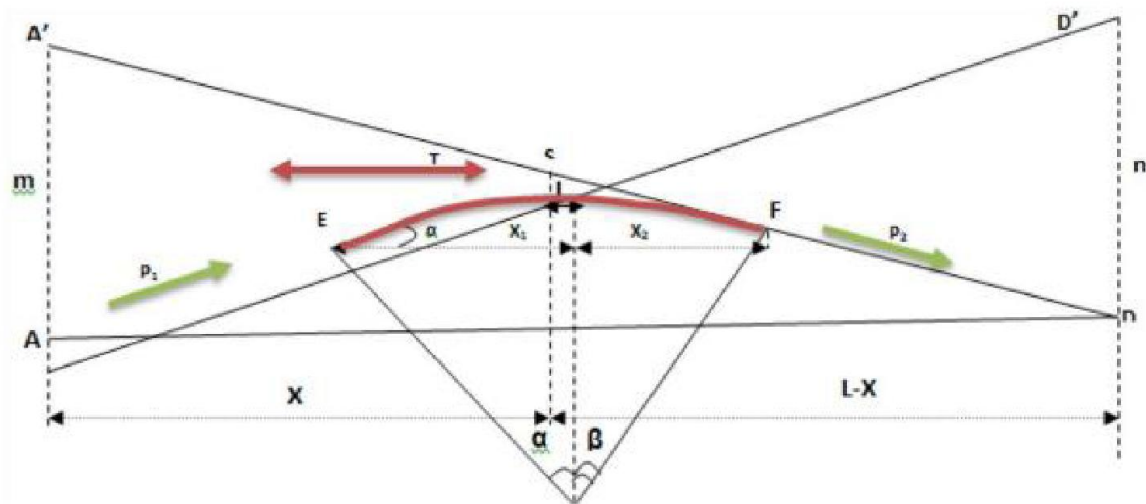


FIGURE.VII. 4: Détermination du profil en long

VII.13. Détermination de La position du point de rencontre (S) :

On a :

$$ZD' = ZA + L.P2 ; m = ZA' - ZA$$

$$ZA' = ZD + L.P1; n = ZD' - ZD$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x}$$

$$S \quad XS = X + XA.$$

$$ZS = P1.X + ZA.$$

➤ Calculs de La tangente :

$$T = \frac{R}{2} | P1 - P2 |$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = X_s - T \\ Z_E = Z_s - T.P_1 \end{array} \right\} ; \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = X_s + T \\ Z_F = Z_s - T.P_2 \end{array} \right\}$$

➤ Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

➤ Calcul de la flèche

Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \begin{cases} H_x = x^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X_{p1} - X^2 / 2R \end{cases}$$

Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :

1. Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$X_1 = R \cdot p_1 ; X_2 = R \cdot p_2$$

$$X_J = X_E + R \cdot P_1$$

$$\begin{cases} X_j = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_j = Z_E + X_1 \cdot P_1 \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, La connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D

CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS

VIII.1. Généralités :

Le profil en travers correspond à une coupe réalisée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Il permet de représenter la configuration de la chaussée et de ses dépendances à un point donné.

Dans un projet routier, un grand nombre de profils en travers sont nécessaires. Afin d'éviter de répéter les mêmes informations sur chacun d'eux, on définit au préalable un **profil en travers type**.

Ce profil type regroupe l'ensemble des caractéristiques géométriques et constructives, notamment :

- les largeurs des voies et de la chaussée ;
- les accotements et autres bandes latérales ;

- les pentes transversales ;
- les talus de déblais et de remblais ;
- les dimensions des différentes couches de la structure de chaussée ;
- les dispositifs d'évacuation des eaux.



FIGURE:VIII. 1:Eléments du profil en travers

VIII.2. Les éléments de composition du profile en travers :

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

a) La chaussée :

La chaussée est la partie de la route aménagée et renforcée, destinée à la circulation des véhicules. Elle est conçue pour résister aux sollicitations dues au trafic ainsi qu'aux effets des conditions climatiques et environnementales.

Sa largeur est déterminée principalement en fonction du débit de circulation et des exigences de capacité. Elle est subdivisée en plusieurs voies de circulation, adaptées au type et à l'intensité du trafic.

b) Les accotements :

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour stationnement.

Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt, mais dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

c) Plate-forme :

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

d) L'assiette :

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

e) L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

f) Le talus :

Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

- La base du talus.
- Hauteur du talus.

g) Le fossé :

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

h) Le terre-plein central T.P.C :

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

i) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, Elle est dégagée de tous obstacles, revêtu et se raccorde à la chaussée.

j) Bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

k) La largeur rouable :

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

l) Classification Du Profil En Travers :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

m) Le profil en travers type :

Le profil en travers type constitue un document de base dans les projets de construction ou d'aménagement des routes. Il regroupe l'ensemble des éléments constructifs de la chaussée et de ses dépendances, et s'applique à différentes situations, notamment en remblais et en déblais.

Ce profil sert de référence pour la conception et l'exécution du projet. Son application au profil du terrain naturel, en respectant les cotes du projet, permet de déterminer les quantités de terrassement, notamment les volumes de déblais et de remblais.

VIII.3. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20,25 m....). Qui servent à calculer les cubatures.

VIII.4. Application Numérique Au Projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle. Les éléments du profil en travers types sont comme suit :

- Chaussée : $3,5 \times 2 = 07,00$ m.
- Accotement : $1,5 \times 2 = 3.00$ m.

CHAPITRE IX : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX.1. INTRODUCTION

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent inexorablement, Le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier .cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier. Le dimensionnement 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 chaussée.



FIGURE.IX. 1:coupe transversale d'une structure de chaussée

IX.2. La chaussée :

Au sens géométrique :

La chaussée est la surface aménagée de la route destinée à la circulation des véhicules.

Au sens structurel :

La chaussée est constituée d'un ensemble de couches de matériaux superposées, conçues pour supporter et transmettre les charges dues au trafic vers le sol support.

IX.3. Les différentes couches de la chaussée

- **Couche de surface :**

Elle comprend la couche de roulement et la couche de liaison, en contact direct avec les pneumatiques des véhicules.

Ses rôles principaux sont :

1. résister aux efforts de cisaillement dus à la circulation ;
2. assurer l'imperméabilité de la chaussée ;
3. garantir la sécurité (adhérence) et le confort (bruit, régularité) ;
4. assurer la transition avec les couches inférieures plus rigides.

- **Couche de base :**
Elle supporte les efforts verticaux et répartit les contraintes vers les couches sous-jacentes.
- **Couche de fondation :**
Elle joue un rôle similaire à celui de la couche de base, en contribuant à la diffusion des charges vers le sol support.
- **Couche de forme :**
Elle est adaptée selon la nature du sol support :
 1. sur sol rocheux, elle sert à niveler et régulariser la surface ;
 2. sur sol peu porteur (argileux, humide), elle améliore la portance à court terme pour permettre la circulation des engins de chantier.

De plus, la couche de forme contribue également à la portance à long terme, ce qui est pris en compte dans le dimensionnement moderne des structures de chaussée.

IX.4. Les Différentes Catégories De Chaussée.

Il existe deux catégories de chaussées :

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

Structure souple	Structure semi rigide	Structure rigide
• B.B • G.N.T • SOL SUPPORT	• B.B • G.T + G.B ou G.T • SOL SUPPORT	• BETON DE CIMENT • G.T • SUPPORT SOL

TABLEAU.IX. 1:Les différentes catégories de chaussée.

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

IX.5. Les Différents Types De Chaussée

Il existe trois types de chaussée

Les chaussées souples Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la –traction, les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d’une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

IX.5.1. les chaussées semi –rigides

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (et quelquefois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, laitier granulé...

- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelquefois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé hydrocarboné sur la couche de base traitée dont l'épaisseur strictement minimale doit être de 15 cm, Ce type de chaussée, actuellement n'existe pas en Algérie.
- les chaussées comportant une couche de base et/ou une couche de fondation en sable gypseux, on les rencontre fréquemment dans les zones arides

IX.5.2. les chaussées rigides

Elles sont constituées d'une dalle de béton de ciment, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

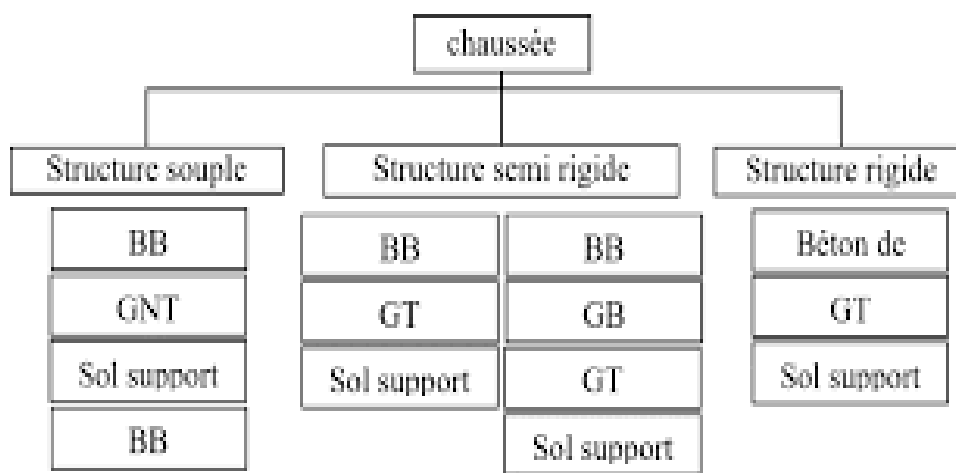


FIGURE.IX. 2:schéma récapitulatif

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape essentielle dans l'étude d'un projet routier. En effet, la qualité d'un projet ne repose pas uniquement sur un bon tracé en plan et un profil en long adéquat, mais également sur la capacité de la chaussée à résister aux sollicitations extérieures tout au long de sa durée de vie.

Une fois réalisée, la chaussée est soumise à diverses contraintes, notamment les charges des essieux des véhicules lourds ainsi que les effets des conditions climatiques telles que les variations thermiques, la pluie, la neige ou le verglas.

Il est donc indispensable d'assurer non seulement de bonnes caractéristiques géométriques, mais aussi des performances mécaniques adaptées, permettant à la structure de supporter ces sollicitations dans le temps.

La qualité de construction joue à cet égard un rôle primordial. Elle repose d'abord sur une étude approfondie du sol support, suivie d'un choix approprié des matériaux. Ensuite, la mise

en œuvre doit être réalisée conformément aux normes et exigences techniques afin de garantir la durabilité de la chaussée.

Enfin, différentes méthodes de dimensionnement peuvent être utilisées, et leur application dépend des caractéristiques du projet étudié.

IX.6. Les Principales Méthodes De Dimensionnement :

On distingue deux grandes familles de méthodes de dimensionnement des chaussées :

- les **méthodes empiriques**, issues d'observations expérimentales sur le comportement des chaussées en service ;
- les **méthodes rationnelles**, fondées sur une approche théorique du comportement mécanique des structures de chaussée.

Dans ce cadre, il est courant de s'appuyer sur certaines méthodes empiriques largement utilisées, notamment la méthode CBR.

IX.6.1. Méthode C.B.R (California Bearing Ratio)

La méthode CBR est une approche semi-empirique basée sur un essai de poinçonnement réalisé sur un échantillon du sol support. Cet essai est effectué sur des éprouvettes compactées à un degré de compactage compris entre **90 % et 100 % de l'optimum Proctor modifié**, avec une immersion contrôlée (généralement inférieure à 15 cm d'eau).

L'objectif de cet essai est d'évaluer la portance du sol support afin de déterminer l'épaisseur nécessaire du corps de chaussée.

L'épaisseur totale e de la chaussée est estimée à partir de la relation suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{cbr} + 5}$$

Avec :

e : épaisseur équivalente.

I : indice CBR (sol support).

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

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

Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_4 e_4.$$

$a_1 e_1$: Couche de roulement.

$a_2 e_2$: Couche de liaison.

$a_3 e_3$: Couche de base.

A4 e4 : Couche de fondation.

Où :

a1, a2, a3, a4 : coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3, e4 : épaisseurs réelles des couches.

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée

On fixe e1, e2, e4 et on calcul e3 tel que :

e1 : Couche roulement 6 à 8 cm.

e2 : Couche de liaison 6 à 10 cm.

e3 : couche de base 10 à 25.

e4 : couche de fondation 15 à 35 cm

➤ **Coefficient d'équivalence**

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

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

TABLEAU.IX. 2:Coefficient d'équivalence des matériaux.

Lorsque le corps de chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau :

$$e = \sum_{i=0}^n a_i \cdot e_i$$

IX.7. Application Au Projet :

IX.7.1. Méthode de l'indice CBR :

Données de l'étude :

Le trafic à l'année de compactage 2022 TMJA = «3000V/J.

Le trafic à l'année de mise en service 2025 TMJA = 3473v/j

Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 5\%$.

La vitesse de base sur le tracé $V_b = 80 \text{ km/h}$.

Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 50 \%$

L'année de mise en service sera en 2025

Environnement (E1) - Catégorie (CAT2).

La durée de vie estimée à 20 ans.

ICBR =7

Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$N1 = TMJA2022 \times \%PL.$

$N1 = 3473 \times 0.5 = 1736 \text{ VPL/J.}$

Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$Nn = N1 (1+\tau)^n$

$N20 = 1736(1+0.05)^{20} = 4606 \text{ VPL/J.}$

IX.7.2. Calcul d'épaisseur théorique :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{Icbr + 5}$$

On a : C.B.R = 7

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5} \times (75 + 50 \log \frac{4500}{10})}{Icbr + 5}$$

$e = 52,56 \text{ cm}$

$e \approx 53 \text{ cm}$

IX.7.3. Calcul des épaisseurs des différentes couches.

Lorsque le corps de la chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalent de chaque matériau :

$$e = \sum_{i=0}^n Ci . ei$$

Ci : Coefficient d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.

ei : Épaisseur de chaque couche.

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

Matériaux	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur réelle (cm)
BB	7	2	14
GC	20	1	20
TUF	25	0,75	18,75
SOMME	52		53

TABLEAU.IX. 3:Dimensionnement du corps de chaussée.

CHAPITRE X : CUBATURES

X.1. INTRODUCTION :

Les cubatures des terrassements concernent l'ensemble des opérations liées aux mouvements de terres, dont l'objectif principal est de modifier la configuration du terrain naturel afin de le rendre apte à recevoir les ouvrages projetés.

Ces opérations sont indispensables dans les projets routiers et interviennent aussi bien au niveau du profil en long que des profils en travers. Elles se traduisent par deux types d'actions

- le **remblai**, qui consiste à ajouter des matériaux pour rehausser le terrain ;
- le **déblai**, qui consiste à enlever des matériaux pour abaisser le terrain naturel.

Le calcul des volumes de déblais et de remblais, appelé **cubature des terrassements**, constitue une étape essentielle pour l'évaluation des quantités de matériaux, l'organisation des travaux et l'estimation des coûts du projet.

X.2. Définition des cubatures de terrassement

Les cubatures de terrassement correspondent à l'évaluation des volumes de déblais et de remblais nécessaires pour adapter le terrain naturel au tracé du projet, de manière à obtenir une surface régulière, conforme et sensiblement parallèle à la ligne projetée.

Cette évaluation repose sur plusieurs éléments essentiels :

- les profils en long ;
- les profils en travers ;
- les distances entre les différentes sections.

Pour garantir une bonne précision des calculs, les profils en long et en travers doivent comporter un nombre suffisant de points, rapprochés les uns des autres, afin que les lignes reliant ces points représentent fidèlement le terrain naturel.

X.3. Méthode De Calcul Des Cubatures :

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais : • Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul. • Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

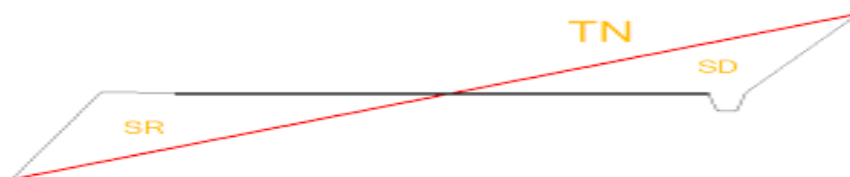


FIGURE. X. 1:Volume déblai, remblai.

• TN : Terrain Naturelle. • SD : Surface Déblai. • SR : Surface Remblai.

X.4. Formule de Mr SARRAUS :

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

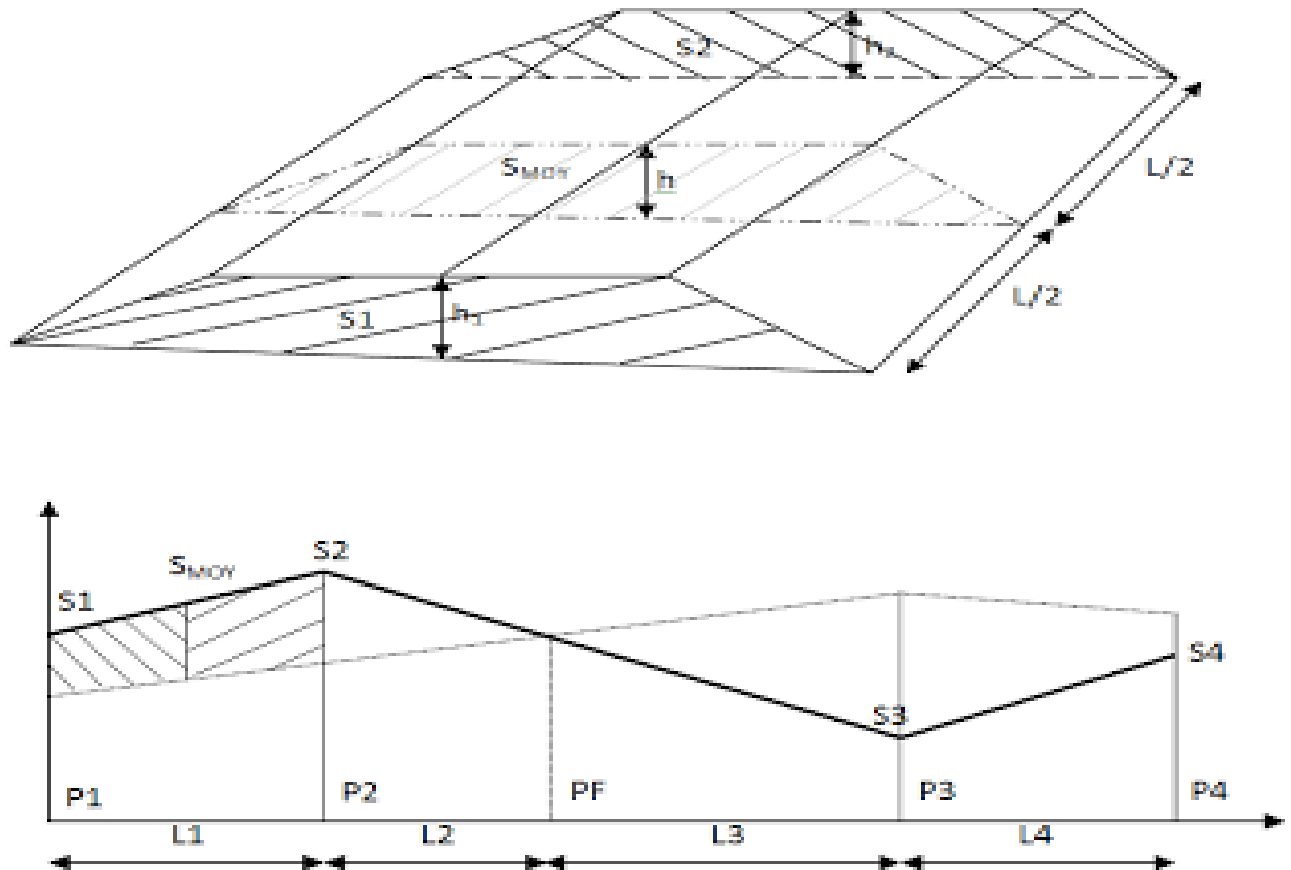


FIGURE. X. 2:calcul volume deblai remblai

$$V = \frac{L}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$

PF : profil fictive, surface nulle.

Si : surface de profil en travers Pi.

Li : distance entre ces deux profils.

SmoY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **SMOY** et **(S1+S2) / 2**, Ceci donne :

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre P1 et P2 : } V1 = \frac{l_1}{2} (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre P2 et PF : } V2 = \frac{l_2}{2} (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre Pf et P3 : } V3 = \frac{l_3}{2} (0 + S_3)$$

$$\text{Entre P3 et P4 : } V4 = \frac{l_4}{2} (S_3 + S_4)$$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements.

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} S_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

X.5. Méthode de GULDEN :

La méthode de Guldén est une technique de calcul des cubatures de terrassement qui tient compte de l'effet de la courbure du tracé.

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils en travers sont déterminées de manière classique. Toutefois, on calcule en plus la position du barycentre de chaque section par rapport à l'axe de la route. Cette information permet d'évaluer plus précisément les volumes et les surfaces.

Les valeurs obtenues sont ensuite corrigées en fonction du déplacement du barycentre, lié à la courbure locale du tracé au droit de chaque profil.

Ainsi, cette méthode permet de prendre en considération la répartition réelle des volumes par rapport à la courbure instantanée de la route. Par conséquent, la notion de longueur d'application devient moins pertinente dans ce type de calcul.

X.6. Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur

D'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

X.7. Application au projet :

Dans notre projet, le calcul est fait par logiciel Covadis. Les résultats détaillés sont en annexe.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Volume total de décapage = **60000**m³.

Volume des déblais : $V_D = 5220 \text{ m}^3$

Volume des remblais : $V_R = 46654 \text{ m}^3$

Différence de volume (excès de remblai) :

$V_R - V_D = 46654 - 5220,101 = 41434 \text{ m}^3$

$V_R - V_D = 41434 \text{ m}^3$.

CHAPITRE XI: LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE

XI.1. Introduction.

La géotechnique routière est une discipline fondamentale du génie civil qui étudie les caractéristiques physiques, mécaniques et hydrauliques des sols destinés à supporter les infrastructures routières. Elle permet d'évaluer le comportement du terrain naturel et des matériaux utilisés dans la construction des routes afin d'assurer la stabilité, la sécurité et la durabilité des ouvrages.

Dans tout projet routier, la connaissance du sol support est indispensable pour définir les solutions techniques les plus adaptées. Une mauvaise appréciation des caractéristiques géotechniques peut entraîner des fissurations ou même la ruine prématurée de l'ouvrage.

XI.2. Objectif De La Géotechnique Routière :

La géotechnique routière vise principalement à :

- identifier les caractéristiques du sol support ;
- déterminer la portance des terrains ;
- classer les matériaux utilisables en terrassement ;
- choisir les matériaux de construction adaptés ;
- dimensionner correctement la structure de chaussée ;
- prévenir les problèmes de tassement et d'instabilité ;
- optimiser les coûts de construction et d'entretien.

XI.3. Importance de la géotechnique routière.

- d'assurer la stabilité de la chaussée ;
- de garantir la sécurité des usagers ;
- de prolonger la durée de vie de l'infrastructure ;
- de réduire les coûts de maintenance ;
- d'adapter le projet aux conditions géologiques locales.

XI.3. Reconnaissance géotechnique

Les moyens de reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants (cartes géologiques et géotechniques)
- Les visites sur site.
- Les essais « in-situ ».
- Les essais de laboratoire.

XI.4. Réglementation Algérienne En Géotechnique :

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ). Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechnique.

- Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

- Les essais en place (essais pressio-métriques, pénétromètre statique ou dynamique).

XI.5. Essais de laboratoire

Les essais de laboratoire constituent une étape essentielle de l'étude géotechnique routière. Ils permettent de déterminer les caractéristiques physiques, mécaniques et hydrauliques des sols utilisés comme support de chaussée ou comme matériaux de construction. Les résultats obtenus servent à évaluer la qualité des sols, leur comportement sous charge et leur aptitude à être utilisés dans les différentes couches de la route.

Les principaux essais de laboratoire réalisés en géotechnique routière sont les suivants :

XI.5.1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique permet de déterminer la répartition des grains constituant un sol en fonction de leurs dimensions. Cet essai est réalisé par tamisage pour les éléments grossiers et par sédimentation pour les particules fines.

Objectifs :

- identifier la nature du sol ;
- classer les matériaux ;
- évaluer leur aptitude à la construction routière ;
- déterminer les proportions de graviers, sables, limons et argiles.

XI.5.2. Limites d'Atterberg

Les limites d'Atterberg permettent de caractériser la plasticité des sols fins, notamment les argiles.

Elles comprennent :

- la limite de liquidité (WL) ;
- la limite de plasticité (WP) ;
- l'indice de plasticité (IP).

➤ Objectifs :

- évaluer la sensibilité du sol à l'eau ;
- déterminer son comportement en fonction de sa teneur en eau ;
- classer les sols fins selon leur plasticité.

XI.5.3. Essai Proctor

L'essai Proctor permet de déterminer la relation entre la teneur en eau et la densité sèche d'un sol compacté.

➤ Résultats obtenus :

- la teneur en eau optimale (W_{opt}) ;
- la densité sèche maximale ($\gamma_d \text{ max}$).

➤ **Objectifs :**

- définir les conditions optimales de compactage ;
- améliorer la portance du sol ;
- réduire les tassements futurs.



FIGURE.XI. 1:Essai Proctor

XI.5.4. Essai CBR (California Bearing Ratio)

L'essai CBR est utilisé pour mesurer la capacité portante d'un sol ou d'un matériau de chaussée.

Objectifs :

- évaluer la résistance du sol à la pénétration ;
- déterminer l'épaisseur des couches de chaussée ;
- comparer la qualité des différents matériaux.

Une valeur élevée du CBR indique une bonne capacité portante du sol.



FIGURE.XI. 2:appareil de l'essai CBR

XI.6. Essais in situ

Les essais in situ sont des essais réalisés directement sur le terrain afin de déterminer les caractéristiques géotechniques des sols dans leur état naturel. Contrairement aux essais de laboratoire, ils permettent d'obtenir des résultats représentatifs sans perturber la structure du sol par le prélèvement ou le transport des échantillons.

Ces essais sont indispensables pour évaluer la capacité portante du terrain, vérifier les hypothèses de calcul et assurer la sécurité des ouvrages routiers.

XI.6.1. Essai au pénétromètre dynamique

L'essai au pénétromètre dynamique consiste à enfoncer une pointe métallique dans le sol à l'aide de coups de mouton et à mesurer la résistance du terrain à la pénétration.

Objectifs :

- déterminer la compacité des sols ;
- identifier les différentes couches du terrain ;
- estimer la portance du sol.

XI.6.2. Essai pressiométrique

L'essai pressiométrique est réalisé à l'aide d'une sonde introduite dans un forage. Une pression est appliquée sur les parois du forage afin d'étudier la déformation du sol.

➤ Objectifs :

- mesurer la déformabilité du terrain ;
- déterminer la pression limite du sol ;
- calculer les tassements prévisibles.



FIGURE.XI. 3:Essai pressiométrique

XI.6.3. Essai de plaque

L'essai de plaque consiste à appliquer une charge sur une plaque métallique posée sur le sol et à mesurer les déformations produites.

Objectifs :

- évaluer la portance du sol support ;
- contrôler la qualité du compactage ;
- déterminer le module de déformation.



FIGURE.XI. 4:Essai de plaque

XI.7. Géotechnique routière en milieu saharien

Dans les régions sahariennes, les études géotechniques présentent une importance particulière en raison de la présence :

- des ergs (dunes de sable) ;
- des hamadas ;
- des regs ;
- des sebkhas ;
- des chotts ;
- des lits d'oueds.

XI.8. Conclusion

La géotechnique routière constitue une étape indispensable dans tout projet routier. Elle permet de connaître les caractéristiques du terrain, de sélectionner les matériaux appropriés et de garantir la stabilité et la durabilité de la chaussée. Une étude géotechnique rigoureuse contribue à la réussite du projet en assurant la sécurité des usagers et en optimisant les coûts de construction et d'entretien.

CHAPITRE XII : ASSAINISSEMENT

XII.1. Généralités :

Tout ouvrage routier doit être équipé d'un réseau d'assainissement ayant pour rôle de collecter et d'évacuer les eaux de ruissellement afin de protéger la chaussée et ses dépendances contre les dégradations liées à l'eau.

L'assainissement routier regroupe l'ensemble des dispositifs prévus pour assurer l'évacuation des eaux superficielles ainsi que des eaux souterraines. Une mauvaise évacuation des eaux peut entraîner une diminution de la portance du sol, des infiltrations, des tassements et une détérioration prématurée de la chaussée.

Les ouvrages d'assainissement utilisés dans les projets routiers peuvent être classés en plusieurs catégories :

- **Les réseaux longitudinaux :**
Ils assurent la collecte des eaux le long de la route, notamment au niveau des pieds de talus de déblai, des crêtes de remblais et des accotements.
- **Les liaisons transversales :**
Elles permettent l'évacuation des eaux d'un côté à l'autre de la chaussée à l'aide de descentes d'eau, buses ou traversées sous chaussée.
- **Les regards et ouvrages de raccordement :**
Ils servent à relier les différents éléments du réseau d'assainissement et facilitent l'entretien ainsi que le contrôle de l'écoulement des eaux.

XII.2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement routier a pour objectif principal d'assurer la collecte, l'évacuation et le contrôle des eaux superficielles et souterraines afin de protéger les infrastructures routières contre les dégradations causées par l'eau.

Les principaux objectifs de l'assainissement sont les suivants :

- assurer une évacuation rapide des eaux de ruissellement ;
- éviter l'infiltration des eaux dans la structure de la chaussée ;
- protéger le sol support contre la perte de portance ;
- prévenir les phénomènes d'érosion, de tassement et de glissement ;
- garantir la stabilité des remblais et des déblais ;
- améliorer la sécurité et le confort des usagers ;
- prolonger la durée de vie de la chaussée et réduire les coûts d'entretien ;
- protéger les ouvrages hydrauliques et les équipements routiers.
- Importance de l'assainissement routier

Un mauvais assainissement peut entraîner :

- des déformations de la chaussée ;
- des fissurations ;
- des affaissements ;
- des glissements de terrain ;
- une diminution de la capacité portante du sol ;
- des risques pour la circulation.

Ainsi, un système d'assainissement efficace est indispensable pour maintenir les performances mécaniques et fonctionnelles de la route.

XII.3. Les ouvrages d'assainissement routier

Les ouvrages d'assainissement peuvent être classés en plusieurs catégories.

XII.3.1. Réseaux longitudinaux

- **Les fossés :**
Creusés le long de la route, ils servent à recueillir et évacuer les eaux de surface. Les fossés peuvent être triangulaires, trapézoïdaux ou rectangulaires selon les besoins du projet.
- **Les caniveaux :**
Ce sont des conduits aménagés en béton ou en maçonnerie permettant de guider les eaux vers les ouvrages d'évacuation. Ils sont généralement utilisés en zones urbaines ou dans les sections à forte pente.
- **Les drains longitudinaux :**
Ils assurent l'évacuation des eaux infiltrées dans le sol ou dans la structure de chaussée afin d'éviter la saturation du terrain.
- **Les cunettes :**
Petits canaux réalisés au bord de la chaussée pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales.



FIGURE.XII. 1:Le Fossé Bétonné

XII.3.2. Ouvrages transversaux

Les ouvrages transversaux sont des dispositifs d'assainissement réalisés perpendiculairement à l'axe de la route. Leur rôle principal est d'assurer le passage et l'évacuation des eaux d'un côté à l'autre de la chaussée afin d'éviter leur accumulation et de protéger les infrastructures routières contre les risques d'inondation et d'érosion.

Ces ouvrages permettent de maintenir la continuité des écoulements naturels tout en garantissant la stabilité de la route et la sécurité des usagers.

Les principaux types d'ouvrages transversaux sont :

- **Les buses :**
Ce sont des conduites cylindriques en béton, métal ou PVC, placées sous la chaussée pour permettre l'écoulement des eaux. Elles sont généralement utilisées pour les faibles et moyens débits.
- **Les dalots :**
Ouvrages de section rectangulaire ou carrée, généralement réalisés en béton armé. Ils sont utilisés lorsque les débits sont plus importants ou lorsque la largeur de passage doit être plus grande.
- **Les passages hydrauliques :**
Ils assurent le franchissement des cours d'eau naturels sous la route afin de préserver l'écoulement normal des eaux.
- **Les descentes d'eau :**
Dispositifs permettant de canaliser les eaux provenant des talus ou des fossés vers les exutoires, tout en limitant les phénomènes d'érosion.

XII.4. Ouvrages de drainage

Les ouvrages de drainage sont des dispositifs d'assainissement destinés à collecter, canaliser et évacuer les eaux infiltrées dans le sol ou dans la structure de la chaussée. Leur rôle principal est de limiter l'accumulation d'eau dans le terrain afin de préserver la stabilité et la durabilité des infrastructures routières.

La présence excessive d'eau dans le sol peut entraîner une diminution de la portance, des tassements, des glissements ainsi qu'une dégradation prématurée de la chaussée. Le drainage permet donc de maintenir de bonnes conditions mécaniques du sol support et d'assurer la sécurité des usagers.

Les principaux ouvrages de drainage utilisés dans les projets routiers sont :

- **Les drains longitudinaux :**
Installés parallèlement à la route, ils permettent de recueillir et d'évacuer les eaux infiltrées le long de la chaussée.
- **Les drains transversaux :**
Placés perpendiculairement à l'axe de la route, ils assurent l'évacuation des eaux vers les exutoires.
- **Les couches drainantes :**
Couches constituées de matériaux granulaires perméables permettant la circulation et l'évacuation des eaux infiltrées dans la structure de chaussée.
- **Les puits de drainage :**
Ouvrages verticaux utilisés pour capter et évacuer les eaux souterraines.
- **Les géodrains :**
Systèmes modernes de drainage composés de matériaux synthétiques facilitant l'évacuation des eaux tout en limitant le colmatage.

XII.5. Pathologies liées au mauvais assainissement

Un mauvais système d'assainissement peut provoquer :

- des stagnations d'eau ;
- des infiltrations ;
- des affouillements ;
- des glissements ;
- des dégradations de chaussée ;
- des accidents de circulation.

CHAPITRE XIII : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XIII.1. Introduction

La signalisation et l'éclairage routier constituent des éléments essentiels de la sécurité et de l'exploitation des infrastructures routières. Ils ont pour objectif principal d'assurer une circulation fluide, confortable et sécurisée pour l'ensemble des usagers de la route, aussi bien de jour que de nuit.

La signalisation routière permet d'informer, de guider, d'avertir et de réglementer les usagers à travers un ensemble de panneaux, de marquages et de dispositifs adaptés aux conditions de circulation. Elle contribue à réduire les risques d'accidents, à améliorer la lisibilité de la route et à faciliter les déplacements.

L'éclairage routier, quant à lui, joue un rôle important dans l'amélioration de la visibilité nocturne. Il permet aux conducteurs, aux piétons et aux autres usagers de mieux percevoir les obstacles, les intersections et les différents équipements de la route. Un bon éclairage contribue ainsi à renforcer la sécurité, le confort visuel et la fluidité du trafic.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différents types de signalisation routière, les équipements d'éclairage ainsi que leur rôle dans la sécurité et l'exploitation des infrastructures routières.

XIII.2. Objectifs De Signalisation Routière

- assurer la sécurité des usagers de la route
- informer les conducteurs sur les dangers et les conditions de circulation
- faciliter les déplacements des piétons et des véhicules ;
- garantir le respect du code de la route
- réduire les risques d'accidents et de collisions

XIII.3. Types De Signalisation

La signalisation routière se divise principalement en deux catégories

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

XIII.3.1. 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.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

➤ Signaux de danger

sont des panneaux qui avertissent l'utilisateur d'un danger ou d'un obstacle à venir, afin qu'il redouble de vigilance. Ils sont généralement triangulaires, à bord rouge, avec un fond blanc ou jaune selon le type de signal

- Virage à droite ou à gauche.
- Chaussée glissante.

- Passage à niveau.
- Descente dangereuse
- Endroit fréquenté par les enfants.

➤ **Signaux comportant une prescription absolue**

sont des panneaux qui imposent une obligation stricte ou interdisent formellement un comportement. Ils sont en général circulaires et leur prescription doit être respectée immédiatement à l'endroit indiqué.

- Interdiction de circuler.
- Obligation de tourner.
- Obligation de respecter une limitation.
- Interdiction d'accès à certaines catégories d'utilisateurs.

➤ **Signaux à simple indication**

Sont des panneaux qui donnent une seule information précise à l'utilisateur, sans imposer une règle complexe. Ils servent surtout à informer ou orienter, par exemple pour indiquer un sens unique, une impasse, un passage piéton ou un stationnement.

- Ils donnent une information simple et directe.
- Ils n'ont pas pour but principal d'avertir d'un danger.
- Ils sont souvent des panneaux d'indication, généralement carrés ou rectangulaires, le plus souvent à fond bleu

➤ **Signaux de position des dangers**

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

- Circulation dans les deux sens.
- Fin de sens unique.
- Certains panneaux placés directement sur le lieu concerné

➤ **Signaux comportant une prescription absolue :**

- Panneaux de forme circulaire, on trouve :
- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

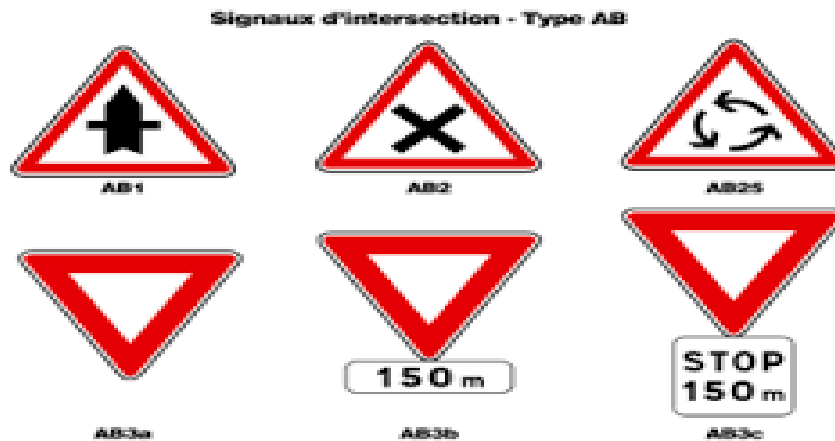


FIGURE.XIII. 1:Signalisations verticaux

XIII.3.2. Signalisation Horizontale :

La signalisation horizontale désigne l'ensemble des marquages réalisés sur la surface de la chaussée afin d'organiser, de guider et de réglementer la circulation routière. Elle joue un rôle important dans la sécurité des usagers en améliorant la visibilité et la lisibilité de la route.

Les marquages horizontaux sont généralement réalisés à l'aide de peintures spéciales réfléchissantes ou de matériaux thermoplastiques permettant une bonne visibilité de jour comme de nuit.

La signalisation horizontale permet principalement :

- de délimiter les voies de circulation ;
- de guider les conducteurs ;
- d'organiser les mouvements des véhicules ;
- d'améliorer la sécurité routière ;
- de réduire les risques d'accidents.

a) Les lignes longitudinales

Les lignes longitudinales sont tracées parallèlement à l'axe de la route afin de séparer les voies de circulation.

Types :

- **Ligne continue :**
Interdit le dépassement et le franchissement.
- **Ligne discontinue :**
Autorise le dépassement lorsque les conditions de sécurité sont satisfaisantes.
- **Ligne mixte :**
Composée d'une ligne continue et d'une ligne discontinue.

b) Les lignes transversales

Les lignes transversales sont tracées perpendiculairement à l'axe de la route.

- lignes d'arrêt ;
- lignes de cédez-le-passage ;
- passages piétons.

c) Les flèches directionnelles

- Les flèches directionnelles indiquent les directions autorisées aux conducteurs au niveau des intersections ou des voies spécialisées.

d) Les zébras et marquages spéciaux

- Les zébras sont des surfaces hachurées destinées à interdire la circulation ou le stationnement dans certaines zones.

Exemple de signalisations horizontales :

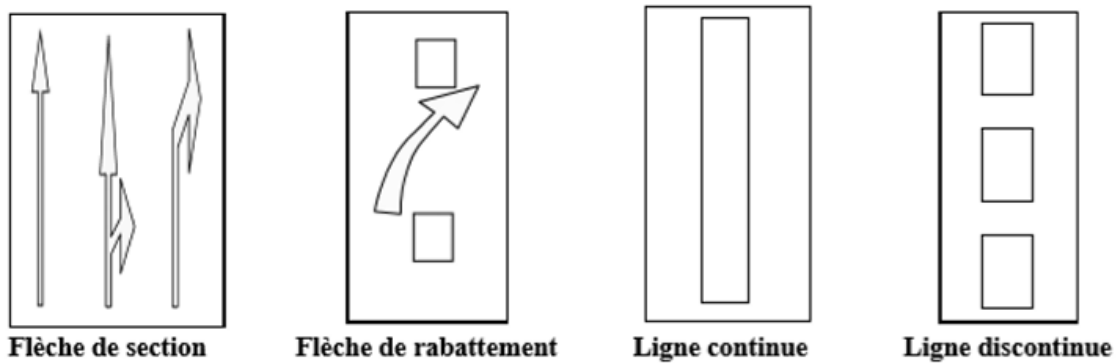


FIGURE.XIII. 2:les signalisations horizontales

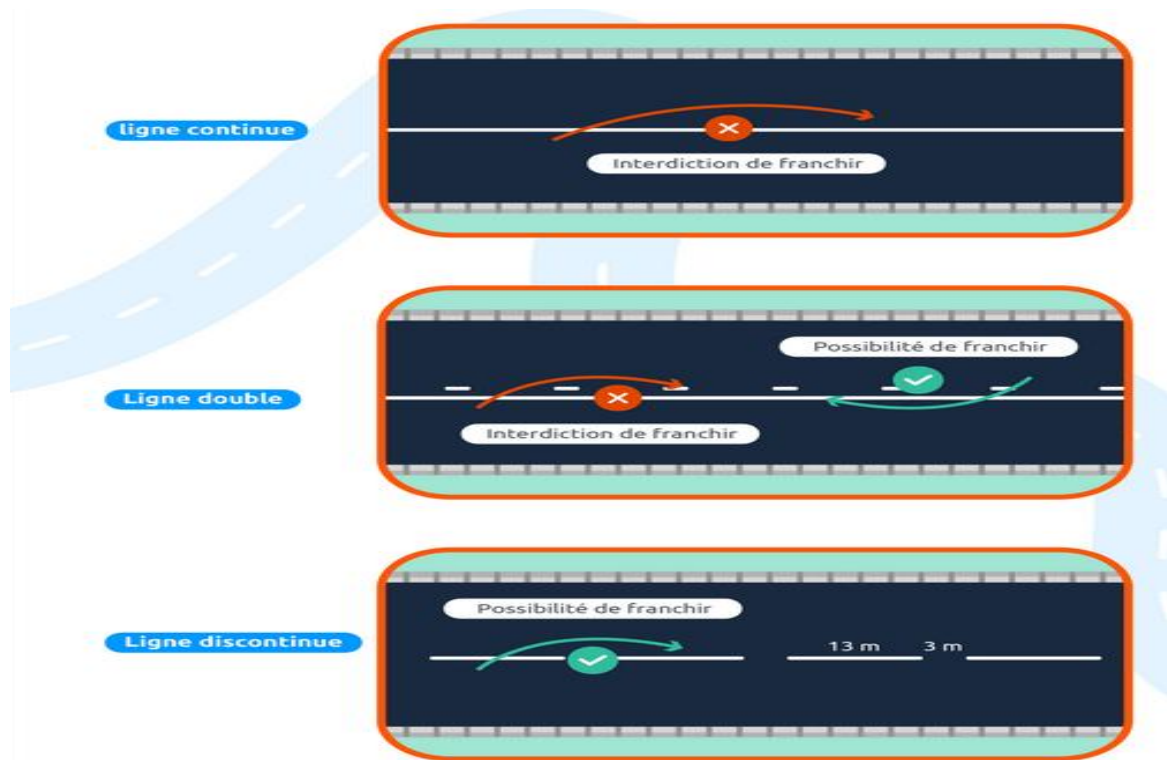


FIGURE.XIII. 3:Les lignes longitudinales

XIII.4. Importance de la signalisation dans les routes sahariennes

La signalisation saharienne permet :

- d'assurer la sécurité des usagers ;
- de faciliter l'orientation dans les zones désertiques ;
- de réduire les risques d'accidents ;
- d'améliorer la visibilité pendant les tempêtes de sable ;
- de garantir une meilleure exploitation des routes.

XIII.5. Eclairage.

L'éclairage routier est l'ensemble des dispositifs lumineux installés le long des routes afin d'assurer une bonne visibilité pendant la nuit ou lors des conditions météorologiques défavorables. Il constitue un élément essentiel de la sécurité routière et du confort des usagers.

L'éclairage permet aux conducteurs, aux piétons et aux autres usagers de mieux percevoir la chaussée, les obstacles, les intersections et les équipements routiers. Il contribue également à réduire les risques d'accidents et à améliorer la fluidité de la circulation.

XIII.5.1. Types d'éclairage routier :

- On distingue quatre catégories d'éclairages publics :
- Catégorie A : Eclairage général d'une route ou une autoroute.
- Catégorie B : Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- Catégorie C : Eclairage des voies de cercle.

- Catégorie D : Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

XIII.6. Importance de l'éclairage dans les routes sahariennes

Dans les régions sahariennes, l'éclairage joue un rôle important au niveau :

- des agglomérations ;
- des intersections ;
- des stations de service ;
- des zones industrielles ;
- des ouvrages importants.

**CHAPITRE XV : DEVIS
QUANTITATIF ET
ESTIMATIF**

N°	Désignation des Travaux	U	Quantité	Prix Unitaire	Montant
II	A- Terrassement				-
1	Travaux de décapage de la terre végétal sure une épaisseur de 30cm	M3	60 000	250.00	15 000 000.00
2	deblais en terrain meuble	M3	5 220	600.00	3 132 000.00
3	remblai provenamt d'emprunts locaux	M3	46 654	1 200.00	55 984 800.00
III	B- CORPS DE CHAUSSEE				-
1	Exécution de la couche de fondation en TUF de carrière sélectionné sur une épaisseur de 25 cm y/c réglage, arrosage compactage ,essai de compacité finition et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	30 000	1 500.00	45 000 000.00
2	Exécution de la couche de base en grave concassé 0/31,5 sur une épaisseur de 20 cm y/c réglage, arrosage compactage ,essai de compacité finition et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	24 000	2 200.00	52 800 000.00
3	Couche d'imprégnation en Cut Back 0/1	M2	84 000	250.00	21 000 000.00
4	Exécution d'un revêtement en Béton Bitumineux sur 07 cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	T	13 524	9 000.00	121 716 000.00
5	Rechargement des accotements en TUF sur 6cm	M3	9 600	1 200.00	11 520 000.00
VI	SIGNALISATION				-
1	Fourniture et mise en œuvre des lignes de rives de chaussée de largeur de 12 cm (type T2 3u), prémarquage, nettoyage et soufflage à quat du support	ML	24 000	150.00	3 600 000.00
2	Fourniture et mise en œuvre de la ligne discontinue Axiale de largeur de 12 cm	ML	12 000	150.00	1 800 000.00
3	Fourniture et pose des panneaux de signalisation verticale	U	20	20 000.00	400 000.00
		Total en HT			331 952 800.00
		TVA 19 %			63 071 032.00
		Toatl en TTC			395 023 832.00

TABLEAU. XV. 1:Devis Estimatif et Quantitatif (DEQ)

Trois cent quatre-vingt-quinze millions vingt-trois mille huit cent trente-deux dinars algériens.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude consacrée au projet de construction d'une route de 12 km reliant la Route Nationale N 118 à l'usine de gaz, il apparaît que cette infrastructure revêt une importance stratégique tant sur le plan économique que technique.

La réalisation de cette liaison routière permettra d'améliorer l'accessibilité à l'usine, de faciliter le transport des équipements, du personnel et des marchandises, tout en renforçant les échanges entre les différentes zones de la région. Elle contribuera également à l'amélioration des conditions de circulation et à la sécurité des usagers grâce à un aménagement conforme aux normes routières en vigueur.

L'étude a porté sur l'ensemble des aspects nécessaires à la conception du projet, notamment les caractéristiques géométriques de la route, les études géotechniques, le dimensionnement de la chaussée, les ouvrages d'assainissement, la signalisation routière ainsi que l'évaluation des impacts environnementaux. Les contraintes spécifiques du milieu saharien, telles que la nature des sols, les températures élevées et les phénomènes d'ensablement, ont été prises en considération afin de garantir la pérennité et la performance de l'ouvrage.

Malgré certaines contraintes techniques et environnementales, les résultats obtenus démontrent la faisabilité du projet et son intérêt pour le développement de la région. Cette route constitue un maillon essentiel entre le réseau routier national et une installation industrielle stratégique, participant ainsi au soutien des activités énergétiques et au développement socio-économique local.

Enfin, ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine des infrastructures routières et de mettre en pratique les notions acquises durant notre formation. Il représente une expérience enrichissante qui nous a sensibilisés aux différentes étapes de conception et de réalisation d'un projet routier en milieu saharien.

En définitive, la construction de cette route de 12 km reliant la RN118 à l'usine de gaz constitue une solution technique adaptée, durable et bénéfique pour le développement économique, industriel et territorial de la région.

BIBLIOGRAPHIE

[1] CTPP (2001) : Catalogue de dimensionnement des chaussées.

[2] B40 : Norme technique d'aménagement des routes "Octobre (1977)".

[3] Les cours de routes : Université de Mostaganem.

[4] Signalisation routière : Arrêté Interministériel du juillet 1974 (SETRA).

[5] ARP : Aménagement des routes principales.

[6] DTP Illizi : Direction des Travaux Publics de la wilaya De timimoun

[7] Devis estimatif et quantitatif : GCB societe nationale de genie civil

[8] Normes et règlements algériens

1-Ministère des Travaux Publics. B40 – Normes Techniques d'Aménagement des Routes. Alger, 1977.

2-Ministère des Travaux Publics. Guide de conception géométrique des routes en Algérie. Alger.

3-Ministère des Travaux Publics. Catalogue Algérien de Dimensionnement des Chaussées. Alger.

3-Ministère des Travaux Publics. Instructions relatives à l'assainissement routier et aux ouvrages hydrauliques. Alger.

[9].Références spécifiques à la RN118 et à la région de Timimoun

1-Réhabilitation d'un tronçon de la RN118 dans la wilaya de Timimoun, Direction des Travaux Publics de Timimoun.

2-Informations sur la RN118 traversant le Grand Erg Occidental et reliant les zones de Hassi Tidjrane, Tinerkouk et Timimoun.

[10] Logiciels et outils utilisés dans l'étude

Autodesk Civil 3D

Covadis

AutoCAD

ArcGIS

[12].Documents institutionnels et statistiques

1-Ministère des Travaux Publics et des Infrastructures de Base

2-Direction des Travaux Publics de Timimoun. Rapports annuels et données du réseau routier.

3-Office National des Statistiques. Données démographiques et économiques de la wilaya de Timimoun.

4-Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Données hydrologiques et pluviométriques.