الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education And Scientific Research
University Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

N° d'ordre : M2... / GC/2026

Faculty of Sciences and Technology
Civil Engineering Département

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voies et Ouvrages d'art (VOA)

Thème

Étude et conception d'un tronçon routier (CW2) reliant Oued Samen à Bordj Omar Driss (Wilaya d'Illizi) sur 4 km du PK 332+000 au PK 336+000

Présenté par :

- **Mr : Khirat Sidali**
- **Mr : Sahabi Mohamed riad**

Soutenu le 24/06/2026 devant le jury composé de :

- **Président :** Mme MOSTEFA Fouzia (MCB)
- **Examinateur :** Mme EL MAASCRI Setti (MCB)
- **Encadrante :** Mr. KERAOUTI Rabah (MCB)
- **Co-Endurant:** Mr. CHERIF Mourad (P. associe)
- **Invité d'honneur** : Mr. MOKHTARI Chrif (STP)

Année Universitaire : 2025/2026

بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Tout d’abord, nous remercions le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mènera bien ce modeste travail.

Et nous remercions nos familles pour les sacrifices qu’elles sont faites pour que nous puissions terminer nos études.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à nos encadreurs **Mr. KERAOUTI RABAH**, **Mr. CHERIF Mourad**, pour leurs conseils et orientations bénéfiques et indispensables.

Notre gratitude et notre remerciement sont adresses également à **Mme MOSTEFA**, président du jury ainsi qu’à **Mme. EL MAASCRI** examinateur au sein du jury pour avoir accepté d’examiner notre travail, nos sincères remerciement à **Mr. MOKHTARI CHERIF**, invité d’honneur, pour sa présense .

Ainsi à tous nos amis trouvent ici l’expression de nos remerciements les plus sincères.

Nous remercions chaleureusement tous les enseignants et le personnel du département de génie civil et d’architecture et a tous les étudiants et étudiantes de génie civil Travaux Publics Voies et ouvrage d’art.

Merci à tous les gens qui ont, de diverses façons, de près ou de loin contribué à l’élaboration de cet ouvrage ; à tous ceux que nous avions côtoyé et, que, hélas, nous n’avons pu citer.

- **KHIRAT SIDALI**
- **SAHABI MOHAMED RIAD**

إهداء وتقدير

إلى من بهم أسعد، وبوجودهم أستند، أهدي هذا العمل المتواضع إلى رفاق الدرب وسندي في هذا الإنجاز ***صحابي محمد رياض*** *شريكي المخلص الذي شاركني تفاصيل هذا العمل خطوة بخطوة*

كسيلي محمد *الذي لم يتوانى في مساعدتي وكان لي نعم العون* ***.بشير باي عبد الحفيظ :*** *رفيق الرحلة والنجاح.* ***بلغربي محمد أمين، جبوري سليم، وبلقاسمية هشام :*** *شكراً لوجودكم ودعمكم المستمر*

إلى أساتذتي الأفاضل وقسم الهندسة المدنية

أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى كل الأساتذة الذين كانوا لنا سندًا طوال مسيرتنا.

كما أخص بالشكر والتقدير قسم الهندسة المدنية الذي احتضننا ورحب بنا، وعلى رأسهم الأستاذ الفاضل ***بوحلوفة أحمد*** *(رئيس القسم)، وكافة العاملين بالقسم من أساتذة وإداريين وعمال .*

كما نسأل الله العلي القدير أن يوفقنا جميعاً، ويسدد خطانا، ويكتب لنا النجاح في مسيرتنا

خيرات سيدعلي

Dédicace

Avec l'expression de mare connaissance, je dédie ce modeste travail à ceux Qui quels que soient les Termes embrassés.

A ma chère mère pour son amour, ses encouragements et ses sacrifiées.

A mon chèr père pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordée.

A mes chers frère et sœurs.

A tous les membres de ma famille, ma belle famille et mes amis.

A mon binôme SAHABI MOHAMED RIAD pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de

Ce projet.

Je me ferais un agréable de voir de remercier mon encadreur

Mr. KERAOUTI RABAH pour m'avoir dirigé ce

Travail de recherche et m'avoir fait bénéficier de son expérience et de ses

Précieux conseils.

Je voudrais aussi remercier Mr. CHERIF MOURED pour son Co-encadrement. Enfin, mes remerciements à tous mes professeurs du département de génie civil.

SAHABI MOHAMED RIAD

Résumé

En raison de la longueur importante de l'itinéraire actuel reliant la commune de Bordj Omar Driss à la wilaya d'Illizi en passant par la ville d'In Amenas, il a été proposé de réaliser une étude pour la mise en place d'une route de déviation directe traversant l'oued Saman, dans le but de réduire la distance et d'améliorer la liaison entre les deux zones. Cette étude concerne un tronçon routier d'une longueur de 4 km, s'étendant du point kilométrique PK 332+000 au PK 336+000

- **L'étude du projet a été réalisée selon les étapes suivantes :**

- Proposition de deux variantes pour la réalisation du projet ;
- Étude de la variante retenue, à travers l'analyse des caractéristiques géométriques et cinématiques de la route ;

- Évaluation du coût de réalisation du projet et estimation des différents travaux nécessaires à son exécution.

Abstract

Due to the considerable length of the current route linking the municipality of Bordj Omar Driss to the Wilaya of Illizi through the city of In Amenas, a study was proposed for the construction of a direct bypass road crossing Oued Sman. The main objective of this project is to reduce travel distance and improve road connectivity between the two areas. This study concerns a 4 km road section extending from kilometer point PK 332+000 to PK 336+000.

The project study was carried out through the following stages:

- Proposing two alternative alignments for the project.
- Studying and analyzing the selected alignment based on the geometric and kinematic characteristics of the road.
- Estimating the project cost and evaluating the various construction works required for its implementation.

ملخص

نظرًا للطول الكبير للمسار الحالي الذي يربط بين بلدية برج عمر إدريس وولاية إليزي مرورًا بمدينة عين أميناس، تم اقتراح دراسة لإنجاز طريق اجتنابي مباشر يعبر وادي سمان، وذلك بهدف تقليص مسافة التنقل وتحسين الربط الطرقي بين المنطقتين.

تتعلق هذه الدراسة بإنجاز مقطع طرقي بطول 4 كيلومترات، يمتد من النقطة الكيلومترية PK 332+000 إلى غاية النقطة الكيلومترية PK 336+000

و قد تم إنجازهذه الدراسة وفق المراحل التالية:

- اقتراح بديلين (مسلكين) مختلفين لإنجاز المشروع.
- دراسة وتحليل البديل المعتمد من خلال الخصائص الهندسية والحركية للطريق.
- تقييم تكلفة إنجاز المشروع وتقدير مختلف الأشغال اللازمة لتنفيذه.

.

Table de matière

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE I PRESENTATION DU PROJET 2

CHAPITRE I : Présentation du projet 3

I.1 Introduction 3

I.2 Catégories de la route 3

I.3. Présentation de la wilaya d'Ilizi 3

I.3.1 Situation Géographique 4

I.4 .PRESENTATION DU PROJET 5

I.5 OBJECTIFS DU PROJET 6

CHAPITRE II Tracé en plan ..... Erreur ! Signet non défini.

I. TRACÉ EN PLAN 9

I.1 INTRODUCTION 9

I.2 TRACEENPLAN 9

I.2.1 Définition du tracé en plan 9

I.2.2 Règles à respecter dans la trace en plan 9

I.2.3 Les éléments de tracée n plan 10

I.3 ETUDEDESVARIANTES 11

I.3.1 Détermination des coordonnées des sommets 11

I.3.2 Calcul de gisements et des angles au centre 11

Calcul de cubature approchée de la variante N°01 23

Etude de la Variante N°02 28

CHAPITRE III : ETUDE DU TRAFIC 40

III.4. DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS 41

III.5. MODÈLESDEPRÉSENTATIONDETRAFIC 41

III.6. Prolongation de l'évolution passée 42

III.7. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques 42

III.8. Modèle gravitaire 42

III.9. Modèle de facteurs croissance 42

III.10. CALCUL DE LA CAPACITÉ 43

III.10.1. Définition de la capacité 43
III.10.2. Détermination de nombre de voies 43
III.10.3. Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon 43
CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENT SPROGRESSIVES 49
IV.1 DEVERS 49
IV.1.1 Devers en alignement 49
IV.1.2 Devers vers l'intérieur des courbes 49
IV.1.3 Détermination des dévers aux rayons en plan 50
IV.2 COURBE DE RACCORDEMENT 51
IV.2.1 Type de courbe de raccordement 51
IV.2.2 Raccordement progressif 52
CHAPITRE V : PROFIL EN LONG 57
CHAPITRE V : PROFIL EN LONG 58
V.1. Introduction 58
V.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long 58
V.3. Les éléments de composition du profil en long 59
V.1.3 Déclivité minimale 59
V.2.3 Déclivité maximale 59
V.4 Raccordements en profil en long 60
V.5 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) 61
V.4 COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG 62
CHAPITREVI : Dimensionnement Du Corps De Chaussée 64
CHAPITRE VI : Dimensionnement Du Corps De Chaussée 65
VI.1 Introduction 65
VI.2 Principe De La Constution Des Chaussées 65
VI.3 La Chaussée 66
VI.3.1 Les Différents Types De Chaussée 67
VI.4 Les Principales Méthodes De Dimensionnement 71
VI.5 Détermination De La Classe De Trafic 72
VI.6 Détermination De La Classe Du Sol 73
VI.7 LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES) 74
CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE 78
VII.1 . INTRODUCTION 78
VII.2 DISTANCE DE FREINAGE 78
VII.3. TEMPS DE REACTION 79
VII.4. DISTANCE D'ARRET 80

VIII.5. Distance de perception 81
VII.2 Manœuvre de dépassement 82
CHAPITREVIII Profile En Travers 84
VIII.1 DEFINITION 84
VIII.2 TYPES DE PROFIL EN TRAVERS 84
VIII.2.1 Profil en travers type 84
VIII.2.2 Profil en travers courants 85
VIII.3 Les éléments de composition du profil en travers 85
VIII.4 Application au projet 86
CHAPITRE IX : LES CUBATURES 89
IX.1. INTRODUCTION 89
IX.2. DEFINITION 89
IX.3. CUBATURES DES TERRASSEMENTS 89
IX.4METHODES DE CALCUL DES CUBATURES 89
IX.1.4. FORMULE DE SARRAUS 90
IX.4.2. Méthode GULDEN 91
IX.4.3. Méthode linéaire 91
IX.5. APPLICATION AU PROJET 91
CHAPITRE X : IMPLANTATON 101
X.1 Introduction 101
X.2 PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES 101
X.3 IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS 101
X.3.1 PAR RAYONNEMENT 101
X.3.2 PAR INTERSECTION 101
X.3.3 PAR COORDONNEES POLAIRES 101
X.4 IMPLANTATION DE COURBES 101
X.4.1 RACCORDEMENT CIRCULAIRE 101
X.5 APPLICATION A NOTRE PROJET 103
X.5.1 IMPLANTATION DES PARTIES COURBES 103
X.5.2 Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils 104
CHAPITRE XI : ASSAINISSEMENT 109
XII.1 Introduction 109
XII.2 Drainage des eaux souterraines 109
XII.2.1 Nécessité du drainage des eaux souterraines 109
XII.2.2 Protection contre la nappe phréatique 109
XII.3 Définitions 110
XII.6 Dimensionnement des fossés 111

XII.7 Dimensionnement d'un dalot **112**

CHAPITRE XII : SIGNALISATION **114**

XII.1 INTRODUCTION **114**

XII.2 OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION **114**

XII.3 CATÉGORIES DE SIGNALISATION ADOPTÉES **114**

XII.4 SIGNALISATION VERTICALE **114**

XII.4.1 Signalisation avancée (Danger) **114**

XII.4.2 Signalisation de direction et de position **115**

XII.5 SIGNALISATION HORIZONTALE (MARQUAGE AU SOL) **116**

XII.5.1 Marquage Longitudinal **116**

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF(DQE) **119**

Conclusion **133**

Outils informatiques **134**

BIBLIOGRAPHIE **135**

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Coordonnées des sommets variante N° 01 14
Tableau II.2 : Gisements, angles au centre et distances variante N°01..... 14
Tableau II.3 : Calcul des paramètres de raccordement au centre varianteN°01 15
Tableau II.4 : Calcul des Déclivité cumulés variante N°01 16
Tableau II.5 : Type de topographie 19
Tableau II.6..... 20
Tableau II.7 : Tableau d'Environnement de la route 20
Tableau II.8 : Vitesse de référence 21
Tableau II.9 : Dévers 21
Tableau II.10 : Valeur du coefficien tft 21
Tableau II.11 : Valeur du coefficient F"..... 22
Tableau III.12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques 22
Tableau II.13 : Récapitulatif des rayons en plan 23
Tableau II.14 : Les rayons en plan selon B40 23
Tableau II.15 : Tableau de cubature approchée de la variante 01 23
Tableau II.16 : Coordonnées des sommets variante N°02 29
Tableau II.17 : Gisements angles au centre et distances variante N° 02..... 29
Tableau II.18 : Calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02 29
Tableau II.19 : calcul des déclivités cumulés variante N°02 31
Tableau II.20 : Tableau de cubature approchée de la variante 02..... 35
Tableau II.21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02 40
Tableau III.1 : Valeurs du coefficient P 44
Tableau III.2 : Valeurs de K1en fonction de l'environnement 45
Tableau III.3 : Valeurs de K2 en fonction de l'environnement 45
Tableau III.4 : Valeurs de K 2 en fonction de l'environnement 45
Tableau IV.1 : Devers en fonction de l'environnement..... 50
Tableau V.1 : La déclivité du projet maximum..... 60
Tableau V.2 : Valeurs des Rayons verticaux en angle saillant Cat 3-4-5. 61
Tableau V.3 : Rayons concaves (angle rentrant)..... 62
Tableau VI.1 : Coefficient d'équivalence Des Matériaux..... 72
Tableau VI.2 : Classe De Trafic..... 73
Tableau VI.3 : Classe De Sol 73
Tableau VI.4 : Les données de base 75
Tableau VI.5 : Epaisseur Du Corps De Chaussée 76
Tableau VII.1: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40 79
Tableau VII.2 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt-perception).....83
Tableau VII.3 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse 82
Tableau IX.1 : volume cumulé de déblais et remblais 91
Tableau IX.2 : Calcul de volume de décapage de terre végétale 92
Tableau XI.3 : Calcul de cubature de terrassement..... 96

Tableau X.1 : Listing d'implantation des points d’axe..... 104
Tableau XII.1 : Inventaire et caractéristiques des panneaux de signalisation verticale (Danger et Prescription)..... 115
Tableau XIII.1 : Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)..... 119

Liste des figures

Figure I.1 : Carte de situation géographique de la wilaya d'illizi 4
Figure I.2 : Carte de Réseau routier de la wilaya de d'illizi 5
Figure I.3 : Tracé global du projet (Illizi - Bordj Omar Driss) 6
Figure II.1 : Les éléments d'un tracée n plan 10
Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre 12
Figure IV.1 : éléments d'un clothoïde 52
Figure IV.2 : Clothoïde 53
Figure V.1: Profil en long 58
Figure VI.1 : La Constitution d'une Chaussée 66
Figure VI.2 : Chaussée Souple 68
Figure VI.3 : Chaussée Semi-Rigides 69
Figure VI.4 : Chaussée Rigide 69
Figure VI.5 : Les Différentes Catégories De Chaussée 70
Figure VI.6 : Les Démarches Du Catalogue 75
Figure VI.7 : Corps De Chaussée 76
Figure VII.1 :La distance d'arrêt 80
Figure VII.2 : Distance de perception 81
Figure VIII.1 : Profil en travers de notre projet 84
Figure VIII.2 : Les éléments constitutifs du profil en travers 85
Figure VIII.3 : Profil en travers type 86
Figure VIII.4 : Dimensions du fossé. 87
Figure IX.1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné 90
Figure IX.2 : Schéma représentant la surface entre profil 90
Figure X.1 : Implantation partie circulaire 102
Figure X.2 : Coordonnées polaires 102
Figure X.3 : Méthode d'implantation 103
Figure XI.1 : Dimensionnement des fossés 111
Figure XI.2 : Dimensionnement d'un dalot 112
Figure XII.1 : Panneau de direction (Type D) indiquant la ville d'ILLIZI 116
Figure XII.2 : Borne kilométrique d'indication de position sur le CW 02 116
Figure XII.3 : Détails du marquage au sol longitudinal (Lignes axiales T1 et lignes de rive T2 117

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier constitue un élément essentiel des infrastructures de base, permettant le déplacement des personnes et des marchandises, et contribuant au développement économique et social du pays. En Algérie, le transport routier occupe une place importante puisque les routes assurent la majeure partie du trafic des voyageurs et des marchandises.

Pour cette raison, l'État œuvre à la réalisation de nouveaux projets routiers ainsi qu'à la modernisation des routes existantes afin d'améliorer la fluidité du trafic et de désenclaver les régions éloignées.

Dans ce cadre, la route wilaya le reliant la commune de Bordj Omar Driss à la wilaya d'Illizi en passant par la ville d'In Amenas représente un axe stratégique important pour la wilaya d'Illizi. Cette route contribue à faciliter les déplacements entre les différentes régions de la wilaya et à renforcer la liaison routière dans le sud-est algérien.

Elle joue également un rôle important dans le développement économique et social de la région.

Les techniques modernes de construction routière ont connu une évolution considérable grâce à l'utilisation des technologies avancées dans les études, la conception des tracés et les moyens d'exécution des travaux.

Cela a permis d'améliorer la qualité des infrastructures routières et d'assurer davantage de sécurité aux usagers.

Dans cette optique, notre étude porte sur l'aménagement et l'étude d'un tronçon routier faisant partie de la route wilaya le reliant Bordj Omar Driss à Illizi via In Amenas, tout en respectant les normes techniques en vigueur. Les principaux objectifs de cette étude sont :

- Améliorer le niveau de service de la route ;
- Faciliter la circulation et les déplacements entre les régions ;
- Réduire le nombre d'accidents ;
- Assurer le confort et la sécurité des usagers ;
- Contribuer au développement économique et social de la région.

CHAPITRE I
PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE I : Présentation du projet

I.1 Introduction

La route constitue l'infrastructure de base la plus sollicitée pour assurer la liaison entre les différents points d'un territoire. Elle se définit techniquement comme une vaste plate-forme aménagée, composée d'une ou de plusieurs voies de circulation. Sa structure est conçue pour résister aux sollicitations statiques et dynamiques exercées par le trafic (véhicules légers et poids lourds), tout en respectant des caractéristiques géométriques conformes aux réglementations et aux normes techniques en vigueur.

I.2 Catégories de la route

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservies par la route. Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

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

Dans la Wilaya d'**Illizi**, la majorité des axes routiers (RN et CW) revêtent une importance de **Catégorie 1 ou 2** en raison de la présence des zones d'activités pétrolières et gazières (Bassin d'Illizi, In Amenas). Le projet faisant l'objet de notre étude se situe dans ce cadre fonctionnel, visant à fluidifier le transport industriel et sécuriser les déplacements des usagers

I.3. Présentation de la wilaya d'Ilizi

La wilaya d'Illizi constitue une entité territoriale majeure du Sahara algérien, tant par Son étendue que par son rôle stratégique dans l'économie nationale. Située à l'extrême Sud-Est du pays, elle représente un espace-charnière pour le développement des activités extractives, notamment le

secteur des hydrocarbures, et pour la structuration des réseaux de transport transsahariens.

I.3.1 Situation Géographique

La wilaya d'Illizi, se situe dans le massif de Tassili, dans l'extrême sud-est du Sahara algérien à 1758.54 km d'Alger, avec 198.614 km² , c'est la troisième plus importante wilaya par la Superficie. Sa population est estimée à 42.664 habitants (0,2 habitant/ Km²)

Elle est découpée en quatre communes, à savoir :

- Bordj Omar Idriss
- Deb Deb
- In Aménas
- Illizi

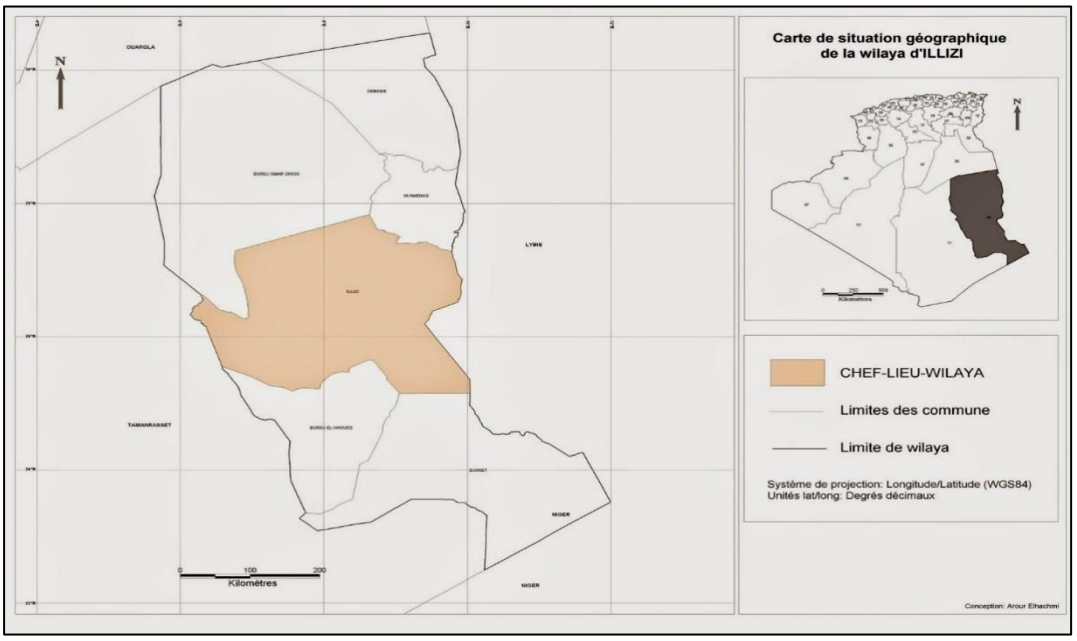


Figure I.1 : Carte de situation géographique de la wilaya d'illizi

Relief

La wilaya d'Illizi se caractérise par trois principales zones géographiques 2 :

- Les dunes : au Nord, le Grand Erg Oriental qui occupe une grande partie des communes

De Debdeb et de Bordj Omar Driss ; au Centre, les Ergs Issaouane-Irarren, Issaouane Tefernine et Bourarhet ; et au Sud, l'Erg d'Admer et l'Erg Tihodaine ;

- Les plateaux : la Hamada de Tinhert au Nord et le Tassili n'Ajjer au Sud ;
- Les plaines : la plaine d'Admer, située entre les communes de Bordj El Haouas et Djanet,

Couvre une petite partie du Sud de la wilaya.

Les principaux oueds sont : Lmihrou, Djerat, Tafassasset et Tarat et Takhemalt.

- **Le climat:**

Le climat de la wilaya est désertique et très sec. Les pluies sont extrêmement irrégulières. Le mois de juillet est le mois le plus chaud de l'année alors que le mois de janvier est le plus froid. Les vents sont généralement faibles à modérés.

La température moyenne du mois le plus froid (janvier) est de 12,8 °C, celle du mois le plus chaud (juillet) est de 34,0

- **Infrastructure de base**

La wilaya d'Illizi dispose d'atouts importants dans les domaines des infrastructures économiques et des équipements structurants la mettant en position idéale pour un véritable essor économique.

- **Réseau routier**

Composé essentiellement par 1902 Km de Routes Nationales et 904 Km de chemins de Wilaya.

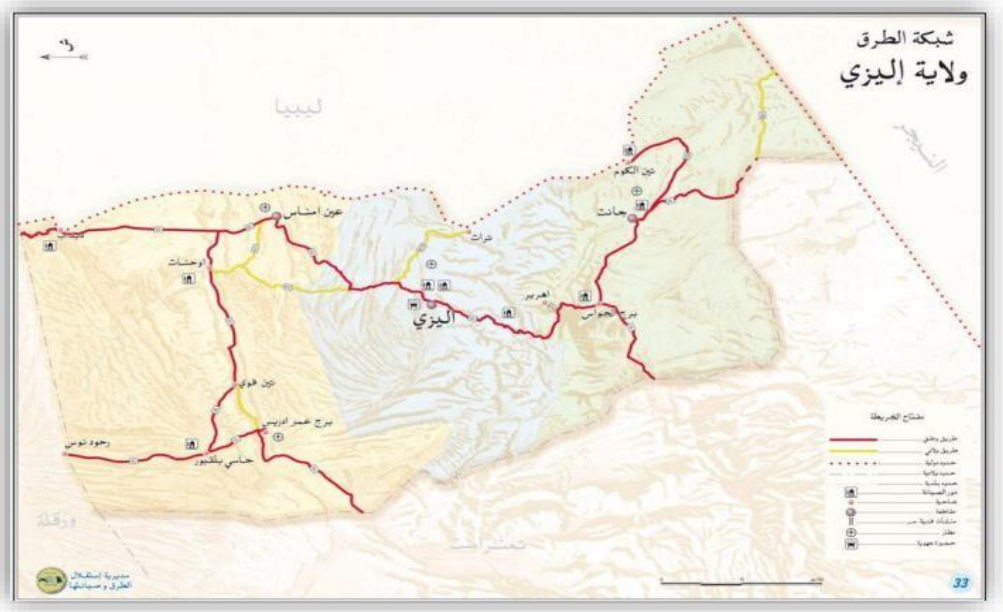


Figure I.2 : Carte de Réseau routier de la wilaya de d'illizi

- **Réseau Aéroportuaire:**

Illizi possède un réseau aéroportuaire assez important se composant de 8 aérodromes de différentes catégories : 01 aérodromes de classe internationale à In Amenas ; 01 aérodrome de Classe nationale à Illizi ; 04 aérodromes en terre battue (ancien aéroport d'Illizi, Bordj Omar Driss, Oued Arikine et Deb Deb) et 02 aérodromes à usage restreint : Rhourd-Ennous et Stah.

I.4 .PRESENTATION DU PROJET

Le projet fait partie du réseau routier de la wilaya d'Illizi ; il s'agit d'un tronçon routier stratégique reliant la zone d'Oued Samene à la ville de Bordj Omar Driss.

Le projet s'étend sur une longueur d'environ 4 kilomètres (allant du PK 328+000 au PK 332+000). Cette section a pour objectif de créer un raccourci direct afin de réduire la distance actuelle pour les usagers se déplaçant vers le chef-lieu de la wilaya, tout en assurant une liaison sécurisée et moderne.

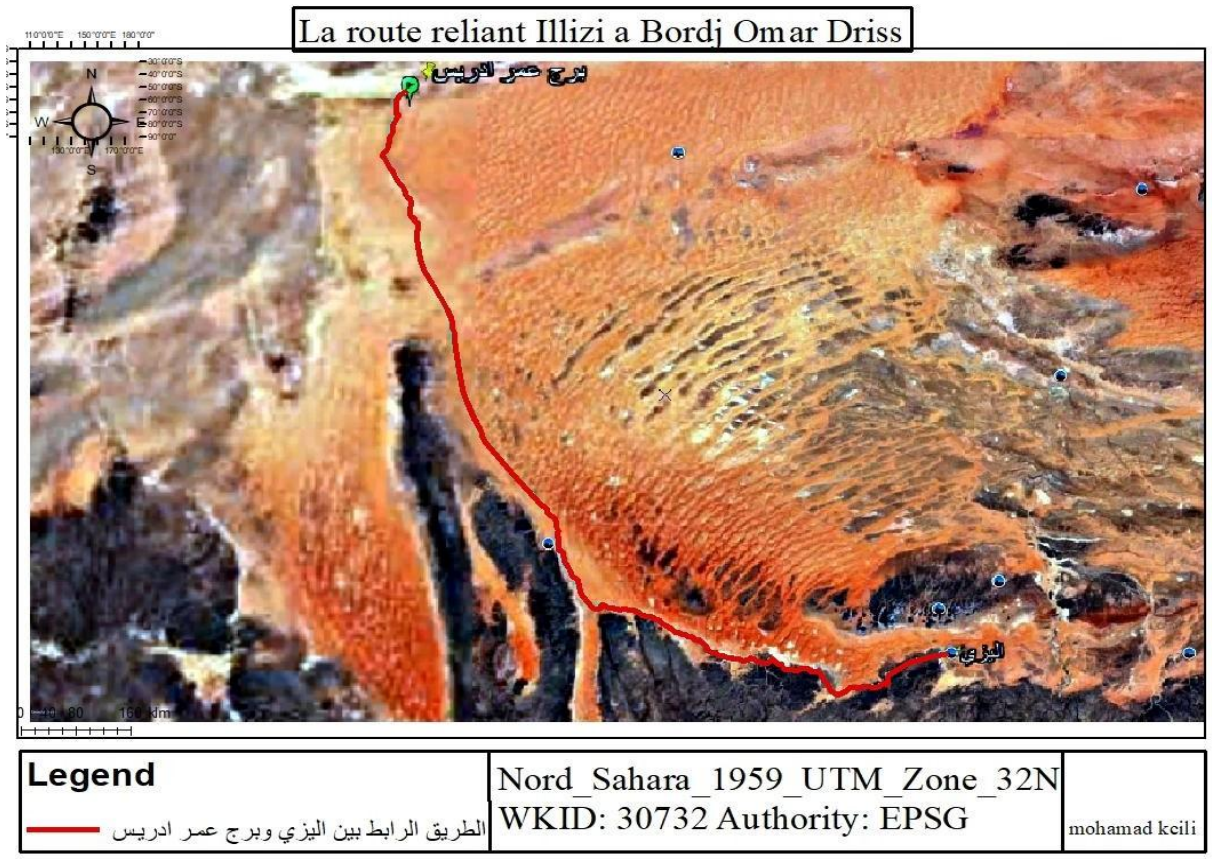


Figure I.3 : Tracé global du projet (Illizi - Bordj Omar Driss)

I.5 OBJECTIFS DU PROJET

Le but essentiel de notre projet est :

- Renforcer le réseau routier local et régional de la wilaya d'Illizi.
- Assurer un rôle majeur dans le rééquilibrage du territoire en facilitant l'accès aux zones isolées.
- Réduire les temps de déplacement et faciliter la liaison directe entre la commune de Bordj Omar Driss et le chef-lieu de la wilaya (Illizi).
- Désenclaver la zone d'Oued Samen pour favoriser les échanges socio-économiques et le développement local.

- Accroître la sécurité routière des usagers par un aménagement normalisé et une signalisation adéquate.

➢ **LES DONNEES DE BAS :**

Catégorie de la route : **Catégorie 3**

- Le trafic :
- TJMA2023 : **3800 V/J**
- Pourcentage de poids lourds : **Z=35%**
- Le taux d'accroissement : **t = 5%**
- Durée d'étude et mise en service **: 3 ans**
- Durée de vie : **10 ans**
- L'indice **CBR=7**

CHAPITRE : II
TRACÉ EN PLAN

I. TRACÉ EN PLAN

I.1 INTRODUCTION

L'approche d'étude de modernisation est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée : L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à RHnd est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité. Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent d'une part à assurer des conditions de confort relativement homogènes le long d'un axe routier, et adaptées à chaque catégorie de route, en fixant notamment des caractéristiques minimales. Elles visent d'autre part à garantir de bonnes conditions de sécurité, au moyen notamment de principes d'enchaînement des différents éléments du tracé et de principes relatifs à la visibilité

I.2 TRACE EN PLAN

I.2.1 Définition du tracé en plan

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité.

I.2.2 Règles à respecter dans la trace en plan

- Appliquer les normes du B40 si possible.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum et s'inscrire au maximum dans une même courbe de

niveau.

- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignesélectriquesaérienneprévoirunehauteurminimalede10m.

I.2.3 Les éléments de tracée n plan

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

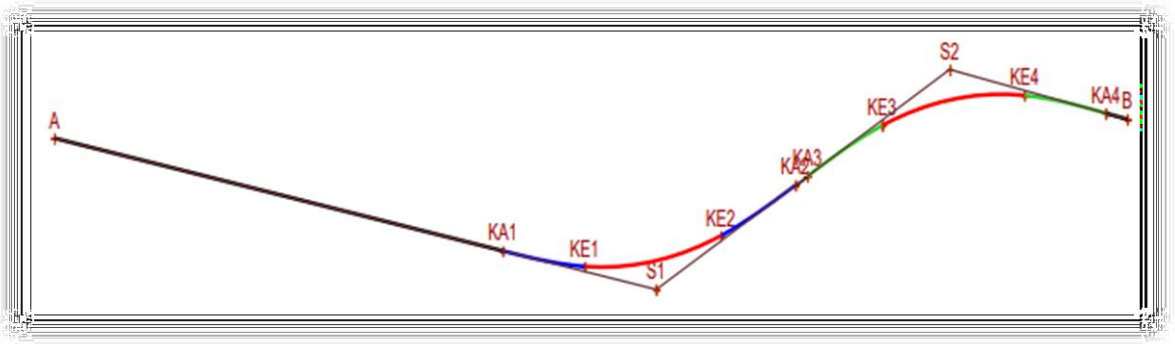


Figure II.1 : Les éléments d'un tracée n plan

a. Les alignement

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

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

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

$$\mathbf{L_{min} = 5VetVen\ (m/s)}$$

$$\mathbf{Lmax = 60VetVen(m/s)}$$

b. Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon supérieur ou égale à RHn que possible.

I.3 ETUDEDESVARIANTES

I.3.1 Détermination des coordonnées des sommets

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

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes.

I.3.2 Calcul de gisements et des angles au centre

a) Gisement

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

Exemple : Calcul du Gisement de la direction AS :

$$GAS = arctg\frac{\Delta X}{\Delta Y} = arctg\frac{XS - XA}{YS - YA})$$

b) Distance

La distance AS est donnée par la relation :

$$AS = \sqrt{(XS - XA)^2 + (YS - YA)^2}$$

C) L'angle au centre :

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

$$\boldsymbol{\beta = GSB - GAS}$$

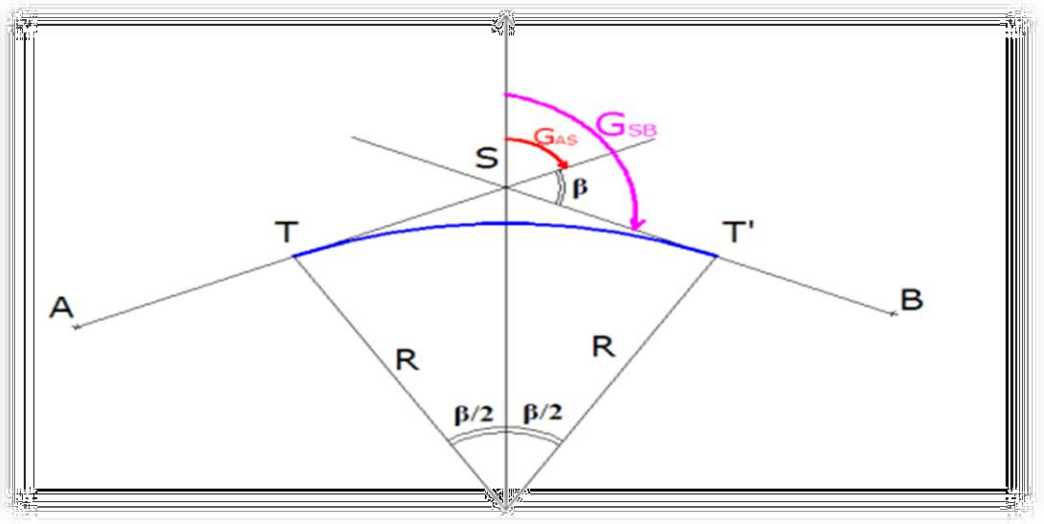


Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre

Etude de la Variante N°01

II.3.2.1 Calcul de la varianteN°01

- **Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°01**

Tableau II.1 : Coordonnées des sommets variante N° 01

N	X	Y	R	Angle
1	296987.1392	3010380.4575		
2	296820.5320	3010781.2545	5000	1,8697
3	296476.6320	3011544.5090	2200	5,8915
4	296081.7960	3012240.7550	850	10,5015
5	295910.0730	3012709.8610	3000	2,6151
6	295688.7610	3013401.1445	2200	1,1118
7	295558.8550	3013832.7300	900	9,068
8	295521.1710	3014082.1848		

- **Gisements, angles au centre et distances**

Tableau II.2 : Gisements, angles au centre et distances variante N°01

DIRECTION	DX(m)	Dy(m)	GISEMENT (gr)	ANGLE β(gr)	DISTANCE(m)
SD_S1	-166,6072	400,797	374,9199		434,0463
S1_S2	-343,9	763,2545	373,0501	1,8697	837,1527
S2_S3	-394,836	696,246	367,1586	5,8915	800,4086
S3_S4	-171,723	469,106	377,6601	-10,5015	499,549
S4_S5	-221,312	691,2835	380,2752	-2,6151	725,8456
S5_S6	-129,906	431,5855	381,3871	1,1118	450,7124
S6_SE	-37,684	249,4548	390,4551	9,068	252,2851

- **Calcul des paramètres des raccordements circulaires**

b. Bissectrice :

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

c. La développée :

$$D=R\beta(rd) \qquad D=\frac{\pi R\beta(dgr)}{180} \qquad D=\frac{\pi R\beta(grad)}{200}$$

d. La flèche :

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

e. La tangente :

$$\delta = R \times tg\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Tableau II.3 : Calcul des paramètres de raccordement au centre varianteN°01

Angle β (gr)	Rayon(m)	Tangent(m)	Developée(m)	la fléche(m)	Bissectrice(m)
1,8698	5000	73,4321	146,8537	0,5391	0,5392
5,8915	2200	101,8705	203,5956	2,3548	2,3537
10,5015	850	70,2662	140,2136	2,8895	2,8994
2,6151	3000	61,6255	123,2337	0,6328	0,6329
1,1118	2200	19,3354	38,4245	0,0839	0,0839
9,068	900	64,2057	128,1944	2,2815	2,2873
		∑RC=	**780,5155**		

La longueur de tracé :

La longueur totale des alignements droits mesurée L_{DE} :

AD1=434.0463-73.4231=**360.616**

AD2=837.1527-73.4231-101.8705=**661.853**

AD3=800.4086-101.8705-70.2662=**628.272**

AD4=499.549-70.2662-61.6255=**367.657**

AD5=725.8456-61.6255-19.2127=**645.009**

AD6=450.7123-19.2127-64.2057=**367.294**

AD7=252.2851-64.2054=**188.079**

- **∑AD=3218.780 m**

La longueur totale des arcs de cercles calculées LC :

- **∑RC = ∑D = 780.5155**

La longueur totale de tracé mesurée :

LT = ∑AD +∑RC =3218.780+780.5155

- **LT=3999.296 m**

Pourcentage des alignements droits :

% alignements droits = $\frac{LAD}{LT} = \frac{3218.6925}{3999.296}$ = **80%**

Condition vérifiée.

Pourcentage des courbes :

% Courbes = $\frac{LC}{LT} = \frac{780.5155}{3999.296}$ = **20%**

Condition vérifiée.

Tableau II.4 : Calcul des Déclivité cumulés variante N°01

N°	Distance partielle	Distance cumulée	Z(TN)	DN(m)
1	12,500	0	417,867	
2	25,000	12,500	417,904	-0,037
3	25,000	37,500	417,815	0,089
4	25,000	62,500	417,872	-0,057
5	25,000	87,500	417,710	0,162
6	25,000	112,500	417,638	0,072
7	25,000	137,500	417,584	0,054
8	25,000	162,500	417,704	-0,119
9	25,000	187,500	417,804	-0,100
10	25,000	212,500	417,787	0,016
11	25,000	237,500	417,651	0,136
12	25,000	262,500	417,558	0,093
13	25,000	287,500	417,744	-0,186
14	25,000	312,500	418,212	-0,468
15	25,000	337,500	418,106	0,106
16	25,000	362,500	417,940	0,166
17	25,000	387,500	417,811	0,129
18	17,023	412,500	417,719	0,092
19	12,500	429,523	417,750	-0,030
20	20,477	442,023	417,750	0,000
21	25,000	462,500	417,580	0,170
22	25,000	487,500	417,582	-0,002
23	25,000	512,500	417,694	-0,112
24	25,000	537,500	418,171	-0,477
25	25,000	562,500	418,104	0,067
26	25,000	587,500	417,329	0,775
27	25,000	612,500	416,881	0,449
28	25,000	637,500	416,822	0,058
29	25,000	662,500	417,068	-0,245
30	25,000	687,500	417,102	-0,034
31	25,000	712,500	417,250	-0,148
32	25,000	737,500	417,276	-0,026
33	25,000	762,500	417,453	-0,178
34	25,000	787,500	417,690	-0,237
35	25,000	812,500	417,602	0,087
36	25,000	837,500	417,537	0,065
37	25,000	862,500	417,467	0,070
38	25,000	887,500	417,422	0,045
39	25,000	912,500	417,917	-0,495
40	25,000	937,500	417,463	0,454
41	25,000	962,500	417,203	0,260
42	25,000	987,500	417,293	-0,090
43	25,000	1012,500	417,082	0,211

44	25,000	1037,500	416,727	0,355
45	25,000	1062,500	416,690	0,037
46	25,000	1087,500	416,931	-0,241
47	25,000	1112,500	417,033	-0,102
48	25,000	1137,500	417,115	-0,082
49	25,000	1162,500	417,067	0,048
50	25,000	1187,500	417,167	-0,100
51	25,000	1212,500	417,225	-0,058
52	23,100	1237,500	417,132	0,093
53	12,500	1260,600	417,126	0,006
54	14,400	1273,100	417,112	0,014
55	25,000	1287,500	417,045	0,067
56	25,000	1312,500	417,047	-0,002
57	25,000	1337,500	417,050	-0,003
58	25,000	1362,500	417,033	0,018
59	25,000	1387,500	416,858	0,175
60	25,000	1412,500	416,724	0,134
61	25,000	1437,500	416,680	0,044
62	25,000	1462,500	416,691	-0,012
63	25,000	1487,500	416,760	-0,068
64	25,000	1512,500	416,960	-0,200
65	25,000	1537,500	417,198	-0,238
66	25,000	1562,500	416,915	0,283
67	25,000	1587,500	417,204	-0,289
68	25,000	1612,500	417,029	0,175
69	25,000	1637,500	416,736	0,292
70	25,000	1662,500	416,767	-0,031
71	25,000	1687,500	417,143	-0,375
72	25,000	1712,500	417,360	-0,217
73	25,000	1737,500	417,237	0,123
74	25,000	1762,500	416,889	0,348
75	25,000	1787,500	416,872	0,017
76	25,000	1812,500	416,859	0,013
77	25,000	1837,500	416,893	-0,033
78	25,000	1862,500	416,863	0,029
79	25,000	1887,500	416,939	-0,076
80	25,000	1912,500	416,896	0,043
81	25,000	1937,500	416,764	0,132
82	25,000	1962,500	416,793	-0,029
83	25,000	1987,500	416,887	-0,094
84	25,000	2012,500	417,105	-0,218
85	23,304	2037,500	417,228	-0,122
86	12,500	2060,804	417,572	-0,344
87	14,196	2073,304	417,557	0,015
88	25,000	2087,500	417,496	0,061
89	25,000	2112,500	417,459	0,037
90	25,000	2137,500	417,416	0,042
91	25,000	2162,500	417,097	0,319

92	25,000	2187,500	416,890	0,207
93	25,000	2212,500	416,985	-0,095
94	25,000	2237,500	417,152	-0,167
95	25,000	2262,500	417,510	-0,358
96	25,000	2287,500	417,663	-0,153
97	25,000	2312,500	417,004	0,659
98	25,000	2337,500	416,745	0,259
99	25,000	2362,500	416,653	0,092
100	25,000	2387,500	416,581	0,072
101	25,000	2412,500	416,658	-0,077
102	25,000	2437,500	416,435	0,223
103	25,000	2462,500	416,381	0,054
104	25,000	2487,500	416,449	-0,068
105	25,000	2512,500	416,525	-0,076
106	23,078	2537,500	416,666	-0,142
107	12,500	2560,578	416,793	-0,127
108	14,422	2573,078	416,786	0,007
109	25,000	2587,500	416,732	0,054
110	25,000	2612,500	416,675	0,057
111	25,000	2637,500	416,876	-0,202
112	25,000	2662,500	416,628	0,248
113	25,000	2687,500	416,611	0,017
114	25,000	2712,500	416,628	-0,017
115	25,000	2737,500	416,558	0,070
116	25,000	2762,500	416,440	0,118
117	25,000	2787,500	416,482	-0,042
118	25,000	2812,500	416,478	0,004
119	25,000	2837,500	416,433	0,046
120	25,000	2862,500	416,457	-0,024
121	25,000	2887,500	416,420	0,037
122	25,000	2912,500	416,383	0,036
123	25,000	2937,500	416,248	0,135
124	25,000	2962,500	416,178	0,070
125	25,000	2987,500	416,112	0,067
126	25,000	3012,500	416,152	-0,040
127	25,000	3037,500	416,434	-0,282
128	25,000	3062,500	416,505	-0,071
129	25,000	3087,500	416,385	0,120
130	25,000	3112,500	416,386	-0,001
131	25,000	3137,500	416,337	0,049
132	25,000	3162,500	416,325	0,012
133	25,000	3187,500	416,487	-0,162
134	25,000	3212,500	416,325	0,161
135	25,000	3237,500	416,306	0,020
136	23,501	3262,500	416,588	-0,282
137	12,500	3286,001	416,625	-0,037
138	13,999	3298,501	416,624	0,001
139	25,000	3312,500	416,636	-0,011

140	25,000	3337,500	416,109	0,527
141	25,000	3362,500	415,888	0,221
142	25,000	3387,500	415,846	0,042
143	25,000	3412,500	415,964	-0,118
144	25,000	3437,500	415,856	0,109
145	25,000	3462,500	416,033	-0,177
146	25,000	3487,500	416,282	-0,249
147	25,000	3512,500	416,320	-0,038
148	25,000	3537,500	416,158	0,162
149	25,000	3562,500	415,953	0,205
150	25,000	3587,500	415,970	-0,017
151	25,000	3612,500	416,157	-0,187
152	25,000	3637,500	416,123	0,033
153	25,000	3662,500	415,838	0,285
154	25,000	3687,500	415,528	0,310
155	23,857	3712,500	415,431	0,098
156	12,500	3736,357	415,117	0,314
157	13,643	3748,857	415,107	0,010
158	25,000	3762,500	415,023	0,083
159	25,000	3787,500	414,997	0,027
160	25,000	3812,500	415,551	-0,554
161	25,000	3837,500	415,608	-0,057
162	25,000	3862,500	415,478	0,130
163	25,000	3887,500	415,685	-0,207
164	25,000	3912,500	415,554	0,131
165	25,000	3937,500	415,811	-0,257
166	25,000	3962,500	416,048	-0,237
167	12,500	3987,500	415,952	0,096
		4000,000		**H=1,916 m**

H/L = 1.916/4000 = 0.000479 = 0.0479%

- **Déclivité cumulée :**

$$DC=\frac{\sum_{PI>0} PI.Li+\sum_{PI<0} PI.LI}{L}=0.0479\%$$

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

Tableau II.5 : Type de topographie

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
01	Terrain plat	$D_c \leq 1.5\%$
02	Terrain vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
03	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

DC=0.0479 % ≤ 1.5 % ⟹ **Terrain plat**

➢ **Sinuosité :**

- La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.
- La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.
- Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité

Tableau II.6

N°	Classification	Sinuosité
01	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
02	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
03	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

$\boldsymbol{\sigma = \frac{LS}{L}}$ ⟹ Sinuosité faible

$L_s = \Sigma D$ ($R \leq 200m$) $L_s = 0$ m

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

➢ **Environnement :**

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

Tableau II.7 : Tableau d'Environnement de la route

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

- Dénivelée cumulée : Dc=0.0479%≤1,5% **(terrain plat)**
- Sinuosité : σ=0 **(sinuosité faible)** ⟹ **Environnement : E1**

➢ Vitesse de référence :

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

- La catégorie
- L'environnement

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

Tableau II.8 : Vitesse de référence

		Environnement		
		E1	**E2**	**E3**
Catégorie	Cat01	120-100-80	100-80-60	80-60-40
	Cat02	120-100-80	100-80-60	80-60-40
	Cat03	**120-100-80**	100-80-60	80-60-40
	Cat04	100-80-60	80-60-40	60-40
	Cat05	80-60-40	60-40	40

Cat03 et E01 ⟹ V_r=80km/h

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

Tableau II.9 : Dévers

	Catégorie				
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
D min	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
D max	7%	7%	8%	8%	9%

➢ Détermination du coefficient transversal f_t :

Tableau II.10 : Valeur du coefficien tf_t

Vr	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**
CAT1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
CAT3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

➢ Tableau des coefficients F''en fonction de la catégorie :

Tableau II.11 : Valeur du coefficient F''

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

Tableau III.12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

D max	8%
D min	-3%
Ft	0.15
D n=D max-2%	6%
F''	0.07

Calcul des rayons en plan :

- **Rayon horizontal minimal absolu RHM :**

$$RHM=\frac{VR^2}{127(ft+dmax)}=\frac{80^2}{127(0.15+0.08)}=219.10\ m$$

➢ RHM=219.10 m

- **Rayon minimal normal RHN** :

$$RHN=\frac{(VR+20)^2}{127(ft+dn)}=\frac{(80+20)^2}{127(0.15+0.06)}=374.953\ m$$

➢ RHN=374.953 m

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant Vr de 2 km/h de roulés en sécurité.

- **Rayon au dévers minimal :**

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

Dévers associé Dmin=3%

$$RHD=\frac{VR^2}{127.2.Dmin}=\frac{80^2}{127.2.0.03}$$

➢ RHD=839.90 m

- **Rayon minimal non déversé :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le divers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHND).

$$RHND=\frac{VR^2}{127.(f"-Dmin)}=\frac{80^2}{127.(0.07-0.03\ )}$$

RHND= 1259,84 m

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

Tableau II.13 : Récapitulatif des rayons en plan

Catégorie	RHM	RHN	RHD	RHND
CAT 3	219,10 m	374.953 m	839.9 m	1259.84 m

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

Tableau II.14 : Les rayons en plan selon B40

Catégorie	RHM	RHN	RHD	RHND
CAT 3	220 m	375 m	800 m	1200 m

Calcul de cubature approchée de la variante N°01

Tableau II.15 : Tableau de cubature approchée de la variante 01

Profil n°	Volume Deblais	VOLUME Deblais cumulé	Volume Remblais	Volume Remblais cumulé
P01	0,000	0,000	0,000	0,000
P02	-30,410	-30,410	0,000	0,000
P03	-26,666	-57,075	0,000	0,000
P04	-61,898	-118,974	0,000	0,000
P05	-38,749	-157,723	0,000	0,000
P06	-39,642	-197,365	0,000	0,000
P07	-45,168	-242,534	0,000	0,000
P08	-95,758	-338,292	0,000	0,000
P09	-139,185	-477,477	0,000	0,000
P10	-152,396	-629,872	0,000	0,000
P11	-135,407	-765,280	0,000	0,000
P12	-128,582	-893,862	0,000	0,000
P13	-189,447	-1083,309	0,000	0,000
P14	-308,497	-1391,806	0,000	0,000
P15	-298,439	-1690,245	0,000	0,000
P16	-274,900	-1965,145	0,000	0,000
P17	-258,503	-2223,648	0,000	0,000
P18	-170,096	-2393,744	0,000	0,000
P19	-130,395	-2524,138	0,000	0,000
P20	-219,515	-2743,654	0,000	0,000
P21	-240,798	-2984,452	0,000	0,000
P22	-251,877	-3236,329	0,000	0,000

P23	-286,466	-3522,795	0,000	0,000
P24	-392,421	-3915,216	0,000	0,000
P25	-387,267	-4302,483	0,000	0,000
P26	-232,295	-4534,778	0,000	0,000
P27	-133,605	-4668,383	0,000	0,000
P28	-127,573	-4795,955	0,000	0,000
P29	-195,230	-4991,185	0,000	0,000
P30	-210,331	-5201,515	0,000	0,000
P31	-250,695	-5452,210	0,000	0,000
P32	-262,239	-5714,449	0,000	0,000
P33	-305,978	-6020,428	0,000	0,000
P34	-359,172	-6379,599	0,000	0,000
P35	-345,539	-6725,138	0,000	0,000
P36	-335,864	-7061,002	0,000	0,000
P37	-324,523	-7385,526	0,000	0,000
P38	-317,994	-7703,520	0,000	0,000
P39	-417,543	-8121,063	0,000	0,000
P40	-330,747	-8451,811	0,000	0,000
P41	-277,074	-8728,884	0,000	0,000
P42	-297,663	-9026,547	0,000	0,000
P43	-252,008	-9278,556	0,000	0,000
P44	-169,351	-9447,907	0,000	0,000
P45	-160,038	-9607,945	0,000	0,000
P46	-216,565	-9824,510	0,000	0,000
P47	-238,744	-10063,254	0,000	0,000
P48	-255,641	-10318,896	0,000	0,000
P49	-242,784	-10561,680	0,000	0,000
P50	-262,513	-10824,192	0,000	0,000
P51	-272,311	-11096,503	0,000	0,000
P52	-229,191	-11325,694	0,000	0,000
P53	-121,690	-11447,385	0,000	0,000
P54	-138,011	-11585,396	0,000	0,000
P55	-219,568	-11804,964	0,000	0,000
P56	-214,991	-12019,955	0,000	0,000
P57	-210,097	-12230,053	0,000	0,000
P58	-199,824	-12429,877	0,000	0,000
P59	-150,909	-12580,786	0,000	0,000
P60	-109,799	-12690,586	0,000	0,000
P61	-90,138	-12780,724	0,000	0,000
P62	-84,239	-12864,963	0,000	0,000
P63	-92,471	-12957,434	0,000	0,000
P64	-133,409	-13090,844	0,000	0,000
P65	-181,651	-13272,495	0,000	0,000
P66	-100,811	-13373,306	0,000	0,000
P67	-161,894	-13535,200	0,000	0,000
P68	-106,514	-13641,713	0,000	0,000

P69	-16,557	-13658,270	0,000	0,000
P70	-11,000	-13669,270	0,000	0,000
P71	-96,302	-13765,572	0,000	0,000
P72	-137,189	-13902,762	0,000	0,000
P73	-91,530	-13994,292	0,000	0,000
P74	0,000	-13994,292	17,648	17,648
P75	0,000	-13994,292	39,880	57,528
P76	0,000	-13994,292	61,907	119,435
P77	0,000	-13994,292	71,410	190,845
P78	0,000	-13994,292	100,364	291,209
P79	0,000	-13994,292	98,574	389,784
P80	0,000	-13994,292	133,805	523,589
P81	0,000	-13994,292	199,026	722,615
P82	0,000	-13994,292	213,678	936,293
P83	0,000	-13994,292	207,243	1143,537
P84	0,000	-13994,292	161,133	1304,670
P85	0,000	-13994,292	136,129	1440,798
P86	0,000	-13994,292	30,731	1471,529
P87	0,000	-13994,292	39,016	1510,545
P88	0,000	-13994,292	109,207	1619,752
P89	0,000	-13994,292	142,148	1761,900
P90	0,000	-13994,292	174,268	1936,168
P91	0,000	-13994,292	296,993	2233,161
P92	0,000	-13994,292	384,401	2617,561
P93	0,000	-13994,292	360,390	2977,951
P94	0,000	-13994,292	307,440	3285,391
P95	0,000	-13994,292	189,673	3475,065
P96	0,000	-13994,292	140,418	3615,483
P97	0,000	-13994,292	356,949	3972,433
P98	0,000	-13994,292	443,477	4415,909
P99	0,000	-13994,292	465,457	4881,366
P100	0,000	-13994,292	475,953	5357,319
P101	0,000	-13994,292	425,959	5783,278
P102	0,000	-13994,292	485,846	6269,124
P103	0,000	-13994,292	477,326	6746,450
P104	0,000	-1 3994,292	419,176	7165,626
P105	0,000	-13994,292	358,078	7523,703
P106	0,000	-13994,292	255,033	7778,736
P107	0,000	-13994,292	104,031	7882,767
P108	0,000	-13994,292	118,702	8001,469
P109	0,000	-13994,292	193,694	8195,163
P110	0,000	-13994,292	182,643	8377,806
P111	0,000	-13994,292	91,811	8469,617
P112	0,000	-13994,292	139,525	8609,142
P113	0,000	-13994,292	116,737	8725,879

P114	0,000	-13994,292	84,108	8809,987
P115	0,000	-13994,292	77,868	8887,855
P116	0,000	-13994,292	85,721	8973,577
P117	0,000	-13994,292	46,714	9020,290
P118	0,000	-13994,292	21,776	9042,066
P119	0,000	-13994,292	9,019	9051,085
P120	-22,646	-14016,938	0,000	9051,085
P121	-37,301	-14054,239	0,000	9051,085
P122	-51,984	-14106,223	0,000	9051,085
P123	-40,229	-14146,452	0,000	9051,085
P124	-45,137	-14191,589	0,000	9051,085
P125	-49,806	-14241,395	0,000	9051,085
P126	-81,340	-14322,735	0,000	9051,085
P127	-171,111	-14493,846	0,000	9051,085
P128	-205,100	-14698,946	0,000	9051,085
P129	-192,682	-14891,628	0,000	9051,085
P130	-207,887	-15099,515	0,000	9051,085
P131	-210,212	-15309,727	0,000	9051,085
P132	-220,189	-15529,916	0,000	9051,085
P133	-268,243	-15798,159	0,000	9051,085
P134	-242,535	-16040,694	0,000	9051,085
P135	-247,662	-16288,356	0,000	9051,085
P136	-298,302	-16586,659	0,000	9051,085
P137	-165,693	-16752,352	0,000	9051,085
P138	-185,937	-16938,289	0,000	9051,085
P139	-340,472	-17278,761	0,000	9051,085
P140	-232,001	-17510,763	0,000	9051,085
P141	-185,447	-17696,210	0,000	9051,085
P142	-179,538	-17875,748	0,000	9051,085
P143	-210,717	-18086,465	0,000	9051,085
P144	-187,245	-18273,710	0,000	9051,085
P145	-229,787	-18503,497	0,000	9051,085
P146	-285,513	-18789,010	0,000	9051,085
P147	-293,081	-19082,090	0,000	9051,085
P148	-255,879	-19337,969	0,000	9051,085
P149	-206,242	-19544,211	0,000	9051,085
P150	-206,377	-19750,588	0,000	9051,085
P151	-244,780	-19995,368	0,000	9051,085
P152	-231,654	-20227,022	0,000	9051,085
P153	-157,459	-203 84,481	0,000	9051,085
P154	-70,684	-20455,165	0,000	9051,085
P155	-33,411	-20488,576	0,000	9051,085
P156	0,000	-20488,576	31,425	9082,510
P157	0,000	-20488,576	36,586	9119,096
P158	0,000	-20488,576	105,200	9224,296

P159	0,000	-20488,576	128,333	9352,630
P160	-16,440	-20505,016	0,000	9352,630
P161	-16,339	-20521,355	0,000	9352,630
P162	0,000	-20521,355	36,986	9389,615
P163	-2,404	-20523,759	0,000	9389,615
P164	0,000	-20523,759	53,836	9443,452
P165	0,000	-20523,759	0,870	9444,321
P166	-44,679	-20568,439	0,000	9444,321
P167	0,000	-20568,439	0,000	9444,321

- Longueur Totale du Tracé de la variante 01 :
- Déblai Total de la variante 01 : **20568,439 m^3**
- Remblai Total de la variante 01 : **9444,321 m^3**

Etude de la Variante N°02

I.1.1.1. Calcul de la variante N°02

- **Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°02 :**

Tableau II.16 : Coordonnées des sommets variante N°02

N	X	Y	R	Angle
1	296987.1392	3010380.4575		
2	296834.1390	3010717.6980	1800	3,1902
3	296640.3880	3011208.7640	1200	4,5412
4	296478.8130	3011545.7120	1500	5,6626
5	296258.6959	3011916.2071	2500	3,7530
6	296059.6746	3012301.1855	2200	9,9208
7	295896.7434	3012790.7254	5000	0,4516
8	295774.7390	3013166.1650	1600	3,5307
9	295670.3780	3013435.5035	1600	7,2039
10	295593.9055	3013727.0740	2000	3,4679
11	295521.1710	3014082.1848		

- **Gisements, angles au centre et distances :**

Tableau II.17 : Gisements angles au centre et distances variante N° 02

DIRECTION	DX(m)	Dy(m)	GISEMENT(gr)	ANGLE β(gr)	DISTANCE(m)
SD_S1	-155.0002	337.2405	372.8856		370.324
S1_S2	-193.751	491.066	376.0758	3.1902	527.9065
S2_S3	-161.575	336.948	371.5346	4.5412	373.6849
S3_S4	-220.1171	370.4951	365.872	5.6626	430.9503
S4_S5	-199.0213	384.9784	369.625	3.753	433.3796
S5_S6	-162.9312	489.5399	379.5458	9.9208	515.9418
S6_S7	122.0044	375.4396	379.9974	0.4516	394.7657
S7_S8	-104.361	269.3385	376.4667	3.5307	288.8502
S8_S9	-76.4725	291.5705	383.6707	7.204	301.4322
S9_SE	72.7345	355.1108	387.1385	3.4678	362.4831

- **Calcul des paramètres des raccordements circulaires :**

Tableau II.18 : Calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02

Angle β (gr)	Rayon(m)	Tangent(m)	Developée(m)	fléche(m)	Bissectrice(m)
3,1902	1800	45,1098	90,2008	0,56	0,56
4,5412	1200	42,818	85,5996	0,81	0,81
5,6626	1500	66,755	133,4219	1,48	1,48
3,753	2500	73,7113	147,38	1,08	1,08
9,9208	2200	171,7669	342,8382	6,68	6,68
0,4516	5000	17,7344	35,4685	0,03	0,03
3,5307	1600	44,3744	88,7362	0,62	0,62
7,204	1600	90,625	181,0563	2,57	2,57
3,4678	2000	54,4855	108,9442	0,74	0,74

La longueur de tracé :

La longueur totale des alignements droits mesurée LDE :

AD1==370.324-45.1098=325.2142

AD2=527.9065-42.818-45.1098=439.9787

AD3=373.6849-66.755-42.818=264.1119

AD4=430.9503-73.7113-66.755=290.484

AD5=433.3796-171.7669-73.7113=187.9014

AD6=515.9418-17.7344-171.7669=326.4405

AD7=394.7657-44.3795-17.7344=332.6518

AD8=288.8502-90.625-44.3795=153.8457

AD9=301.422-54.4855-90.625=156.3115

AD10=362.4831-54.4855=307.9976

∑AD=2784.9373 m

La longueur totale des arcs de cercles calculées LC :

∑RC = ∑D = 1213.6458

La longueur totale de tracé mesurée :

LT = ∑AD +∑RC =2784.9373 m+1213.6458 m

- **LT=3999.5831m**

Pourcentage des alignements droits :

% alignements droits = $\frac{LAD}{LT}=\frac{2784.9373}{3999.5831}$ = 69.64%

Condition vérifiée.

Pourcentage des courbes :

% Courbes =$\frac{LC}{LT}=\frac{1213.6458}{3999.5831}$=30.36%

Condition vérifiée.

- **Déclivité cumulée :**

Tableau II.19 : calcul des déclivités cumulés variante N°02

N°	Distance cumulée	Distance partielle	Z TN Axe	DN
1	0,000		417,867	
2	25,000	25,00	417,909	0,042
3	50,000	25,000	417,829	-0,080
4	75,000	25,000	417,898	0,069
5	100,000	25,000	417,801	-0,097
6	125,000	25,000	417,681	-0,120
7	150,000	25,000	417,597	-0,084
8	175,000	25,000	417,715	0,118
9	200,000	25,000	417,972	0,257
10	225,000	25,000	418,079	0,106
11	250,000	25,000	417,586	-0,492
12	275,000	25,000	417,584	-0,002
13	300,000	25,000	417,672	0,088
14	325,000	25,000	417,960	0,288
15	350,000	25,000	418,011	0,051
16	370,324	20,324	418,301	0,290
17	375,000	4,676	418,241	-0,060
18	400,000	25,000	417,928	-0,313
19	425,000	25,000	417,894	-0,033
20	450,000	25,000	417,668	-0,226
21	475,000	25,000	417,692	0,023
22	500,000	25,000	417,703	0,011
23	525,000	25,000	417,933	0,230
24	550,000	25,000	418,343	0,410
25	575,000	25,000	418,151	-0,192
26	600,000	25,000	417,367	-0,785
27	625,000	25,000	416,894	-0,473
28	650,000	25,000	416,820	-0,074
29	675,000	25,000	417,088	0,268
30	700,000	25,000	417,106	0,018
31	725,000	25,000	417,323	0,217
32	750,000	25,000	417,295	-0,028
33	775,000	25,000	417,533	0,238
34	800,000	25,000	417,670	0,137
35	825,000	25,000	417,553	-0,117
36	850,000	25,000	417,369	-0,184
37	875,000	25,000	417,381	0,012
38	898,231	23,231	417,274	-0,107
39	900,000	1,769	417,273	-0,001
40	925,000	25,000	417,258	-0,015
41	950,000	25,000	417,204	-0,055
42	975,000	25,000	417,204	0,000
43	1000,000	25,000	417,474	0,270

44	1025,000	25,000	417,260	-0,214
45	1050,000	25,000	416,749	-0,511
46	1075,000	25,000	416,664	-0,085
47	1100,000	25,000	416,904	0,240
48	1125,000	25,000	417,018	0,114
49	1150,000	25,000	417,168	0,150
50	1175,000	25,000	417,071	-0,097
51	1200,000	25,000	417,141	0,069
52	1225,000	25,000	417,221	0,081
53	1250,000	25,000	417,118	-0,104
54	1271,916	21,916	417,105	-0,013
55	1275,000	3,084	417,094	-0,011
56	1300,000	25,000	417,013	-0,081
57	1325,000	25,000	417,043	0,031
58	1350,000	25,000	417,050	0,007
59	1375,000	25,000	417,036	-0,013
60	1400,000	25,000	416,861	-0,175
61	1425,000	25,000	416,733	-0,128
62	1450,000	25,000	416,670	-0,063
63	1475,000	25,000	416,692	0,022
64	1500,000	25,000	416,748	0,056
65	1525,000	25,000	416,949	0,201
66	1550,000	25,000	417,178	0,229
67	1575,000	25,000	416,909	-0,268
68	1600,000	25,000	417,189	0,279
69	1625,000	25,000	416,974	-0,214
70	1650,000	25,000	416,719	-0,255
71	1675,000	25,000	416,837	0,118
72	1700,000	25,000	417,179	0,342
73	1702,866	2,866	417,203	0,024
74	1725,000	22,134	417,369	0,166
75	1750,000	25,000	417,234	-0,135
76	1775,000	25,000	416,878	-0,355
77	1800,000	25,000	416,878	0,000
78	1825,000	25,000	416,857	-0,021
79	1850,000	25,000	416,906	0,049
80	1875,000	25,000	416,866	-0,041
81	1900,000	25,000	416,963	0,098
82	1925,000	25,000	416,912	-0,051
83	1950,000	25,000	416,788	-0,124
84	1975,000	25,000	416,823	0,035
85	2000,000	25,000	416,889	0,067
86	2025,000	25,000	417,076	0,186
87	2050,000	25,000	417,216	0,140
88	2075,000	25,000	417,588	0,372
89	2100,000	25,000	417,561	-0,027
90	2125,000	25,000	417,487	-0,073
91	2136,246	11,246	417,485	-0,002

92	2150,000	13,754	417,427	-0,057
93	2175,000	25,000	417,127	-0,301
94	2200,000	25,000	416,951	-0,175
95	2225,000	25,000	417,029	0,078
96	2250,000	25,000	417,163	0,134
97	2275,000	25,000	417,612	0,449
98	2300,000	25,000	417,746	0,133
99	2325,000	25,000	417,061	-0,685
100	2350,000	25,000	416,775	-0,286
101	2375,000	25,000	416,652	-0,124
102	2400,000	25,000	416,657	0,006
103	2425,000	25,000	416,663	0,006
104	2450,000	25,000	416,549	-0,114
105	2475,000	25,000	416,415	-0,133
106	2500,000	25,000	416,443	0,027
107	2525,000	25,000	416,509	0,067
108	2550,000	25,000	416,623	0,114
109	2575,000	25,000	416,663	0,040
110	2600,000	25,000	416,719	0,057
111	2625,000	25,000	416,666	-0,053
112	2650,000	25,000	416,797	0,130
113	2652,188	2,188	416,796	-0,001
114	2675,000	22,812	416,842	0,047
115	2700,000	25,000	416,682	-0,161
116	2725,000	25,000	416,567	-0,115
117	2750,000	25,000	416,596	0,030
118	2775,000	25,000	416,521	-0,075
119	2800,000	25,000	416,547	0,026
120	2825,000	25,000	416,551	0,004
121	2850,000	25,000	416,828	0,277
122	2875,000	25,000	416,466	-0,361
123	2900,000	25,000	416,493	0,027
124	2925,000	25,000	416,498	0,005
125	2950,000	25,000	416,499	0,001
126	2975,000	25,000	416,305	-0,194
127	3000,000	25,000	416,176	-0,129
128	3025,000	25,000	416,116	-0,061
129	3046,953	21,953	416,150	0,034
130	3050,000	3,047	416,206	0,056
131	3075,000	25,000	416,567	0,360
132	3100,000	25,000	416,346	-0,221
133	3125,000	25,000	416,446	0,101
134	3150,000	25,000	416,344	-0,102
135	3175,000	25,000	416,419	0,075
136	3200,000	25,000	416,502	0,083
137	3225,000	25,000	416,326	-0,176
138	3250,000	25,000	416,323	-0,004
139	3275,000	25,000	416,552	0,230

140	3300,000	25,000	416,578	0,026
141	3325,000	25,000	416,479	-0,100
142	3335,803	10,803	416,564	0,085
143	3350,000	14,197	416,088	-0,475
144	3375,000	25,000	415,872	-0,216
145	3400,000	25,000	415,852	-0,020
146	3425,000	25,000	415,946	0,094
147	3450,000	25,000	415,863	-0,083
148	3475,000	25,000	416,041	0,178
149	3500,000	25,000	416,252	0,211
150	3525,000	25,000	416,320	0,068
151	3550,000	25,000	416,166	-0,154
152	3575,000	25,000	415,949	-0,217
153	3600,000	25,000	415,962	0,013
154	3625,000	25,000	416,152	0,190
155	3637,236	12,236	416,518	0,366
156	3650,000	12,764	416,175	-0,343
157	3675,000	25,000	415,959	-0,216
158	3700,000	25,000	415,530	-0,429
159	3725,000	25,000	415,185	-0,345
160	3750,000	25,000	415,304	0,119
161	3775,000	25,000	414,966	-0,338
162	3800,000	25,000	415,016	0,049
163	3825,000	25,000	414,998	-0,018
164	3850,000	25,000	415,349	0,351
165	3875,000	25,000	415,656	0,307
166	3900,000	25,000	415,564	-0,092
167	3925,000	25,000	415,591	0,027
168	3950,000	25,000	415,849	0,258
169	3975,000	25,000	416,062	0,213
170	3999,719	24,719	415,952	-0,110
			Somme DN	**1,916**
			H/L(%)	**0,048**

- **Déclivité cumulée :**

Dc= 0.048%

Terrain plat

- **Sinuosité :**

LS =0 $\delta = \frac{LS}{L} = 0$ **Sinuosité faible**

- **Environnement :**

1- Dénivelée cumulée : Dc = 0.048% (terrain plat)

2- Sinuosité : δ = 0 (sinuosité faible)

- **Environnement : E1**

Vitesse de référence :

- Cat 03
- E 01

✓ **VR=80km/h**

- **Calcul de cubature approchée de la variante N°02 :**

Tableau II.20 : Tableau de cubature approchée de la variante 02

Profil n°	Volume Deblais	Volume Deblais cumulé	Volume Remblais	Volume Remblais cumulé
P01	0,000	0,000	0,000	0,000
P02	-32,252	-32,252	0,000	0,000
P03	-31,229	-63,481	0,000	0,000
P04	-69,881	-133,362	0,000	0,000
P05	-64,497	-197,860	0,000	0,000
P06	-53,080	-250,940	0,000	0,000
P07	-51,158	-302,098	0,000	0,000
P08	-102,005	-404,103	0,000	0,000
P09	-184,515	-588,618	0,000	0,000
P10	-227,429	-816,047	0,000	0,000
P11	-127,530	-943,577	0,000	0,000
P12	-146,106	-1089,682	0,000	0,000
P13	-186,057	-1275,740	0,000	0,000
P14	-269,738	-1545,478	0,000	0,000
P15	-269,648	-1815,125	0,000	0,000
P16	-184,917	-2000,042	0,000	0,000
P17	-214,171	-2214,213	0,000	0,000
P18	-312,379	-2526,593	0,000	0,000
P19	-321,285	-2847,878	0,000	0,000
P20	-288,999	-3136,877	0,000	0,000
P21	-309,478	-3446,355	0,000	0,000
P22	-326,643	-3772,998	0,000	0,000
P23	-386,370	-4159,368	0,000	0,000
P24	-472,353	-4631,721	0,000	0,000
P25	-450,660	-5082,381	0,000	0,000
P26	-311,584	-5393,966	0,000	0,000
P27	-220,662	-5614,628	0,000	0,000
P28	-217,293	-5831,921	0,000	0,000
P29	-290,379	-6122,300	0,000	0,000
P30	-306,212	-6428,513	0,000	0,000
P31	-362,054	-6790,566	0,000	0,000

P32	-366,864	-7157,430	0,000	0,000
P33	-421,854	-7579,285	0,000	0,000
P34	-455,064	-8034,349	0,000	0,000
P35	-442,894	-8477,243	0,000	0,000
P36	-417,861	-8895,104	0,000	0,000
P37	-412,910	-9308,013	0,000	0,000
P38	-207,794	-9515,807	0,000	0,000
P39	-222,741	-9738,548	0,000	0,000
P40	-420,639	-10159,187	0,000	0,000
P41	-417,637	-10576,824	0,000	0,000
P42	-424,402	-11001,226	0,000	0,000
P43	-477,547	-11478,774	0,000	0,000
P44	-446,543	-11925,316	0,000	0,000
P45	-356,421	-12281,738	0,000	0,000
P46	-345,341	-12627,078	0,000	0,000
P47	-397,779	-13024,858	0,000	0,000
P48	-423,728	-13448,585	0,000	0,000
P49	-454,775	-13903,361	0,000	0,000
P50	-441,723	-14345,084	0,000	0,000
P51	-457,449	-14802,532	0,000	0,000
P52	-474,390	-15276,922	0,000	0,000
P53	-431,298	-15708,220	0,000	0,000
P54	-229,884	-15938,104	0,000	0,000
P55	-257,266	-16195,369	0,000	0,000
P56	-446,342	-16641,712	0,000	0,000
P57	-453,733	-17095,445	0,000	0,000
P58	-456,585	-17552,030	0,000	0,000
P59	-455,654	-18007,684	0,000	0,000
P60	-425,645	-18433,329	0,000	0,000
P61	-402,824	-18836,153	0,000	0,000
P62	-391,331	-19227,484	0,000	0,000
P63	-395,698	-19623,182	0,000	0,000
P64	-406,066	-20029,248	0,000	0,000
P65	-442,157	-20471,405	0,000	0,000
P66	-480,717	-20952,121	0,000	0,000
P67	-433,230	-21385,351	0,000	0,000
P68	-480,161	-21865,512	0,000	0,000
P69	-441,647	-22307,159	0,000	0,000
P70	-392,528	-22699,687	0,000	0,000
P71	-412,155	-23111,842	0,000	0,000
P72	-262,068	-23373,910	0,000	0,000
P73	-236,956	-23610,866	0,000	0,000
P74	-470,055	-24080,921	0,000	0,000
P75	-473,391	-24554,312	0,000	0,000
P76	-406,654	-24960,966	0,000	0,000
P77	-402,405	-25363,371	0,000	0,000

P78	-393,838	-25757,209	0,000	0,000
P79	-398,273	-26155,482	0,000	0,000
P80	-385,253	-26540,735	0,000	0,000
P81	-398,305	-26939,041	0,000	0,000
P82	-382,562	-27321,603	0,000	0,000
P83	-351,626	-27673,229	0,000	0,000
P84	-351,578	-28024,807	0,000	0,000
P85	-357,575	-28382,382	0,000	0,000
P86	-386,597	-28768,979	0,000	0,000
P87	-405,595	-29174,574	0,000	0,000
P88	-464,643	-29639,217	0,000	0,000
P89	-452,354	-30091,571	0,000	0,000
P90	-312,661	-30404,232	0,000	0,000
P91	-213,503	-30617,735	0,000	0,000
P92	-319,039	-30936,774	0,000	0,000
P93	-343,683	-31280,457	0,000	0,000
P94	-296,495	-31576,952	0,000	0,000
P95	-301,845	-31878,796	0,000	0,000
P96	-318,719	-32197,515	0,000	0,000
P97	-396,958	-32594,473	0,000	0,000
P98	-411,114	-33005,586	0,000	0,000
P99	-258,990	-33264,576	0,000	0,000
P100	-178,475	-33443,051	0,000	0,000
P101	-132,659	-33575,710	0,000	0,000
P102	-117,717	-33693,427	0,000	0,000
P103	-102,230	-33795,657	0,000	0,000
P104	-54,583	-33850,239	0,000	0,000
P105	0,000	-33850,239	0,490	0,490
P106	0,000	-33850,239	12,989	13,479
P107	0,000	-33850,239	15,066	28,545
P108	0,000	-33850,239	4,543	33,088
P109	0,000	-33850,239	15,112	48,201
P110	0,000	-33850,239	21,430	69,631
P111	0,000	-33850,239	59,796	129,427
P112	0,000	-33850,239	25,062	154,489
P113	0,000	-33850,239	24,282	178,771
P114	0,000	-33850,239	54,898	233,669
P115	0,000	-33850,239	131,424	365,093
P116	0,000	-33850,239	195,908	561,001
P117	0,000	-33850,239	215,370	776,371
P118	0,000	-33850,239	270,310	1046,681
P119	0,000	-33850,239	292,129	1338,810
P120	0,000	-33850,239	321,977	1660,787
P121	0,000	-33850,239	257,261	1918,047
P122	0,000	-33850,239	417,150	2335,197
P123	0,000	-33850,239	439,829	2775,026

P124	0,000	-33850,239	468,403	3243,429
P125	0,000	-33850,239	495,644	3739,073
P126	0,000	-33850,239	598,200	4337,273
P127	0,000	-33850,239	675,035	5012,307
P128	0,000	-33850,239	677,502	5689,809
P129	0,000	-33850,239	361,203	6051,012
P130	0,000	-33850,239	392,906	6443,918
P131	0,000	-33850,239	565,274	7009,192
P132	0,000	-33850,239	666,289	7675,481
P133	0,000	-33850,239	631,774	8307,255
P134	0,000	-33850,239	678,287	8985,543
P135	0,000	-33850,239	647,890	9633,433
P136	0,000	-33850,239	611,215	10244,648
P137	0,000	-33850,239	678,449	10923,097
P138	0,000	-33850,239	671,016	11594,113
P139	0,000	-33850,239	564,776	12158,889
P140	0,000	-33850,239	539,650	12698,539
P141	0,000	-33850,239	402,006	13100,544
P142	0,000	-33850,239	259,630	13360,175
P143	0,000	-33850,239	549,468	13909,643
P144	0,000	-33850,239	767,996	14677,639
P145	0,000	-33850,239	746,892	15424,531
P146	0,000	-33850,239	674,213	16098,743
P147	0,000	-33850,239	674,158	16772,901
P148	0,000	-33850,239	566,555	17339,456
P149	0,000	-33850,239	451,543	17790,999
P150	0,000	-33850,239	394,665	18185,664
P151	0,000	-33850,239	420,662	18606,327
P152	0,000	-33850,239	470,790	19077,116
P153	0,000	-33850,239	433,963	19511,079
P154	0,000	-33850,239	248,759	19759,839
P155	0,000	-33850,239	97,917	19857,756
P156	0,000	-33850,239	223,938	20081,694
P157	0,000	-33850,239	342,947	20424,642
P158	0,000	-33850,239	470,350	20894,992
P159	0,000	-33850,239	572,538	21467,530
P160	0,000	-33850,239	492,341	21959,871
P161	0,000	-33850,239	592,764	22552,635
P162	0,000	-33850,239	539,284	23091,919
P163	0,000	-33850,239	513,377	23605,296
P164	0,000	-33850,239	350,420	23955,716
P165	0,000	-33850,239	216,072	24171,788
P166	0,000	-33850,239	218,540	24390,328
P167	0,000	-33850,239	182,572	24572,900
P168	0,000	-33850,239	77,019	24649,919
P169	-7,436	-33857,676	0,000	24649,919

P170	0,000	-33857,676	0,000	24649,919

- **Les cubatures approchées :**

- Longueur Totale du Tracé de la variante N°02 : **3999,508m**
- Déblai Total de la variante N°02 : **33857,676m^3**
- Remblai Total de la variante N°02 : **24649,919m^3**

- **Choix de variante**

On fait un tableau comparatif des avantages et des inconvénients de chaque variante

Tableau II.21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02

Critères de choix	Variante 01	Variante 02	Evolution	
			V1	V2
Linéaire(m)	4000	3999.719	+	+
Nombre de rayon (U)	6	9	+	-
Conformité des Rayons	Conforme	Conforme	+	+
Pente et rampe (%)	Pmin=-0.366% Pmax=0.297%	Pmin=0.337% Pmax=0.357%	+	+
Pourcentage Alignement droit (%)	80 %	69.64 %	-	+
Pourcentage courbe (%)	20 %	30.36 %	-	+
Déblais(m3)	**20568,439 m^3**	**33857,676 m^3**	+	-
Remblais(m3)	**9444, 321 m^3**	**24649,919 m^3**	+	-
		La Somme	6	5

- Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est **la variante N01** car elle présente plus d'avantages que variante N02.

ETUDE EN APD (étude la variante choisie)

- ETUDE DU TRAFIC
- LES RACCOREDEMENS PROGRISSIVE
- PROFIL EN LONG
- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DECHAUSSEE
- ETUDE CINEMATIQUE
- PROFIL EN TRAVERS
- LES CUBATUERS
- IMPLANTATION
- ASSAISSEMENT
- SIGNALISATION
- DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE III : ETUDE DU TRAFIC

CHAPITRE III : ETUDE DU TRAFIC

III.1. INTRODUCTION

Tout projet d'étude d'infrastructures routières doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée (largeur, épaisseur) est lié étroitement à cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année d'horizon. L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports. Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers nécessaires :

- Pour définir les caractéristiques techniques des différent est ranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues.
- Pour estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.
- Pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont fonction du volume de circulation.
- Apprécier la valeur économique des projets routiers.

III.2. ANALYSE DU TRAFIC

a. Cette analyse est réalisée par différents procèdes complémentaires à savoir :

- **Comptages manuels :** Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pour centage de poids lourds et les transports communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)
- **Comptages automatiques :** on distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés. Les comptages temporaires s'effectuent une fois par andurant un mois pendant la période ou le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

- **Les enquêtes de type cordon :** Elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.
- **Les enquêtes qualitatives :** Elles permettent de connaître l'appréciation de l'usager par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement…etc.

III.4. DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS

- **Trafic normal :** C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.
- **Trafic dévié :** C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.
- **Trafic induit :** C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuer et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations, une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.
- **Trafics totals :** C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

III.5. MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC

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

Les différentes méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le future sont :

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

III.6. Prolongation de l'évolution passée

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

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

Où :

- T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- (τ) : est le taux de croissance

III.7. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques

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

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

III.8. Modèle gravitaire

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

III.9. Modèle de facteurs croissance

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

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

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

III.10. CALCUL DE LA CAPACITÉ

III.10.1. Définition de la capacité

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

La capacité dépend :

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

III.10.2. Détermination de nombre de voies

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut. Une des solutions est basée sur le nombre de voies. A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier. Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 15^{eme} année d'exploitation.

III.10.3. Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon

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

$$T_n = T1(1+\tau)^{n}$$

Où :

- (τ) : est le tau de croissance
- n : nombre d'année.

Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (U.V.P) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, plat……). Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P). Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P \times Z]. Tn$$

Avec :

- $\mathbf{T_{eff}}$: Trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)
- **Z** : Pourcentage de poids lourds (%).
- **P** : Coefficient d'équivalence pour le poids lourd il dépend de la nature de la route.

Tableau III.1 : Valeurs du coefficient P

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

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

a. Débit de point horairenormal :

Le débit de point horaire normal est une fractiondu trafic effectifà l'horizon, ilest donné par la formule :

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

Avec :

- $(\frac{1}{n})$ Coefficient de pointe prise égale 0,12
- Q : est exprimé en (UVP/h).

b. Débit horaire admissible :

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

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

- **K1** : Coefficient lié à l'environnement.
- $\mathbf{K_2}$: Coefficient de réduction de capacité.
- $\mathbf{C_{th}}$: Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

- **Valeurs de K 1**

Tableau III.2 : Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

		CATEGORIE				
		Cat 1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
ENVIRONNEMENT	E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
	E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.97

Tableau III.3 : Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
K_2	0.75	0.85	0.90a0.95

Valeurs de C th : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau III.4 : Valeurs de K 2 en fonction de l'environnement

Route à 2voiesde 3,5m	1500à 2000UVP/h
Routeà3voiesde3,5m	2400à3200UVP/h
Route à chaussées séparées	1500à1800UVP/h

- **Calcul du nombre de voie :**

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

On compare Q à Q adm et en prend le profil permettant d'avoir :

$$Q_{adm} = Q$$

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

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$\frac{S \times Q}{Qadm}$$

Avec :

- **S** : coefficient dissymétrie en général=2/3
- $\mathbf{Q_{adm}}$: débit admissible par voie.

APPLICATION AU PROJET :

Données

- TJMA = **3800 V/J**
- Taux de croissance : τ = **5%**
- Pourcentage du poids lourd : **Z=35%**
- Année de comptage : **2023**
- Année de mise en service : **2026**
- Durée de vie : **10 ans**
- Coefficient d'équivalence : **P=3**
- Coefficient lié à l'environnement : **K1=1.00**
- Coefficient de réduction de capacité : **K2=0.75**
- Capacité effective par voie : **1500 ≤ Cth ≤ 1800 UVP/h**
- I_{CBR}= **7**

LES CALCULES

- Calcul du trafic à l'année de mise en service (2026) :

$T_{2026}=TJMA * (1+\tau)^3=3800 * (1+0.05)^3$ ⟹ **T2026=4399 UVP/J**

- Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon (2036) :

$T_{2036}=T_{2026}*(1+0.05)^{10}= 4399*(1+0.05)^{10}$ ⟹ **T2036=7166UVP/J**

- **Calcul du trafic effectif :**

T_{eff} = [(1-Z) + P*Z] * Tn = [(1-0.35) + 3*0.35] *7166 ⟹ **Teff=12182 UVP/J**

- **Calcul du débit du point horaire normal** :

$Q = (\frac{1}{n})$ x Teff = 0.12 *12182 ⟹ **Q=1462 UVP/J**

- **Calcul du débit admissible** :

Q_{adm} (UVP/h) = K1*K2*C_{th} = 1.00 * 0.75 * 1500 ⟹ **Qadm=1125 UVP/J**

- **Calcul du nombre de voies :**

N=S*Q/Q_{adm} = (2/3) * 1462/1125=0.87 ⟹ **N=1voie/sens**

➢ Donc : Une Chaussée bidirectionnelle

CHAPITRE IV : LESRACCORDEMENTS PROGRESSIVES

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

IV.1 DEVERS :

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accidentogène explicatif important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules. Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

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

IV.1.1 Devers en alignement :

En alignement droit le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie Devers minimal : d_{min} = 3 %
- Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisseur et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2

IV.1.2 Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules
- Améliorer le guidage optique

a. Le devers minimal :

Nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

b. Le devers maximal :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau IV.1 : Devers en fonction de l'environnement

	Environnement	Facile	Moyen	Difficile
Devers	**Devers Minimal**			
	Cat1-2	2.5%	2.5%	2.5%
	Cat3-4-5	**3%**	3%	3%
	Devers Maximal			
	Cat1-2	7%	7%	7%
	Cat3-4	**8%**	8%	7%
	Cat5	9%	9%	9%

IV.1.3 Détermination des dévers aux rayons en plan :

- ✓ **1 er cas :** Le rayon choisi : R ≥ RHnd Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.
- ✓ **2ème cas** : Le rayon choisi : RHd ≤ R ≤ RHnd Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.
- ✓ **3ème cas :** Si RHn ≤ R ≤ RHd le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

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

- ✓ **4ème cas :** Si RHm<R<RHN la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

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

APPLICATION AU PROJET : Calcul des dévers associés aux rayons

La rayon	Le cas	Devers
R1	1ere cas	8 %
R2	1ere cas	8 %

R3	2éme cas	3 %
R4	1ere cas	8 %
R5	1ere cas	8 %
R6	2eme cas	3 %

IV.2 COURBE DE RACCORDEMENT

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

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

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

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant.

Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle. **Rôle et nécessité**

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

IV.2.1 Type de courbe de raccordement

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

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

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

c) Clothoïde : La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul. la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

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

IV.2.2 Raccordement progressif

IV.2.2.1 Introduction

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant.

Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle. La courbe la plus utilisée est la clothoïde.

IV.2.2.2 : Eléments d'une clothoïde

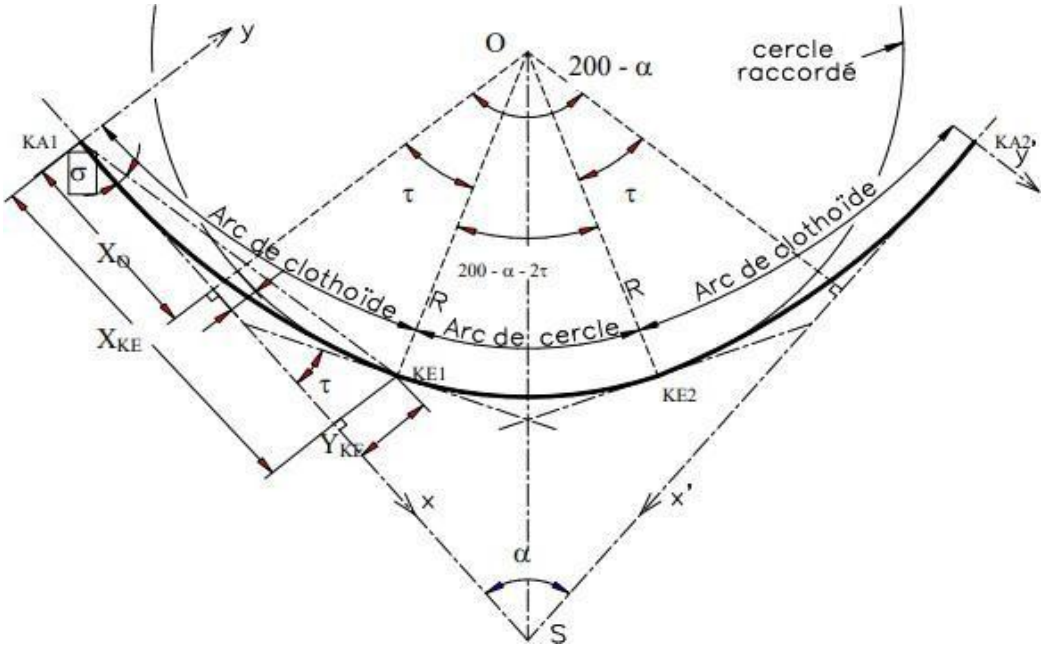


Figure IV.1 : éléments d'un clothoïde.

A. Clothoïde

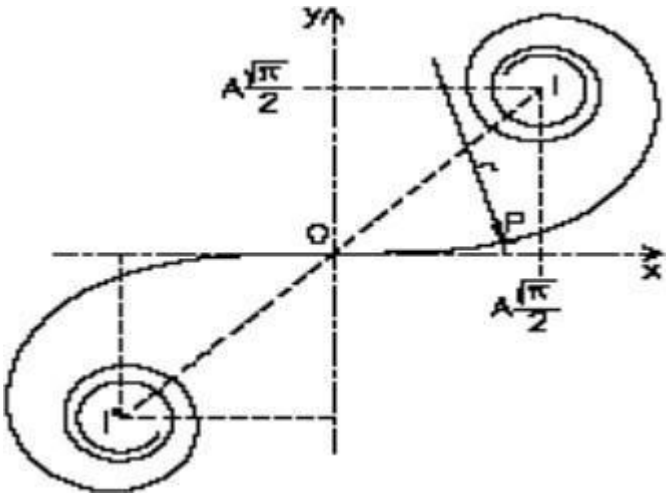


Figure IV.2 : Clothoïde

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

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

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

B. Longueur de raccordements

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

B.1 La condition de confort dynamique :

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

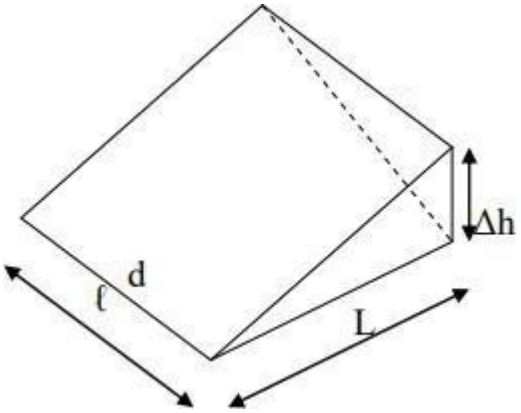
$$L_1 \geq \frac{vR^2}{18}.\left(\frac{vR^2}{127.R}-\delta d\right)$$

B.2 La condition Optique :

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

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

B.3 Condition de gauchissement :



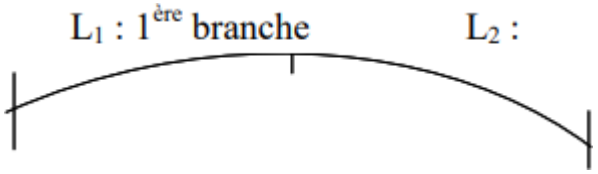
Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long

$L3 \geq l.\Delta d.Vr$

- ✓ L : longueur de raccordement.
- ✓ l : largeur de la chaussée

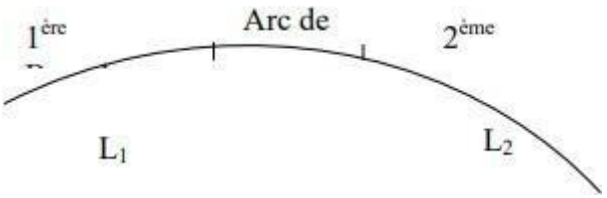
➢ **Vérification de non chevauchement :**

- 1 er cas : $\tau = \beta$



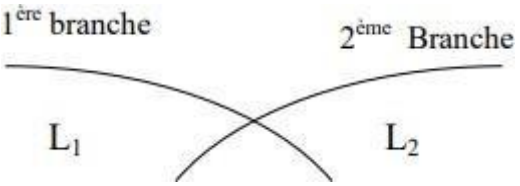
⟹ Clothoïde sans arc de cercle.

2eme cas : $\tau < \frac{\beta}{2}$



⟹ Clothoïde avec arc de cercle.

3éme cas : $\tau > \frac{\beta}{2}$



⟹ Clothoïde impossible

APPLICATION AU PROJET :

- Vitesse de référence: V_r=80 km/h ; d_{max}= 8.00% ; d_{min}= -3%
- Rayon: R= 5000 m; Δ R=1 m ; l=3.50 m ; β=1.869 gr

N	Rayon	Δr	Δd	β
1	5000	2,5	11%	1,869
2	2200	2	11%	5,891
3	850	1	11%	10,501
4	3000	2	11%	2,615
5	2200	2	11%	1,111
6	900	1	11%	9,068

- **Condition de confort dynamique :**

$L1 \geq \frac{vR^2}{18}(\frac{vR^2}{127.R} - \delta d) \longrightarrow L1 \geq \frac{80^2}{18}(\frac{80^2}{127.5000} - 0.01)$ $L1 \geq 35.53$ m

- **Détermination des longueurs des clothoïde :**

	Conditions						
	Gauchissement	Confort dynamique	Optique	Chevauchement			
N° Virages	L1(m)	L2(m)	L3(m)	β(gr)	Lmax(m)	β/2(gr)	Résultat
1	61,6	35,53	547,72	3,49	547,72	0,9345	**Chevauchement**
2	61,6	30,97	324,96	4,7	324,96	2,9455	**Chevauchement**
3	61,6	18,03	142,83	5,35	142,83	5,2505	**Chevauchement**
4	61,6	33,14	379,47	4,03	379,47	1,3075	**Chevauchement**
5	61,6	30,97	324,96	4,7	324,96	0,5555	**Chevauchement**
6	61,6	19,2	146,97	5,2	146,97	4,534	**Chevauchement**

⟹ **Dans le 6 virage** $\tau > \frac{\beta}{2}$ donc **Clothoïde impossible**

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

V.1. Introduction

Le profil en long est une représentation plane de la surface du terrain naturel suivant un plan vertical contenant l'axe du tracé. Il détermine la configuration du terrain au droit de l'axe de la route caractérisé par des droites (pente, rampe), courbe horizontal ou incliné et paliers rigoureusement droits. Le profil en long est l'un des facteurs principaux qui interviennent dans l'économie de déclivité maximale et autres caractéristiques techniques, il conditionne le degré ainsi que le volume de terrassement aussi bien que le cout de réalisation de la construction.

Pratiquement, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel (ligne noire).
- L'altitude du projet (ligne rouge).

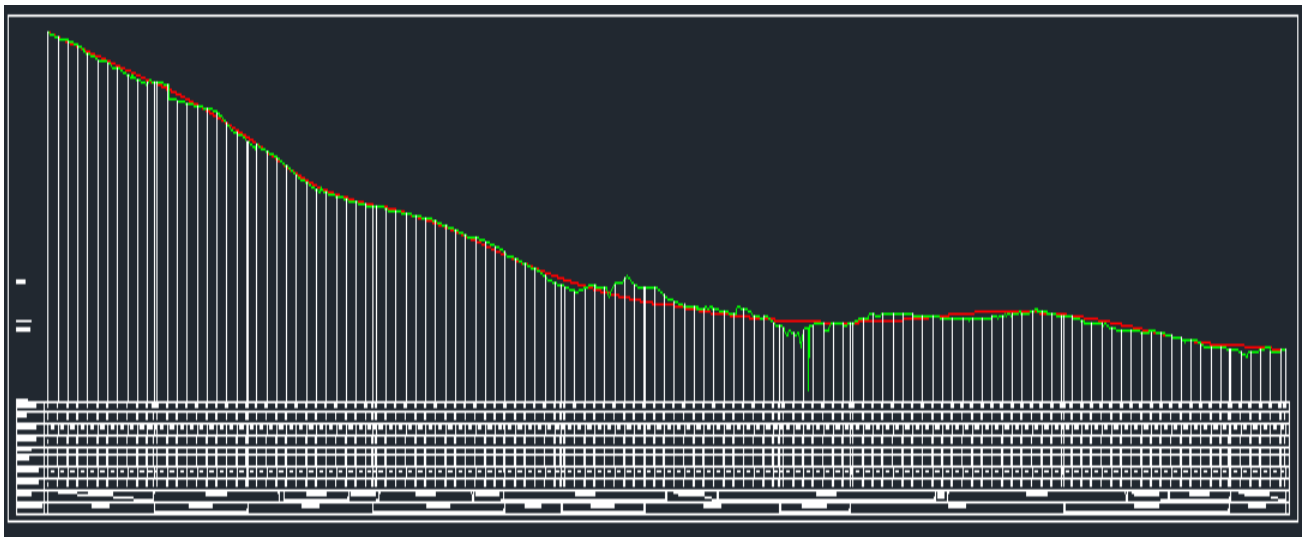


Figure V.1: Profil en long

V.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Pour tracer un profil en long, il est indispensable de :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Éviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.

- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai,
- Qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.

➢ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones de dévers nul dans une pente du profil en long.

V.3. Les éléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires

Déterminer :

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet.

a) Les alignements

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

b) Déclivité

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

V.1.3 Déclivité minimale

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales.la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieur à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

V.2.3 Déclivité maximale

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 r éduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande de puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures

à 1500 m.

Tableau V.1 : La déclivité du projet maximum

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

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce que suit :

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

V.4 Raccordements 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 y doit satisfaire les conditions de visibilités et de confort, on distingue deux types raccordements.

a) Raccordements Convexes (Angle Saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part

$$\mathbf{Rv}=\frac{\boldsymbol{D1}^2}{\mathbf{2}(\boldsymbol{h0}+\boldsymbol{h1}+\mathbf{2}\sqrt{\boldsymbol{h0}}\times\boldsymbol{h1})}$$

- **D_1 :** la distance d'arrêt
- **h_0 :** hauteur de l'œil
- **h_1 :** hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placéé à1.10mde hauteur, la visibilité derrière l'angles aillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 a la distance d'arrêt $d_{(Vr)}$

$$RVm = a \times d^2$$

a =0.24 pour les catégories 1et 2 **a=0.22** pour les catégories 3,4 et 5

d: la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 80Km/h

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

$$RVm=0{,}22\times d^2$$

$$\boldsymbol{RVm=901{,}12\ m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de mêmes relations pour la vitesse V = Vr + 20 = 80 km/h et d =100 m

*

$$RVn=0{,}22\times d^2$$

$$\boldsymbol{RVn=2200\ m}$$

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

Tableau V.2 : Valeurs des Rayons verticaux en angle saillant Cat 3-4-5.

RayonRV	**Vv1 Symbole**	**120**	**100**	**80**	**60**	**40**	**CATEGORIE3-4-5**
Unidirectionnel							
Min absolu	RVm_1	10000	4500	2000	800	250	
Min normal	RVn_1	15000	10000	4500	2000	800	
Bidirectionnel							
Min absolu	RVm_2	16000	8000	**3500**	1300	450	
Min normal	RVn_2	16000	16000	**8000**	3500	1300	
Dépassement	RVD	27000	16000	**9000**	5000	2300	

RVm=3500m RVn=8000m RVD=9000m

V.5 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

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

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

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

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

- **Rayon minimal absolu**

$$\frac{\text{Vr2}}{\text{RVm}'} = \frac{\text{g}}{30} \rightarrow RVm'=0{,}30\times Vr$$

$$RVm'_{(Vr)}=0{,}3\times 80_2$$

$$\boldsymbol{RVm'=1920\ m}$$

- **Rayon minimal normal**

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

$$RVn'=RVm(Vr+20)$$

$$RVn'=0{,}30\times(80+20)$$

$$\boldsymbol{RVn'=3000\ m}$$

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

Tableau V.3 : Rayons concaves (angle rentrant)

Rayon R'V	**Vv1 Symbole**	**120**	**100**	**80**	**60**	**40**	**CATEG ORI**
Min absolu	RVm'	3500	2400	**1600**	1100	500	
Min normal	RVn'	4500	3500	**2400**	1600	1100	

Les rayons choisis : **RVm'=1600** **RVn'=2400**

V.4 COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG

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

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

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

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

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

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

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

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

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

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

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

CHAPITREVI :

Dimensionnement Du Corps De Chaussée

CHAPITRE VI : Dimensionnement Du Corps De Chaussée

VI.1 Introduction

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon trace en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas, pour cela il faudra non seulement assurer a la route de bonne caractéristique géométrique mais aussi de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

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

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

- Le Trafic.
- L'environnement De La Route (Le Climat Essentiellement).
- Le Sol Support.

VI.2 Principe De La Constution Des Chaussées :

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

- **De La Charge Des Véhicules :**

La charge maximale autorisée sue un jumelage isolé est de 65 kn (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 kn (13 t).il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

- **Des Intempéries :**

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

- **Des Efforts Tangentiels :**

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

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

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

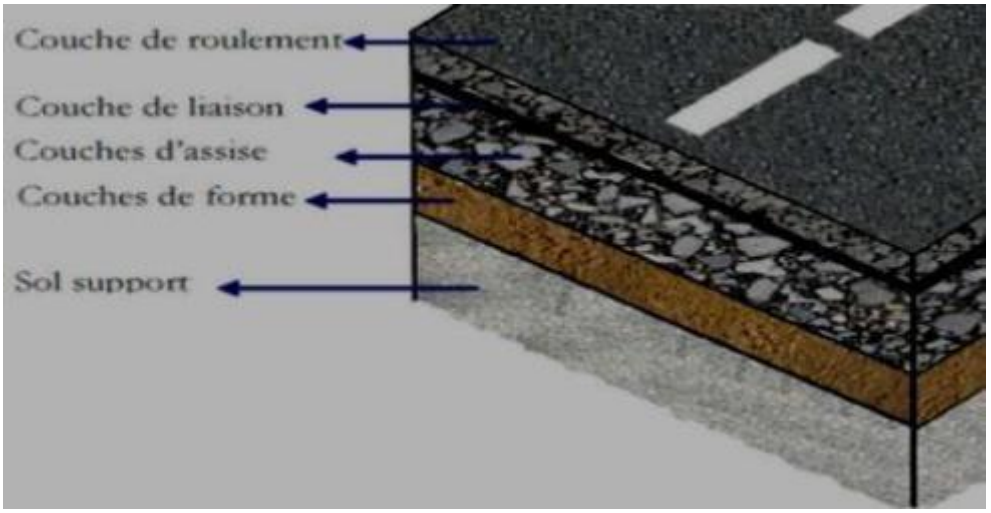


Figure VI.1 : La Constitution d'une Chaussée

VI.3 La Chaussée

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence a se profiler sur le terrain comme une plate –forme dont les déclivités sont semblables a celles du projet.

A La Suite, La Chaussée Est Appelée « Comme Nous Avons Vu », a :

- Supporter La Circulation Des Véhicules De Toute Nature.
- En Reporter Le Poids Sur Le Terrain De Fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.au sens structurel la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

- **Les Efforts Dus Aux Véhicules :**

- Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait a la chaussée :
- Des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en Cas de stationnement prolongé ;

- Des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, a L'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)
- Des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif Entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortissements).
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la Répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une Façon irréversible.
- Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphériques Collaborant a l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration D'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

➢ **Résistance des sols de fondation :**

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

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

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

VI.3.1 Les Différents Types De Chaussée

Du point de vue constructif les chaussées peuvent etre groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi - rigide.
- Chaussée rigide.
- Chaussées Souples
- La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :
- Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.
- 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.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

a. Couche De Roulement (Surface) :

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.la couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et8 cm.

b. Couche De Base

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

c. Couche De Fondation

Complètement en matériaux non traités (en Algérie). Elle substitue en partie le rôle

Du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic.

Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie. Aussi elle a le même rôle

Que celui de la couche de base.

d. Couche De Forme

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les Couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et Améliorer la portance du sol support à long terme.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm

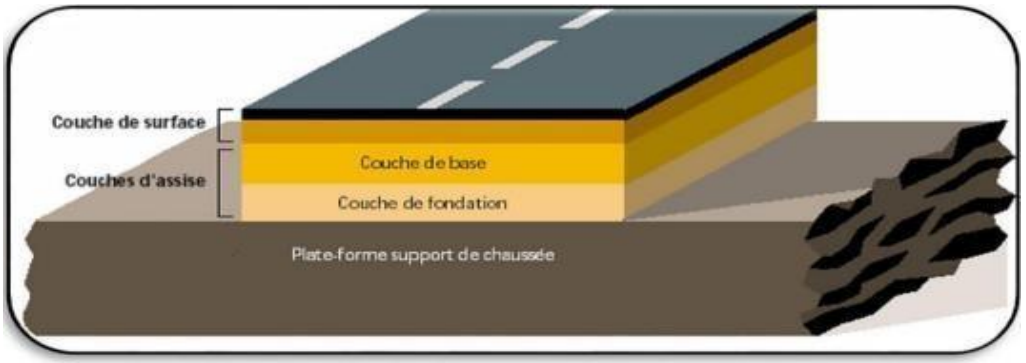


Figure VI.2 : Chaussée Souple

- **Chaussée Semi –Rigide :**

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat…)
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarbonés et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe a l'heure actuelle qu'à titre expérimental en algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux

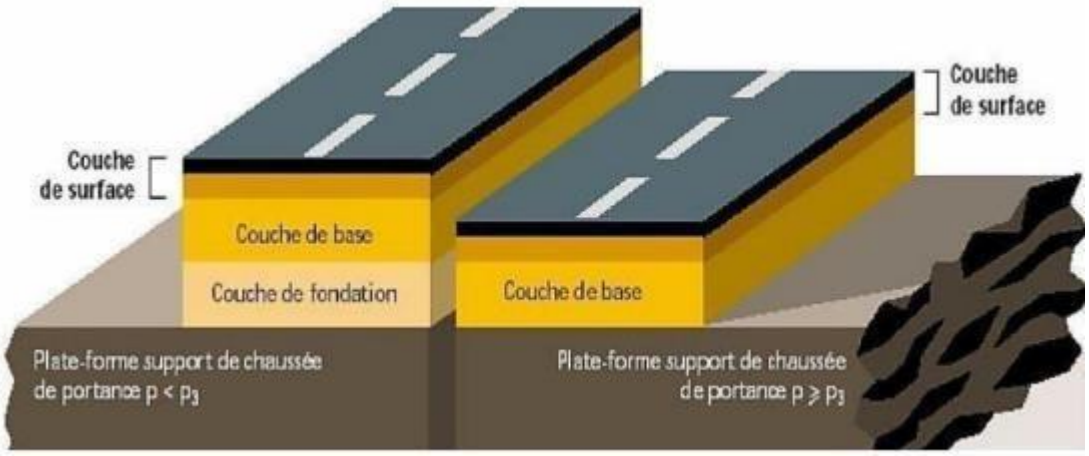


Figure VI.3 : Chaussée Semi-Rigides

- **Chaussée Rigide :**

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple), qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisée mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

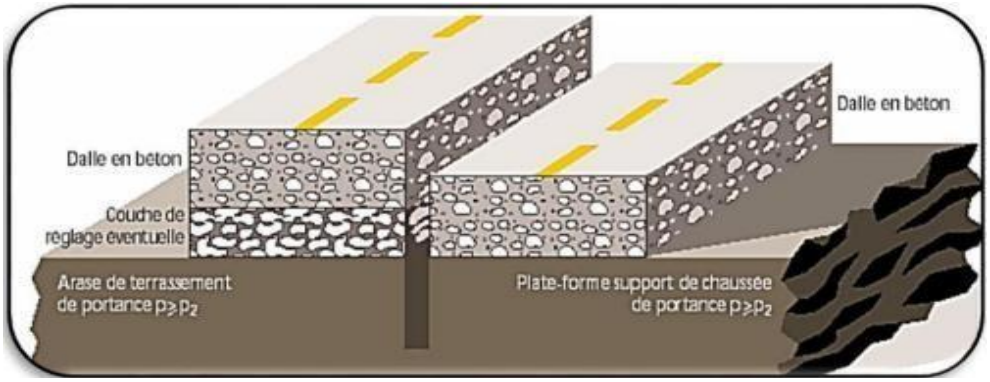


Figure VI.4 : Chaussée Rigide

- **Les Différentes Catégories De Chaussée :**

Il Existe Deux Catégories De Chaussées :

- Les Chaussées Classiques (Souples Et Rigides).
- Les Chaussées Inverses (Mixtes Ou Semi-Rigides).

➢ **Structures de chaussée:**

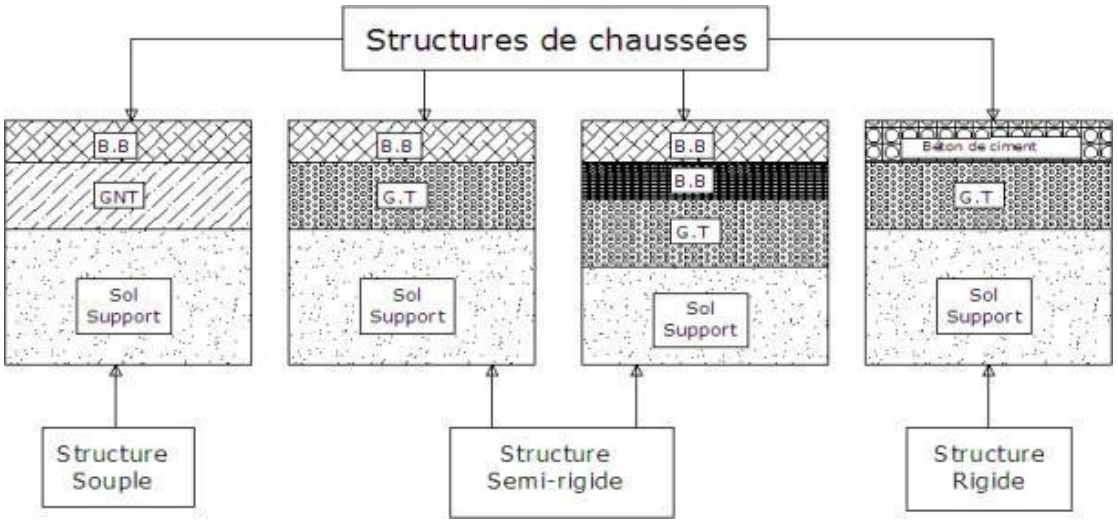


Figure VI.5 : Les Différentes Catégories De Chaussée

BB : Béton Bitumineux ; **GB** : Grave Bitume.

GT : Grave Traité ; **G.N.T :** Grave Non Trait.

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

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

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

Réalisée conformément aux exigences arrêtées.

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

VI.4 Les Principales Méthodes De Dimensionnement

On Distingue Deux Familles Des Méthodes :

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

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

➢ **METHODE C.B.R (CALIFORNIA - BEARING – RATIO):**

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

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

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

- **e** : Epaisseur Equivalente
- **I** : Indice CBR (Sol Support)
- **N** : Désigne Le Nombre Journalier De Camion De Plus 1500Kg AVide
- **P** : Charge Par Roue P=6.5T (Essieu13 T)
- **Log** : Logarithme Décimal

L'épaisseur Equivalente Est Donnée Par La Relation Suivante :

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

- $c_1 \times e_1$: Couche De Roulement
- $c_2 \times e_2$: Couche De Base
- $c_3 \times e_3$: Couche De Fondation Où :
- c_1, c_2, c_3 : Coefficients d'équivalence.
- e_1, e_2, e_3 : Epaisseurs Réelles Des Couches.

Le Tableau Ci-Dessous Indique Les Coefficients d'équivalence Pour Chaque Matériau :

Tableau VI.1 : Coefficient d'équivalence Des Matériaux

Matériaux Utilises	Coefficient d'équivalence
Béton Bitumineux Ou Enrobe Dense	2.00
Grave Ciment –Grave Laitier	1.50
Grave Bitume	1.50 A 1.70
Grave Concassée Ou Gravier	1.00
Grave Roulée– Grave Sableuse T.V.O	0.75
Sable Ciment	1.00 A 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.75

- **METHODE A.A.S.H.O :(AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY FICIALS):**

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

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

- L'état De La Chaussée Et l'évolution De Son Comportement Dans Le Temps.
- L'équivalence Entre Les Différentes Couches De Matériaux.
- L'équivalence Entre Les Différents Types De Charge Par Essai.
- L'influence Des Charges Et De Leur Répétition.

- **METHODE D'ASPHALT INSTITUTE :**

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

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

- **METHODE DU CATALOGUE DES STRUCTURES :**

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par « SETRA » Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 a1500 véh/j.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

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

- Trafic Cumulé De Poids Lourds A La 15ème Année Tj.
- Les Caractéristiques De Sol (Sj).

VI.5 Détermination De La Classe De Trafic

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : Classe De Trafic

Classe De Trafic	Trafic Poids Lourds Cumulé Sur 20Ans
T1	$T<7{,}3.10^5$
T2	$7{,}3.10^5<T<2.10^5$
T3	$2.10^6 < T<7{,}3.10^6$
T4	$7{,}3.10^6<T<4.10^7$
T5	$T>4.10^7$

Le Trafic Cumulé Est Donné Par La Formule :

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

- **TPL :** trafic poids lourds a l'année de mise en service
- **N** : durée de vie (N = 10Ans)

VI.6 Détermination De La Classe Du Sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée a la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Tableau VI.3 : Classe De Sol

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

VI.7 LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES)

Cette méthode est dérivée des essais a.a.s.h.o, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$\mathbf{T_{eq}}$ = [TJMA. A [(1+z) n -1] x 0.75 x p x 365] / [(1+z) -1]

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

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

A = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

N = durée de vie de la route.

P = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente e (en fonction de téq, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.l'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

VI.8 METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique

- **La Démarche Du Catalogue :**

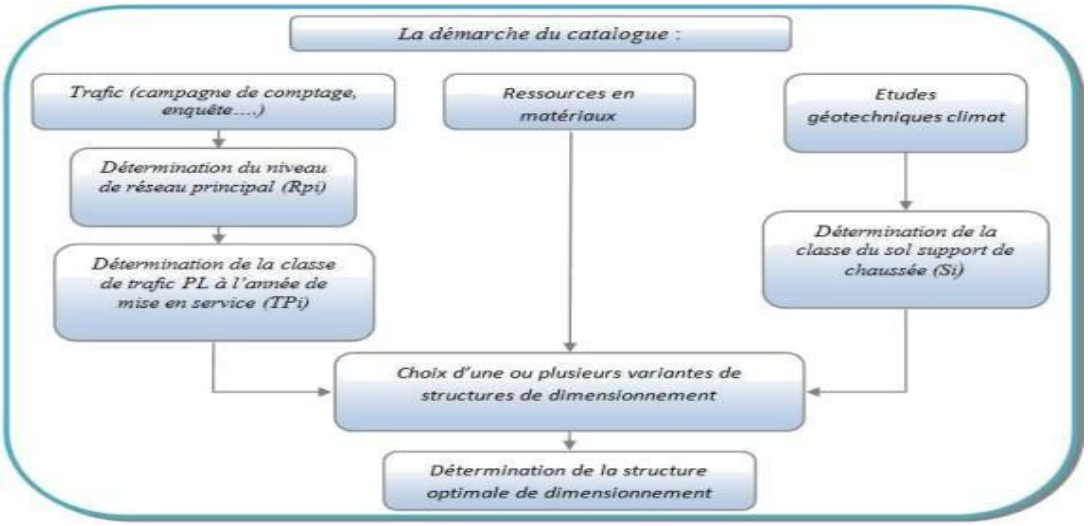


Figure VI.6 : Les Démarches Du Catalogue

VI.9 APPLICATION AU PROJET

Tableau VI.4 : Les données de base

$TJMA_{2019}$	3800V/J
Année De Comptage	2023
Année De Mise En Service	2026
Le Pourcentage Des Poids Lourds	35%
Taux d'accroissement	5%
La Durée De Vie	10Ans

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé : la méthode CBR. TJMA=3800 V/J

$N_0 = (TJMA \times PL\%) = (3800 \times 0{,}35)$

$\boldsymbol{N_0} = 1330\boldsymbol{PL/J/sens}$

$N_1 = (1+\tau)^3 \times N_0 = (1+0{,}05)^3 \times 1330$

$\boldsymbol{N_1} = 1540\ \boldsymbol{PL/J/sens}$

$N_{10} = \boldsymbol{N_1} . (1+\tau)^{10} = (1+0{,}05)^{10} \times 1540$

$N_{10} = 2509\ \boldsymbol{PL/J/sens}$

$$e=\frac{100+\sqrt{6.5}\times(75+50\times\log\ 2509/10)}{7+5}=49.76\ \approx\ 50\ cm$$

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

Tableau VI.5 : Epaisseur Du Corps De Chaussée

Couches	Épaisseur Réelle (Cm)	Coefficient d'équivalence (Ci)	Épaisseur équivalente (Cm)
BB	6	2	12
GC	19	1	19
TUF	25	0,75	18,25
TOTAL	50		49,75

Notre Structure Comporte : 6 BB + 19 GC +25 TUF

Figure VI.7 : Corps De Chaussée

CHAPITRES VII :
ETUDE CINEMATIQUE

CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE

VII.1 . INTRODUCTION

L'étude cinématique, sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules sur la route, ces paramètres déterminent les caractéristiques nécessaires au tracé du projet. Elle a pour but de déterminer les paramètres cinématiques nécessaire à l'évaluation de la visibilité qui conditionne le comportement de l'usager sur la route.

VII.2 DISTANCE DE FREINAGE

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

La distance de freinage d0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant

la pente longitudinale de la chaussée.

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

- **En pallier :** $$d0 = \frac{4}{100} \times \frac{Vr^2}{frl}$$
- **En rampe :** $$d0 = \frac{4}{100} \times \frac{Vr^2}{(frl - e)}$$
- **En pente :** $$d0 = \frac{4}{100} \times \frac{Vr^2}{(frl+e)}$$

Avec :

- $\mathbf{V_r}$: vitesse de référence en Km/h.
- **e**: déclivité.
- **frl** : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse Vr.

Tableau VII.1: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

	V_r(Km/h)	40	60	80	100	120	140
Frl	Catégorie 1-2	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30
	Catégorie 3-4-5	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	/

✓ Pour notre projet on a frl = 0.43.

VII.3. TEMPS DE REACTION

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

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

- Dans une attention concentrée :
- **t = 1.2 s** pour un obstacle imprévisible
- **t = 0.6 s** pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours : Catégorie 3- 4 – 5 (normes B40)

- **t = 2 s** pour des vitesses ≤60 Km/h
- **t = 1.8 s** pour des vitesses >60 Km/h

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

$$d1 = v \times t$$

Avec :

v : vitesse en m/s

t : temps en seconde

VII.4. DISTANCE D'ARRET

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

$$d = d_1 + d_0$$

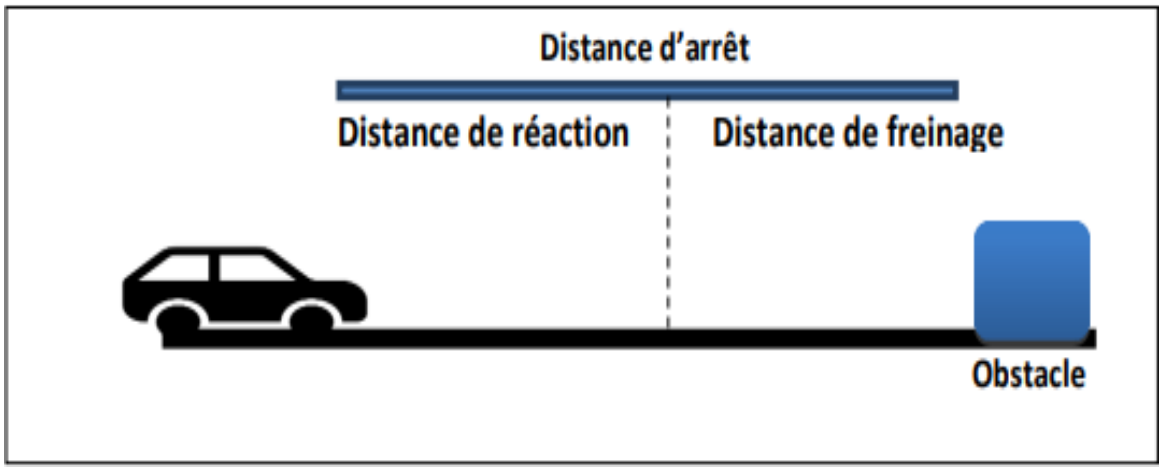


Figure VII.1 :La distance d'arrêt

- **En alignement droit :**

*Pour Vr ≤ 60 Km/h et quand t = 2 s : d1 =d0 + 0.56 . Vr

*Pour Vr > 60 Km/h et quand t = 1.8 s : d_1 = d0 + 0.50 . Vr

- **En courbe :**

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

*Pour Vr ≤ 60 Km/h et quand t = 2 s : d1 = 1,25 × d0 + 0.56 . Vr

*Pour Vr > 60 Km/h et quand t = 1.8 s : d_1 = 1,25 × d_0 + 0.50 . V_r

APPLICATION AU PROJET :

Tableau VII.2 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt-perception)

		Distance (m)		
N	**Déclivités**	**d0 freinage**	**d arrêt**	**arrêt en courbe**
1	-0,30%	59,95	99,95	114,9375
2	0,30%	59,13	99,3	113,9125
3	-0,37%	60,05	100,05	115,0625
4	0,28%	59,15	99,15	113,9375

VIII.5. Distance de perception

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s. On appelle distance de perception dp, la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s

$$dp = d + \frac{6}{3.5} \times vr$$

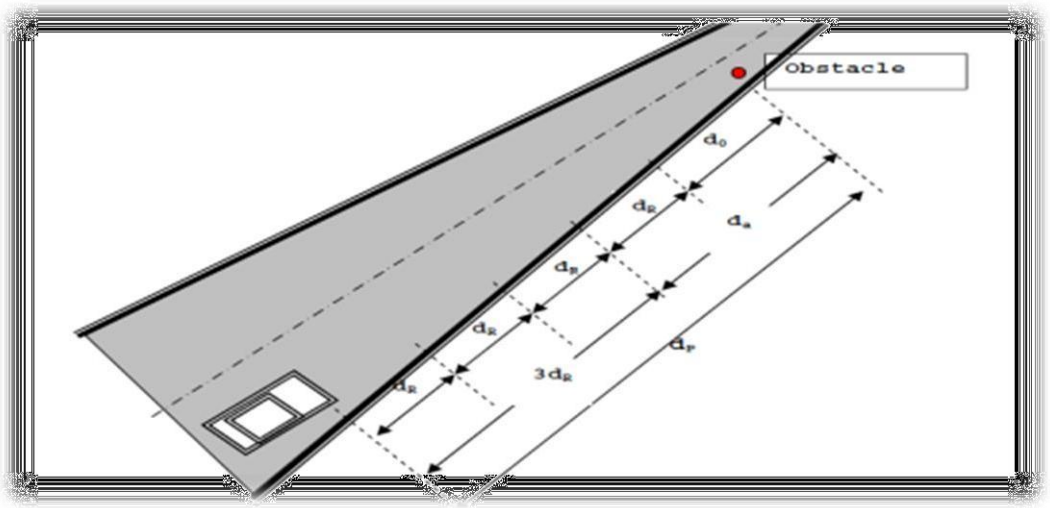


Figure VII.2 : Distance de perception

VII.2 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 de dépassement.

Tableau VII.3 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

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

- Application :

Vr =80Km/h dvdm =320m dvdn=480m dmd=200m

CHAPITRE VIII
Profile En Travers

CHAPITREVIII Profile En Travers

VIII.1 DEFINITION

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

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

Profil en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc.…).

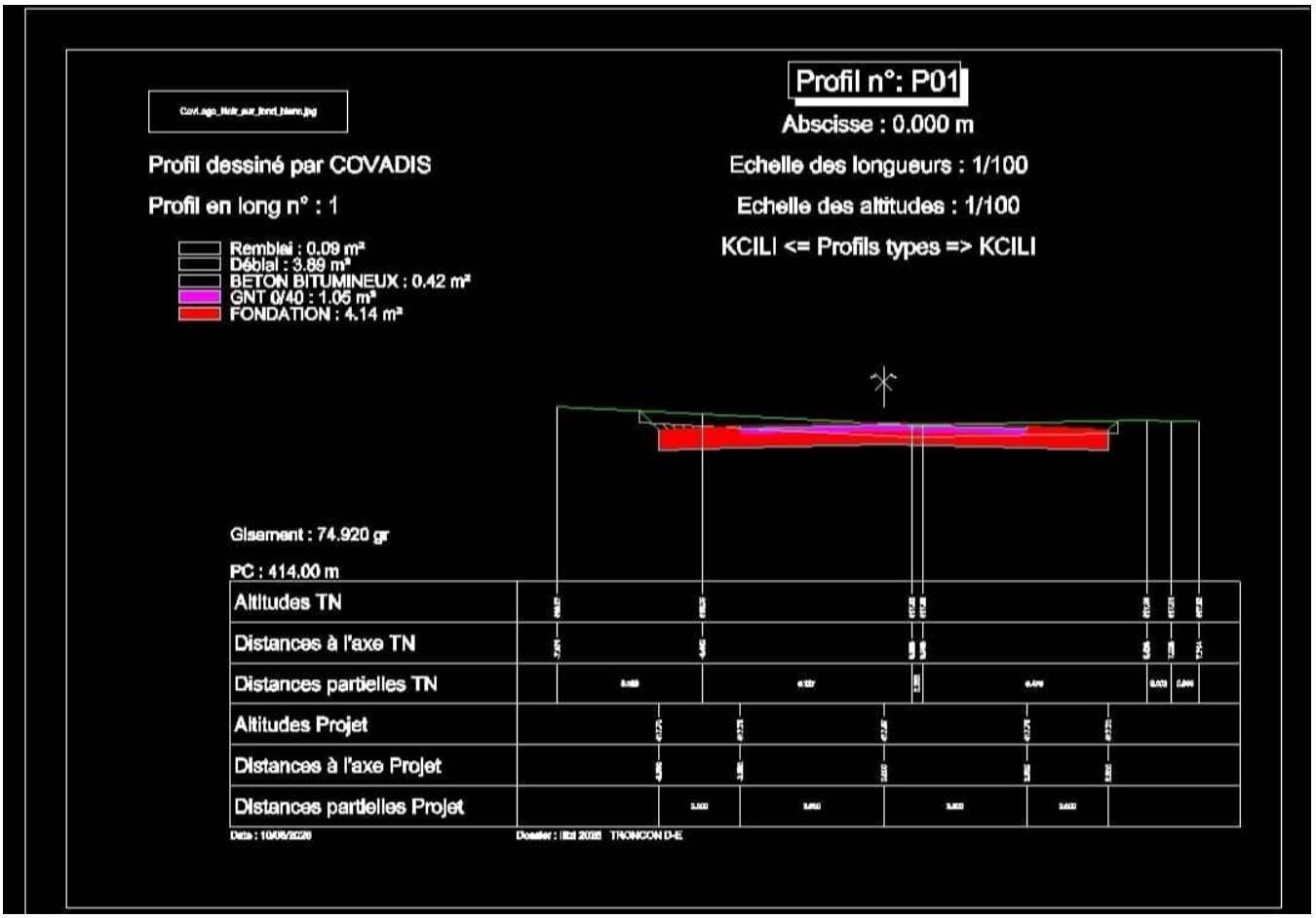


Figure VIII.1 : Profil en travers de notre projet

VIII.2 TYPES DE PROFIL EN TRAVERS

VIII.2.1 Profil en travers type

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

VIII.2.2 Profil en travers courants

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (Accidenté ou plat).

VIII.3 Les éléments de composition du profil en travers

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

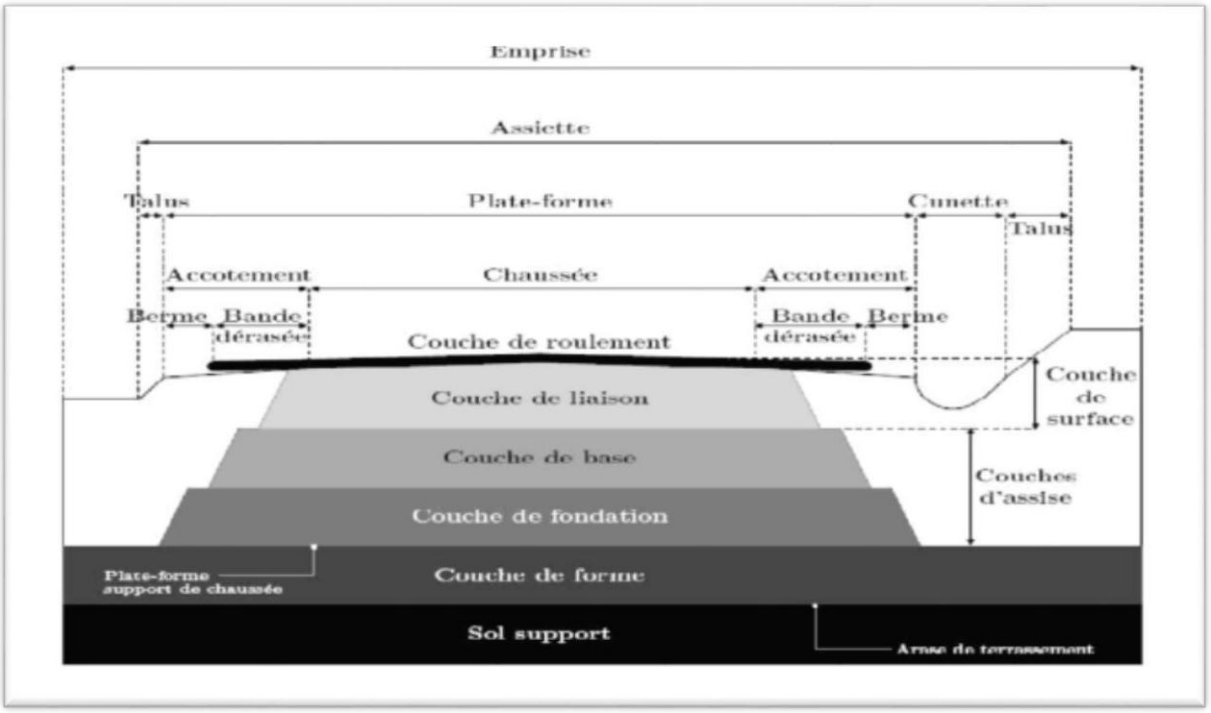


Figure VIII.2 : Les éléments constitutifs du profil en travers.

a) - La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b) - La largeur roulable :

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

c) - La plate-forme :

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

d) - Assiette :

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

e) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances

elle coïncidant généralement avec le domaine public.

f) - Les accotements :

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

g) - Le fossé :

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

VIII.4 Application au projet

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à deux voies. - Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : 3.50 x 2 = 7 m
- Accotement : 2×2 = 4 m.
- Plate-forme : 11 m.

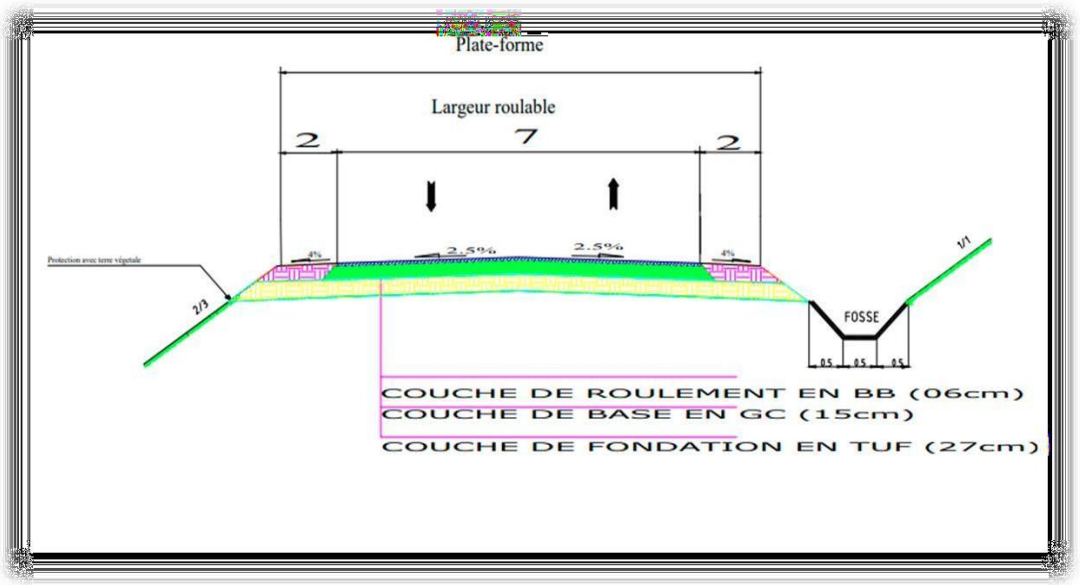


Figure VIII.3 : Profil en travers type

Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec : les dimensions :

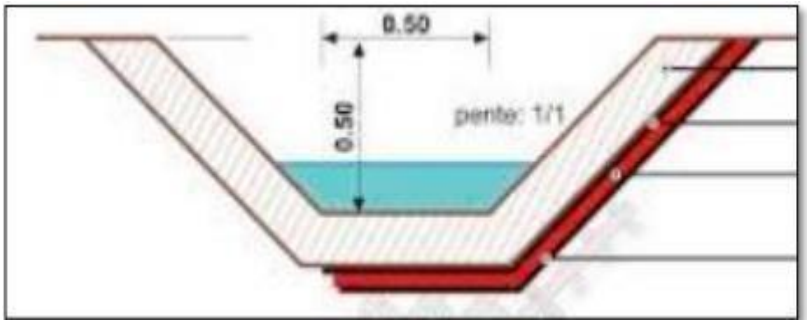


Figure VIII.4 : Dimensions du fossé.

CHAPITRE IX :
LES CUBATURES

CHAPITRE IX : LES CUBATURES

IX.1. INTRODUCTION

Les cubatures de déblai et de remblai se calculent différemment selon le type de terrassement à réaliser. Il est relativement simple lorsqu'il s'agit d'exécuter des travaux de décapage ou des tranchées. Il devient plus complexe pour les fouilles en pleine masse ou pour la réalisation des voies.

IX.2. DEFINITION

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblas que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet. Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

IX.3. CUBATURES DES TERRASSEMENTS

Cubature c'est le calcul des volumes déblais-remblais à déplacer pour respecter les profils en long et en travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux

IX.4METHODES 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 a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.
  - **TN** : Terrain Naturelle.
  - **SD** : Surface Déblai.
  - **SR** : Surface Remblai.

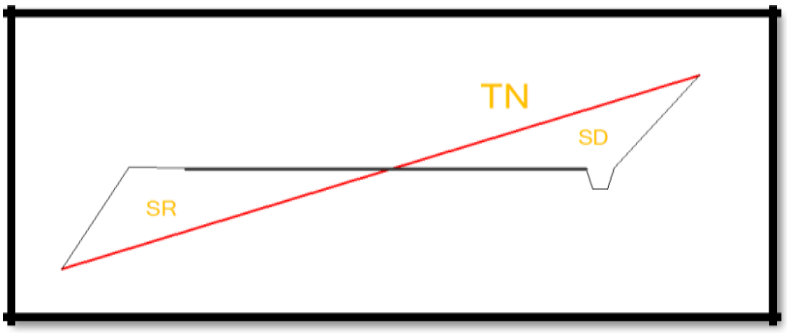


Figure IX.1 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

IX.1.4. FORMULE DE SARRAUS

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux.

$$Smoy = \frac{(S1+S2)}{2}$$

$$V = \frac{L1}{6}(S1 + S2 + 4 \times S)$$

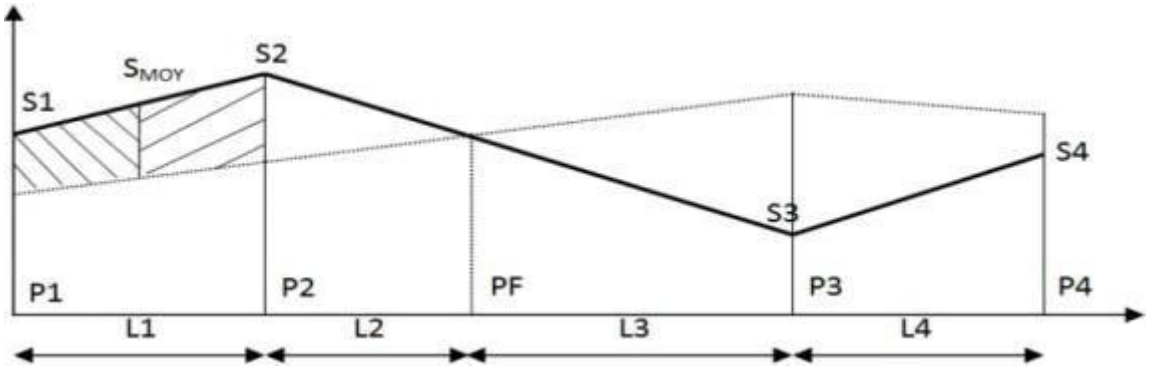


Figure IX.2 : Schéma représentant la surface entre profil.

PF : profil fictive, sur face 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 un calcul plus simple on a considéré que :

Entre P1 et P2 $\rightarrow V_1 = L1\ \frac{(S1+S2)}{2}$

Entre P2 et PF$\rightarrow$ $V_2 = L2\ \frac{(S1+0)}{2}$

Entre PF et P3 $\rightarrow V_3 = L3\ \frac{(0+S3)}{2}$

- **Le volume total V :**

$$V = (\frac{L1}{2}).S1(\frac{L1+L2}{2}).S2 + (\frac{L2+L3}{2}).0 + (\frac{L3+S4}{2}).S3 + (\frac{L4}{2}).S4$$

IX.4.2. Méthode GULDEN

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

IX.4.3. 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.

IX.5. APPLICATION AU PROJET

Dans notre projet, le calcul est fait par la méthode linéaire (logiciel Covadis10. 1). Les résultats détaillés sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

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

Tableau IX.1 : volume cumulé de déblais et remblais

Méthode	**Linéaire**
Volume cumulé déblais (m^3)	20586,439 m^3
Volume cumulé remblais (m^3)	9444,321 m^3
Excès de déblais(m^3)	11142.118 m^3

CHAPITRE IX : LES CUBATURES

- **Calcul de cubature :**

- **Décapage de la terre végétale :**

Tableau IX.2 : Calcul de volume de décapage de terre végétale

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Emprise (m)			Décapage du TN				
			Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Largeur	Surface (m^2)	Volume (m^3)	Cumul Vol. (m^3)
P01	0,000	12,500	5,971	5,714	11,684	0,300	11,684	146,06	43,817	43,817
P02	25,000	25,000	5,847	5,826	11,673	0,300	11,673	291,83	87,550	131,367
P03	50,000	25,000	5,836	5,768	11,603	0,300	11,603	290,09	87,026	218,393
P04	75,000	25,000	5,885	5,949	11,833	0,300	11,833	295,84	88,751	307,144
P05	100,000	25,000	5,979	5,807	11,786	0,300	11,786	294,66	88,397	395,541
P06	125,000	25,000	5,906	5,848	11,754	0,300	11,754	293,85	88,156	483,697
P07	150,000	25,000	5,863	5,903	11,766	0,300	11,766	294,14	88,241	571,939
P08	175,000	25,000	6,040	6,016	12,057	0,300	12,057	301,42	90,425	662,363
P09	200,000	25,000	6,369	6,023	12,391	0,300	12,391	309,78	92,934	755,297
P10	225,000	25,000	6,506	6,218	12,724	0,300	12,724	318,09	95,428	850,725
P11	250,000	25,000	6,130	6,266	12,396	0,300	12,396	309,90	92,971	943,696
P12	275,000	25,000	6,161	6,128	12,289	0,300	12,289	307,22	92,167	1035,863
P13	300,000	25,000	6,362	6,434	12,795	0,300	12,795	319,88	95,964	1131,827
P14	325,000	25,000	6,815	7,051	13,866	0,300	13,866	346,64	103,993	1235,821
P15	350,000	25,000	6,803	7,063	13,866	0,300	13,866	346,66	103,997	1339,818
P16	375,000	25,000	7,115	6,674	13,789	0,300	13,789	344,72	103,417	1443,235
P17	400,000	25,000	6,745	6,789	13,534	0,300	13,534	338,36	101,508	1544,742
P18	425,000	17,023	6,798	6,600	13,398	0,300	13,398	228,08	68,423	1613,165
P19	434,046	12,500	6,745	6,716	13,462	0,300	13,462	168,27	50,482	1663,647
P20	450,000	20,477	6,678	6,889	13,567	0,300	13,567	277,82	83,345	1746,992
P21	475,000	25,000	6,699	6,681	13,380	0,300	13,380	334,49	100,348	1847,340
P22	500,000	25,000	6,766	6,652	13,419	0,300	13,419	335,46	100,639	1947,979
P23	525,000	25,000	7,098	6,681	13,779	0,300	13,779	344,47	103,342	2051,321
P24	550,000	25,000	7,616	7,077	14,693	0,300	14,693	367,32	110,196	2161,517
P25	575,000	25,000	7,384	7,072	14,456	0,300	14,456	361,41	108,423	2269,940
P26	600,000	25,000	6,655	6,478	13,133	0,300	13,133	328,32	98,497	2368,437
P27	625,000	25,000	6,225	6,177	12,402	0,300	12,402	310,05	93,016	2461,453
P28	650,000	25,000	6,134	6,309	12,443	0,300	12,443	311,08	93,324	2554,777
P29	675,000	25,000	6,327	6,534	12,861	0,300	12,861	321,52	96,456	2651,233
P30	700,000	25,000	6,545	6,542	13,087	0,300	13,087	327,18	98,153	2749,386
P31	725,000	25,000	6,658	6,750	13,408	0,300	13,408	335,19	100,558	2849,944
P32	750,000	25,000	6,721	6,750	13,471	0,300	13,471	336,79	101,036	2950,980
P33	775,000	25,000	6,867	7,032	13,900	0,300	13,900	347,50	104,249	3055,229
P34	800,000	25,000	7,157	7,165	14,321	0,300	14,321	358,04	107,411	3162,640
P35	825,000	25,000	7,126	7,093	14,220	0,300	14,220	355,49	106,647	3269,287
P36	850,000	25,000	7,119	6,898	14,017	0,300	14,017	350,42	105,127	3374,414
P37	875,000	25,000	7,092	6,957	14,049	0,300	14,049	351,22	105,365	3479,779
P38	900,000	25,000	6,869	6,916	13,785	0,300	13,785	344,63	103,389	3583,168
P39	925,000	25,000	6,928	6,894	13,822	0,300	13,822	345,56	103,667	3686,835
P40	950,000	25,000	6,772	6,839	13,611	0,300	13,611	340,27	102,081	3788,916

P41	975,000	25,000	6,859	6,791	13,650	0,300	13,650	341,24	102,372	3891,288
P42	1000,000	25,000	6,878	7,027	13,905	0,300	13,905	347,62	104,286	3995,575
P43	1025,000	25,000	6,695	6,847	13,542	0,300	13,542	338,56	101,567	4097,142
P44	1050,000	25,000	6,329	6,335	12,664	0,300	12,664	316,61	94,983	4192,125
P45	1075,000	25,000	6,300	6,263	12,562	0,300	12,562	314,06	94,219	4286,343
P46	1100,000	25,000	6,550	6,500	13,050	0,300	13,050	326,25	97,875	4384,218
P47	1125,000	25,000	6,649	6,604	13,253	0,300	13,253	331,33	99,400	4483,619
P48	1150,000	25,000	6,688	6,761	13,449	0,300	13,449	336,22	100,867	4584,486
P49	1175,000	25,000	6,655	6,650	13,305	0,300	13,305	332,61	99,784	4684,270
P50	1200,000	25,000	6,760	6,681	13,441	0,300	13,441	336,01	100,804	4785,074
P51	1225,000	25,000	6,766	6,759	13,525	0,300	13,525	338,11	101,434	4886,508
P52	1250,000	23,100	6,654	6,642	13,295	0,300	13,295	307,12	92,135	4978,643
P53	1271,199	12,500	6,661	6,560	13,221	0,300	13,221	165,26	49,578	5028,221
P54	1275,000	14,400	6,669	6,536	13,205	0,300	13,205	190,15	57,046	5085,267
P55	1300,000	25,000	6,659	6,414	13,073	0,300	13,073	326,83	98,049	5183,316
P56	1325,000	25,000	6,555	6,486	13,041	0,300	13,041	326,03	97,808	5281,124
P57	1350,000	25,000	6,500	6,486	12,986	0,300	12,986	324,64	97,393	5378,517
P58	1375,000	25,000	6,380	6,445	12,825	0,300	12,825	320,63	96,190	5474,707
P59	1400,000	25,000	6,238	6,278	12,516	0,300	12,516	312,90	93,870	5568,576
P60	1425,000	25,000	6,105	6,050	12,155	0,300	12,155	303,89	91,166	5659,742
P61	1450,000	25,000	6,007	6,070	12,078	0,300	12,078	301,94	90,583	5750,325
P62	1475,000	25,000	6,204	6,004	12,209	0,300	12,209	305,21	91,564	5841,890
P63	1500,000	25,000	6,017	6,076	12,092	0,300	12,092	302,30	90,691	5932,581
P64	1525,000	25,000	6,176	6,225	12,401	0,300	12,401	310,02	93,007	6025,588
P65	1550,000	25,000	6,297	6,389	12,686	0,300	12,686	317,15	95,144	6120,733
P66	1575,000	25,000	6,052	6,077	12,129	0,300	12,129	303,22	90,965	6211,697
P67	1600,000	25,000	6,276	6,517	12,792	0,300	12,792	319,81	95,942	6307,640
P68	1625,000	25,000	6,000	6,150	12,150	0,300	12,150	303,74	91,123	6398,762
P69	1650,000	25,000	5,710	5,735	11,445	0,300	11,445	286,12	85,835	6484,597
P70	1675,000	25,000	5,791	5,718	11,509	0,300	11,509	287,72	86,317	6570,915
P71	1700,000	25,000	6,073	5,991	12,064	0,300	12,064	301,60	90,479	6661,394
P72	1725,000	25,000	6,198	6,129	12,328	0,300	12,328	308,19	92,458	6753,852
P73	1750,000	25,000	5,982	6,035	12,018	0,300	12,018	300,44	90,131	6843,983
P74	1775,000	25,000	5,597	5,733	11,331	0,300	11,331	283,27	84,980	6928,963
P75	1800,000	25,000	5,530	5,501	11,032	0,300	11,032	275,79	82,738	7011,702
P76	1825,000	25,000	5,578	5,505	11,082	0,300	11,082	277,05	83,116	7094,818
P77	1850,000	25,000	5,518	5,659	11,177	0,300	11,177	279,42	83,827	7178,645
P78	1875,000	25,000	5,822	5,733	11,555	0,300	11,555	288,88	86,664	7265,309
P79	1900,000	25,000	5,832	5,689	11,520	0,300	11,520	288,01	86,403	7351,711
P80	1925,000	25,000	5,988	5,899	11,888	0,300	11,888	297,19	89,157	7440,868
P81	1950,000	25,000	6,218	6,133	12,351	0,300	12,351	308,77	92,630	7533,498
P82	1975,000	25,000	6,237	6,226	12,463	0,300	12,463	311,57	93,472	7626,970
P83	2000,000	25,000	6,320	6,251	12,571	0,300	12,571	314,27	94,281	7721,251
P84	2025,000	25,000	6,212	6,102	12,314	0,300	12,314	307,84	92,351	7813,602
P85	2050,000	23,304	6,027	5,981	12,008	0,300	12,008	279,82	83,947	7897,549
P86	2071,608	12,500	5,565	5,553	11,118	0,300	11,118	138,97	41,692	7939,241
P87	2075,000	14,196	5,614	5,576	11,190	0,300	11,190	158,86	47,657	7986,898
P88	2100,000	25,000	5,922	5,694	11,615	0,300	11,615	290,38	87,115	8074,013

P89	2125,000	25,000	6,122	5,803	11,925	0,300	11,925	298,13	89,440	8163,453
P90	2150,000	25,000	6,263	5,936	12,199	0,300	12,199	304,98	91,495	8254,948
P91	2175,000	25,000	6,877	6,372	13,249	0,300	13,249	331,22	99,367	8354,315
P92	2200,000	25,000	7,305	6,733	14,038	0,300	14,038	350,95	105,286	8459,601
P93	2225,000	25,000	7,164	6,772	13,937	0,300	13,937	348,42	104,527	8564,128
P94	2250,000	25,000	6,795	6,588	13,383	0,300	13,383	334,57	100,370	8664,498
P95	2275,000	25,000	6,418	5,960	12,378	0,300	12,378	309,46	92,838	8757,335
P96	2300,000	25,000	6,081	5,833	11,914	0,300	11,914	297,85	89,356	8846,691
P97	2325,000	25,000	7,006	6,830	13,835	0,300	13,835	345,88	103,765	8950,456
P98	2350,000	25,000	7,297	7,232	14,529	0,300	14,529	363,23	108,969	9059,425
P99	2375,000	25,000	7,378	7,367	14,745	0,300	14,745	368,64	110,591	9170,016
P100	2400,000	25,000	7,372	7,308	14,679	0,300	14,679	366,98	110,094	9280,110
P101	2425,000	25,000	7,254	7,207	14,461	0,300	14,461	361,51	108,454	9388,564
P102	2450,000	25,000	7,439	7,307	14,746	0,300	14,746	368,64	110,593	9499,157
P103	2475,000	25,000	7,366	7,381	14,747	0,300	14,747	368,68	110,604	9609,761
P104	2500,000	25,000	7,046	7,209	14,255	0,300	14,255	356,39	106,916	9716,677
P105	2525,000	25,000	6,843	6,954	13,798	0,300	13,798	344,94	103,483	9820,160
P106	2550,000	23,078	6,609	6,604	13,213	0,300	13,213	304,93	91,478	9911,638
P107	2571,157	12,500	6,314	6,274	12,588	0,300	12,588	157,35	47,205	9958,844
P108	2575,000	14,422	6,295	6,272	12,567	0,300	12,567	181,23	54,370	10013,214
P109	2600,000	25,000	6,159	6,235	12,393	0,300	12,393	309,83	92,950	10106,164
P110	2625,000	25,000	5,954	6,020	11,974	0,300	11,974	299,35	89,806	10195,970
P111	2650,000	25,000	5,713	5,662	11,375	0,300	11,375	284,38	85,313	10281,282
P112	2675,000	25,000	5,862	5,794	11,656	0,300	11,656	291,40	87,421	10368,703
P113	2700,000	25,000	6,017	5,608	11,625	0,300	11,625	290,62	87,185	10455,888
P114	2725,000	25,000	6,063	5,770	11,833	0,300	11,833	295,82	88,747	10544,635
P115	2750,000	25,000	5,837	5,503	11,340	0,300	11,340	283,51	85,054	10629,689
P116	2775,000	25,000	5,700	5,698	11,399	0,300	11,399	284,97	85,490	10715,178
P117	2800,000	25,000	5,510	5,532	11,042	0,300	11,042	276,05	82,814	10797,993
P118	2825,000	25,000	5,581	5,658	11,239	0,300	11,239	280,98	84,293	10882,286
P119	2850,000	25,000	5,596	5,717	11,313	0,300	11,313	282,83	84,849	10967,135
P120	2875,000	25,000	5,677	5,756	11,433	0,300	11,433	285,84	85,751	11052,886
P121	2900,000	25,000	5,713	5,898	11,610	0,300	11,610	290,26	87,077	11139,963
P122	2925,000	25,000	5,752	6,009	11,761	0,300	11,761	294,01	88,204	11228,167
P123	2950,000	25,000	5,767	5,917	11,684	0,300	11,684	292,11	87,633	11315,800
P124	2975,000	25,000	5,823	5,876	11,698	0,300	11,698	292,46	87,737	11403,537
P125	3000,000	25,000	5,827	5,880	11,707	0,300	11,707	292,68	87,804	11491,342
P126	3025,000	25,000	5,941	5,990	11,932	0,300	11,932	298,29	89,487	11580,829
P127	3050,000	25,000	6,298	6,217	12,514	0,300	12,514	312,86	93,858	11674,687
P128	3075,000	25,000	6,425	6,524	12,949	0,300	12,949	323,72	97,117	11771,804
P129	3100,000	25,000	6,391	6,376	12,767	0,300	12,767	319,17	95,751	11867,555
P130	3125,000	25,000	6,402	6,538	12,940	0,300	12,940	323,51	97,053	11964,608
P131	3150,000	25,000	6,386	6,545	12,930	0,300	12,930	323,25	96,976	12061,583
P132	3175,000	25,000	6,419	6,652	13,070	0,300	13,070	326,76	98,027	12159,610
P133	3200,000	25,000	6,740	6,819	13,559	0,300	13,559	338,98	101,693	12261,304
P134	3225,000	25,000	6,596	6,706	13,301	0,300	13,301	332,53	99,759	12361,063
P135	3250,000	25,000	6,629	6,680	13,309	0,300	13,309	332,74	99,821	12460,884
P136	3275,000	23,501	6,983	7,032	14,015	0,300	14,015	329,38	98,813	12559,697

P137	3297,002	12,500	7,052	7,065	14,117	0,300	14,117	176,46	52,939	12612,636
P138	3300,000	13,999	7,009	7,066	14,075	0,300	14,075	197,03	59,110	12671,746
P139	3325,000	25,000	6,953	7,104	14,057	0,300	14,057	351,43	105,428	12777,174
P140	3350,000	25,000	6,564	6,681	13,245	0,300	13,245	331,12	99,336	12876,509
P141	3375,000	25,000	6,371	6,422	12,793	0,300	12,793	319,83	95,949	12972,458
P142	3400,000	25,000	6,365	6,347	12,712	0,300	12,712	317,79	95,338	13067,797
P143	3425,000	25,000	6,466	6,424	12,890	0,300	12,890	322,26	96,677	13164,473
P144	3450,000	25,000	6,422	6,352	12,774	0,300	12,774	319,34	95,802	13260,275
P145	3475,000	25,000	6,606	6,603	13,209	0,300	13,209	330,23	99,068	13359,343
P146	3500,000	25,000	6,743	6,868	13,611	0,300	13,611	340,27	102,080	13461,424
P147	3525,000	25,000	6,767	6,807	13,574	0,300	13,574	339,36	101,807	13563,231
P148	3550,000	25,000	6,626	6,749	13,375	0,300	13,375	334,38	100,313	13663,544
P149	3575,000	25,000	6,494	6,487	12,981	0,300	12,981	324,52	97,355	13760,899
P150	3600,000	25,000	6,345	6,556	12,901	0,300	12,901	322,53	96,758	13857,657
P151	3625,000	25,000	6,426	6,650	13,076	0,300	13,076	326,89	98,067	13955,725
P152	3650,000	25,000	6,564	6,618	13,181	0,300	13,181	329,54	98,861	14054,585
P153	3675,000	25,000	6,203	6,378	12,581	0,300	12,581	314,53	94,359	14148,944
P154	3700,000	25,000	5,902	5,937	11,839	0,300	11,839	295,99	88,796	14237,740
P155	3725,000	23,857	5,887	5,646	11,533	0,300	11,533	275,15	82,546	14320,286
P156	3747,715	12,500	5,504	5,636	11,140	0,300	11,140	139,25	41,775	14362,061
P157	3750,000	13,643	5,532	5,604	11,136	0,300	11,136	151,93	45,579	14407,640
P158	3775,000	25,000	5,840	5,990	11,830	0,300	11,830	295,74	88,723	14496,363
P159	3800,000	25,000	5,855	5,953	11,808	0,300	11,808	295,21	88,563	14584,926
P160	3825,000	25,000	5,807	5,708	11,515	0,300	11,515	287,87	86,361	14671,287
P161	3850,000	25,000	5,724	5,595	11,319	0,300	11,319	282,98	84,894	14756,181
P162	3875,000	25,000	5,660	5,658	11,318	0,300	11,318	282,94	84,882	14841,063
P163	3900,000	25,000	5,722	5,579	11,301	0,300	11,301	282,52	84,755	14925,818
P164	3925,000	25,000	5,535	5,528	11,063	0,300	11,063	276,58	82,975	15008,793
P165	3950,000	25,000	5,537	5,683	11,220	0,300	11,220	280,51	84,153	15092,946
P166	3975,000	25,000	5,734	5,866	11,600	0,300	11,600	290,01	87,002	15179,948
P167	4000,000	12,500	5,806	5,713	11,519	0,300	11,519	143,99	43,196	15223,144

- **Calcul de cubature de terrassement :**

Tableau XI.3 : Calcul de cubature de terrassement

Profil n°	Déblais					Remblais				
	Surf. G (m^2)	Surf. D (m^2)	Surf. Tot (m^2)	Volume (m^3)	Cumul Vol. (m^3)	Surf. G (m^2)	Surf. D (m^2)	Surf. Tot (m^2)	Volume (m^3)	Cumul Vol. (m^3)
P01	2,34	1,55	3,89	48,613	48,613	0,05	0,04	0,09	1,114	1,114
P02	2,34	2,32	4,66	116,458	165,071	0,05	0,05	0,09	2,286	3,400
P03	2,26	2,12	4,38	109,506	274,576	0,05	0,04	0,09	2,252	5,652
P04	2,87	3,04	5,91	147,736	422,313	0,04	0,04	0,09	2,219	7,871
P05	2,79	2,30	5,09	127,239	549,552	0,05	0,05	0,09	2,285	10,156
P06	2,50	2,40	4,90	122,614	672,166	0,05	0,05	0,09	2,294	12,450
P07	2,44	2,74	5,18	129,532	801,698	0,05	0,04	0,09	2,267	14,717
P08	3,60	3,50	7,10	177,394	979,092	0,04	0,05	0,09	2,254	16,971
P09	5,16	3,99	9,15	228,871	1207,963	0,05	0,04	0,09	2,244	19,215
P10	5,45	4,80	10,25	256,237	1464,199	0,05	0,04	0,09	2,296	21,511
P11	4,32	4,71	9,03	225,651	1689,850	0,04	0,05	0,09	2,254	23,765
P12	4,37	4,24	8,61	215,308	1905,158	0,05	0,04	0,09	2,254	26,019
P13	5,70	5,90	11,60	289,890	2195,048	0,04	0,05	0,09	2,243	28,262
P14	8,75	9,59	18,33	458,360	2653,408	0,04	0,05	0,09	2,257	30,519
P15	8,55	9,38	17,93	448,226	3101,634	0,04	0,05	0,09	2,279	32,798
P16	9,28	7,46	16,74	418,578	3520,212	0,05	0,05	0,10	2,494	35,292
P17	7,71	7,87	15,58	389,566	3909,778	0,05	0,05	0,09	2,288	37,580
P18	7,71	7,14	14,85	252,765	4162,543	0,05	0,05	0,09	1,561	39,141
P19	7,66	7,55	15,21	190,097	4352,640	0,04	0,05	0,09	1,136	40,277
P20	7,71	8,30	16,01	327,913	4680,554	0,04	0,05	0,09	1,864	42,141
P21	7,34	7,36	14,69	367,338	5047,891	0,05	0,05	0,09	2,328	44,469
P22	7,69	7,41	15,10	377,470	5425,361	0,05	0,04	0,09	2,293	46,761
P23	9,37	8,00	17,37	434,200	5859,561	0,05	0,04	0,09	2,264	49,026
P24	12,98	11,01	24,00	599,888	6459,449	0,05	0,04	0,09	2,258	51,284
P25	12,11	11,19	23,31	582,695	7042,145	0,04	0,04	0,09	2,197	53,481
P26	7,18	6,43	13,61	340,126	7382,271	0,05	0,05	0,09	2,314	55,795
P27	4,57	4,51	9,07	226,843	7609,114	0,05	0,04	0,09	2,259	58,053
P28	4,23	4,66	8,89	222,207	7831,321	0,05	0,05	0,09	2,285	60,338
P29	5,55	6,35	11,90	297,499	8128,819	0,04	0,05	0,09	2,252	62,591
P30	6,52	6,46	12,98	324,379	8453,199	0,05	0,05	0,09	2,267	64,857
P31	7,22	7,85	15,07	376,692	8829,891	0,05	0,04	0,09	2,261	67,119
P32	7,75	7,86	15,61	390,206	9220,097	0,05	0,05	0,09	2,259	69,378
P33	8,75	9,46	18,22	455,384	9675,481	0,05	0,05	0,09	2,278	71,656
P34	10,78	10,76	21,54	538,527	10214,008	0,04	0,05	0,09	2,247	73,902
P35	10,19	10,64	20,83	520,735	10734,743	0,05	0,04	0,09	2,230	76,133
P36	10,38	9,33	19,71	492,710	11227,453	0,04	0,04	0,09	2,248	78,381
P37	9,95	9,51	19,46	486,563	11714,016	0,04	0,04	0,09	2,238	80,619
P38	8,93	9,54	18,48	461,880	12175,896	0,04	0,04	0,09	2,228	82,847
P39	11,19	11,59	22,78	569,563	12745,459	0,04	0,04	0,08	2,108	84,954

P40	8,98	9,30	18,28	457,012	13202,472	0,04	0,04	0,09	2,175	87,129
P41	8,41	8,15	16,56	414,048	13616,520	0,05	0,05	0,09	2,287	89,416
P42	8,82	9,33	18,14	453,599	14070,119	0,05	0,05	0,09	2,274	91,689
P43	7,61	8,05	15,66	391,494	14461,613	0,05	0,05	0,09	2,257	93,947
P44	5,34	5,34	10,68	267,048	14728,661	0,04	0,05	0,09	2,241	96,187
P45	5,07	5,00	10,08	251,928	14980,589	0,05	0,04	0,09	2,269	98,456
P46	6,60	6,46	13,06	326,392	15306,981	0,05	0,04	0,09	2,252	100,708
P47	7,30	7,07	14,36	359,014	15665,995	0,04	0,04	0,09	2,247	102,955
P48	7,59	7,79	15,38	384,510	16050,505	0,04	0,05	0,09	2,254	105,208
P49	7,32	7,24	14,56	363,912	16414,417	0,05	0,04	0,09	2,244	107,452
P50	7,90	7,68	15,58	389,487	16803,905	0,05	0,04	0,09	2,250	109,702
P51	8,05	8,05	16,10	402,470	17206,374	0,05	0,04	0,09	2,255	111,957
P52	7,43	7,31	14,74	340,490	17546,865	0,04	0,04	0,09	2,071	114,028
P53	7,36	7,05	14,41	179,989	17726,853	0,05	0,04	0,09	1,117	115,145
P54	7,35	6,92	14,26	205,399	17932,252	0,05	0,04	0,09	1,287	116,432
P55	7,04	6,26	13,29	332,301	18264,554	0,05	0,04	0,09	2,239	118,670
P56	6,56	6,42	12,98	324,464	18589,017	0,05	0,04	0,09	2,251	120,921
P57	6,34	6,33	12,67	316,874	18905,892	0,05	0,04	0,09	2,254	123,175
P58	5,98	6,04	12,02	300,559	19206,451	0,04	0,04	0,09	2,226	125,402
P59	4,81	4,90	9,71	242,687	19449,138	0,05	0,05	0,09	2,261	127,663
P60	3,99	3,72	7,71	192,714	19641,853	0,05	0,05	0,09	2,255	129,918
P61	3,41	3,67	7,08	176,992	19818,845	0,05	0,04	0,09	2,241	132,159
P62	3,73	3,37	7,10	177,561	19996,406	0,05	0,05	0,09	2,310	134,469
P63	3,47	3,70	7,17	179,233	20175,638	0,05	0,04	0,09	2,248	136,718
P64	4,43	4,60	9,03	225,789	20401,428	0,04	0,04	0,09	2,218	138,936
P65	5,43	5,72	11,15	278,750	20680,177	0,04	0,04	0,09	2,219	141,155
P66	3,71	3,67	7,38	184,530	20864,708	0,04	0,05	0,09	2,268	143,423
P67	4,97	5,87	10,84	270,946	21135,654	0,05	0,05	0,09	2,275	145,698
P68	3,60	4,00	7,60	190,104	21325,758	0,04	0,05	0,09	2,256	147,954
P69	1,87	1,91	3,79	94,631	21420,389	0,04	0,04	0,08	2,095	150,049
P70	2,00	1,82	3,82	95,565	21515,954	0,05	0,04	0,09	2,184	152,233
P71	3,70	3,47	7,17	179,311	21695,266	0,05	0,04	0,09	2,244	154,477
P72	4,55	4,33	8,87	221,865	21917,131	0,04	0,05	0,09	2,247	156,724
P73	3,41	3,54	6,95	173,834	22090,965	0,04	0,05	0,09	2,235	158,960
P74	1,17	1,56	2,73	68,126	22159,091	0,02	0,04	0,07	1,677	160,637
P75	0,81	0,75	1,56	39,033	22198,125	0,01	0,00	0,01	0,227	160,863
P76	0,37	0,47	0,85	21,146	22219,271	0,03	0,00	0,03	0,771	161,635
P77	0,40	0,18	0,58	14,400	22233,671	0,03	0,08	0,11	2,813	164,448
P78	0,00	0,03	0,03	0,843	22234,514	0,59	0,38	0,97	24,345	188,792
P79	0,00	0,07	0,07	1,812	22236,326	0,67	0,31	0,97	24,316	213,108
P80	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	1,31	1,07	2,38	59,427	272,536
P81	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	2,51	2,30	4,82	120,396	392,931
P82	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	2,70	2,65	5,35	133,761	526,692
P83	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	2,72	2,61	5,34	133,465	660,157
P84	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	2,09	1,68	3,77	94,165	754,322
P85	0,00	0,00	0,00	0,000	22236,326	1,50	1,35	2,85	66,379	820,701

P86	0,35	0,40	0,75	9,382	22245,708	0,02	0,02	0,04	0,501	821,202
P87	0,22	0,31	0,54	7,607	22253,315	0,06	0,04	0,10	1,481	822,683
P88	0,00	0,06	0,06	1,395	22254,710	0,88	0,42	1,30	32,551	855,234
P89	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	1,68	0,92	2,60	65,093	920,327
P90	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,32	1,55	3,88	96,966	1017,293
P91	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	5,06	3,77	8,83	220,866	1238,159
P92	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	7,12	5,48	12,61	315,130	1553,289
P93	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	6,38	5,34	11,73	293,219	1846,508
P94	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	4,98	4,55	9,53	238,202	2084,710
P95	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,84	1,78	4,62	115,501	2200,211
P96	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	1,56	1,00	2,56	64,022	2264,233
P97	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	5,96	5,50	11,46	286,414	2550,647
P98	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	7,57	7,39	14,96	373,902	2924,550
P99	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	7,92	8,03	15,95	398,827	3323,376
P100	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	8,15	7,96	16,11	402,854	3726,230
P101	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	7,30	7,21	14,51	362,643	4088,873
P102	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	8,42	8,10	16,51	412,776	4501,649
P103	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	8,12	8,14	16,26	406,582	4908,231
P104	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	6,65	7,15	13,79	344,786	5253,018
P105	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	5,61	5,82	11,43	285,639	5538,656
P106	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	4,13	4,09	8,22	189,711	5728,368
P107	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,76	2,59	5,35	66,910	5795,277
P108	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,67	2,56	5,23	75,376	5870,653
P109	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,36	2,35	4,71	117,845	5988,498
P110	0,00	0,00	0,00	0,000	22254,710	2,10	1,79	3,89	97,353	6085,851
P111	0,06	0,11	0,16	4,077	22258,788	0,28	0,23	0,51	12,684	6098,535
P112	0,00	0,01	0,01	0,159	22258,947	0,96	0,86	1,82	45,530	6144,065
P113	0,00	0,44	0,44	11,010	22269,957	1,59	0,22	1,81	45,316	6189,380
P114	0,00	0,24	0,24	6,075	22276,032	1,04	0,14	1,18	29,603	6218,983
P115	0,00	0,24	0,24	6,020	22282,052	0,27	0,07	0,34	8,541	6227,524
P116	0,07	0,05	0,13	3,192	22285,243	0,23	0,26	0,49	12,321	6239,845
P117	0,63	0,75	1,38	34,533	22319,777	0,00	0,01	0,01	0,302	6240,147
P118	1,06	1,20	2,26	56,494	22376,271	0,02	0,04	0,06	1,426	6241,574
P119	1,28	1,56	2,84	70,920	22447,191	0,02	0,04	0,07	1,655	6243,229
P120	1,86	2,08	3,94	98,491	22545,682	0,04	0,04	0,08	2,028	6245,257
P121	2,06	2,59	4,64	116,074	22661,756	0,04	0,04	0,09	2,143	6247,399
P122	2,36	2,95	5,30	132,623	22794,379	0,04	0,05	0,09	2,254	6249,653
P123	2,23	2,61	4,84	120,943	22915,322	0,04	0,05	0,09	2,269	6251,922
P124	2,44	2,54	4,98	124,503	23039,825	0,04	0,05	0,09	2,272	6254,193
P125	2,51	2,63	5,14	128,379	23168,204	0,04	0,05	0,09	2,261	6256,454
P126	3,16	3,38	6,54	163,493	23331,697	0,04	0,04	0,09	2,230	6258,684
P127	5,32	5,14	10,46	261,480	23593,178	0,04	0,04	0,09	2,201	6260,885
P128	6,14	6,39	12,53	313,368	23906,546	0,04	0,05	0,09	2,239	6263,124
P129	6,07	5,66	11,72	293,118	24199,664	0,04	0,05	0,09	2,220	6265,343
P130	6,16	6,54	12,70	317,583	24517,247	0,04	0,04	0,09	2,220	6267,564
P131	6,37	6,25	12,62	315,495	24832,743	0,04	0,05	0,09	2,229	6269,793

P132	6,29	7,20	13,49	337,308	25170,051	0,04	0,04	0,09	2,218	6272,011
P133	7,91	8,23	16,14	403,425	25573,476	0,04	0,05	0,09	2,256	6274,267
P134	7,19	7,30	14,49	362,276	25935,753	0,04	0,05	0,09	2,272	6276,538
P135	7,38	7,18	14,56	364,020	26299,772	0,05	0,05	0,10	2,394	6278,933
P136	9,39	9,57	18,96	445,542	26745,314	0,04	0,05	0,09	2,114	6281,046
P137	9,86	10,01	19,87	248,386	26993,699	0,05	0,05	0,09	1,129	6282,175
P138	9,74	10,02	19,76	276,583	27270,282	0,05	0,05	0,09	1,265	6283,440
P139	9,77	10,20	19,98	499,399	27769,681	0,04	0,05	0,09	2,225	6285,665
P140	6,89	7,17	14,06	351,428	28121,109	0,04	0,05	0,09	2,255	6287,920
P141	5,69	5,78	11,47	286,720	28407,828	0,04	0,05	0,09	2,249	6290,169
P142	5,67	5,40	11,07	276,636	28684,465	0,04	0,05	0,09	2,248	6292,417
P143	6,27	6,19	12,46	311,529	28995,994	0,04	0,05	0,09	2,274	6294,691
P144	5,81	5,64	11,45	286,268	29282,261	0,05	0,04	0,09	2,246	6296,937
P145	6,98	6,91	13,89	347,199	29629,460	0,05	0,05	0,09	2,277	6299,214
P146	8,17	8,69	16,86	421,443	30050,903	0,05	0,04	0,09	2,281	6301,495
P147	8,42	8,46	16,87	421,868	30472,772	0,04	0,04	0,09	2,232	6303,727
P148	7,37	7,70	15,07	376,715	30849,487	0,05	0,05	0,09	2,281	6306,008
P149	6,20	6,17	12,37	309,337	31158,823	0,05	0,05	0,09	2,279	6308,287
P150	5,97	6,46	12,43	310,711	31469,535	0,04	0,05	0,09	2,231	6310,517
P151	6,60	7,34	13,94	348,439	31817,974	0,04	0,05	0,09	2,224	6312,741
P152	6,38	7,13	13,51	337,796	32155,770	0,04	0,05	0,09	2,238	6314,979
P153	4,75	5,39	10,14	253,606	32409,376	0,04	0,05	0,09	2,262	6317,240
P154	2,94	3,07	6,02	150,416	32559,792	0,04	0,04	0,09	2,241	6319,481
P155	2,69	1,75	4,44	105,814	32665,606	0,04	0,03	0,08	1,858	6321,340
P156	0,49	0,85	1,34	16,577	32682,184	0,00	0,03	0,04	0,430	6321,769
P157	0,41	0,67	1,08	14,802	32696,986	0,02	0,04	0,06	0,876	6322,645
P158	0,00	0,00	0,00	0,000	32696,986	0,66	0,95	1,61	40,207	6362,852
P159	0,00	0,00	0,00	0,000	32696,986	0,96	1,11	2,07	51,725	6414,577
P160	2,54	0,83	3,37	84,265	32781,251	0,04	0,08	0,12	2,987	6417,565
P161	2,00	1,70	3,71	92,693	32873,944	0,04	0,02	0,06	1,622	6419,186
P162	1,32	0,76	2,08	52,042	32925,985	0,04	0,04	0,07	1,773	6420,959
P163	1,90	1,18	3,08	76,961	33002,947	0,04	0,02	0,06	1,561	6422,520
P164	0,71	0,62	1,33	33,341	33036,288	0,01	0,01	0,02	0,450	6422,970
P165	1,20	1,66	2,86	71,547	33107,835	0,01	0,04	0,05	1,214	6424,184
P166	2,25	2,66	4,91	122,799	33230,634	0,04	0,04	0,09	2,152	6426,336
P167	1,81	1,58	3,40	42,464	33273,098	0,05	0,04	0,09	1,101	6427,437

- Longueur Totale du Tracé : **4000 m**
- Volume total de décapage : **15223,1439 m^3**
- Déblai Total : **33273 ,098m^3**
- Remblai Total : **6427,437m^3**

CHAPITRE X : IMPLANTATON

CHAPITRE X : IMPLANTATON

X.1 Introduction

On sait que le trace d'une route comme toutes les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de points.

X.2 PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES

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

X.3 IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS

X.3.1 PAR RAYONNEMENT

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

X.3.2 PAR INTERSECTION

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

X.3.3 PAR COORDONNEES POLAIRES

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

X.4 IMPLANTATION DE COURBES

X.4.1 RACCORDEMENT CIRCULAIRE

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

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

CHAPITRE X : IMPLANTATON

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

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

- **Méthode d'implantation des partes circulaires :**
- Il existe plusieurs méthodes d'implantation :
- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente ;
- Par Abscisses et ordonnées sur la corde ;
- Origine : point de tangence ;
- Origine : milieu de la corde ;
- Par coordonnées polaires.

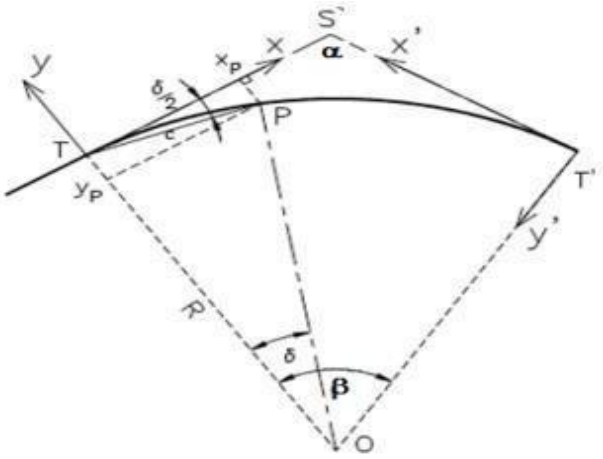


Figure X.1 : Implantation partie circulaire

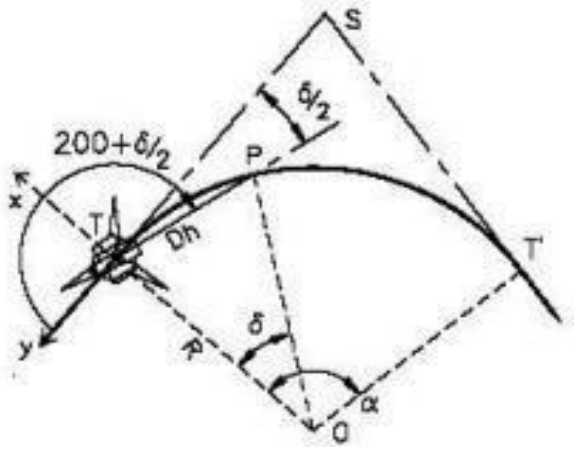


Figure X.2 : Coordonnées polaires

- **Raccordement progressif :**

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

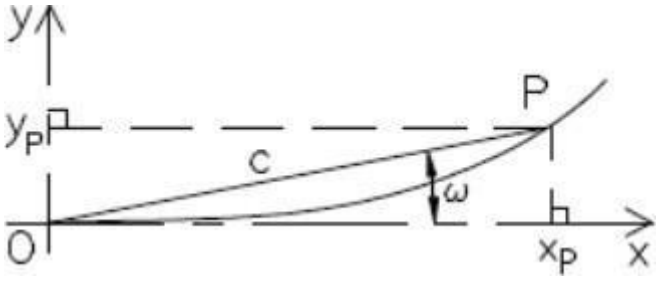


Figure X.3 : Méthode d'implantation

- **Piquetage par coordonnées rectangulaires :**

$$X_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8}$$

$$Y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- **Piquetage par coordonnées Polaires :**

$$C = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8}$$

$$W_{radians} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

X.5 APPLICATION A NOTRE PROJET

X.5.1 IMPLANTATION DES PARTIES COURBES

A. Implantation de l'arc de cercle 1er virage :

Données :

R = 650 m

β = 23,2443gr

β /2 = 11,6221gr

n = 10 pts

δ =1,1622 gr

X.5.2 Listing d’ implantation planimétrique et altimétrique des profils

Tableau X.1 : Listing d'implantation des points d’axe

PROFILE	ABSCISSE	Z PRJT	X	Y
P01	0,000	417,867	296987,139	3010380,457
P02	25,000	417,792	296977,543	3010403,542
P03	50,000	417,717	296967,947	3010426,627
P04	75,000	417,642	296958,351	3010449,712
P05	100,000	417,567	296948,755	3010472,797
P06	125,000	417,492	296939,158	3010495,882
P07	150,000	417,417	296929,562	3010518,967
P08	175,000	417,344	296919,966	3010542,052
P09	200,000	417,272	296910,370	3010565,137
P10	225,000	417,202	296900,774	3010588,222
P11	250,000	417,135	296891,178	3010611,307
P12	275,000	417,069	296881,581	3010634,392
P13	300,000	417,006	296871,985	3010657,477
P14	325,000	416,944	296862,389	3010680,561
P15	350,000	416,885	296852,793	3010703,646
P16	375,000	416,828	296843,197	3010726,731
P17	400,000	416,773	296833,601	3010749,816
P18	425,000	416,720	296824,004	3010772,901
P19	434,046	416,701	296820,532	3010781,255
P20	450,000	416,669	296813,978	3010795,800
P21	475,000	416,620	296803,708	3010818,593
P22	500,000	416,574	296793,438	3010841,386
P23	525,000	416,529	296783,168	3010864,179
P24	550,000	416,486	296772,899	3010886,973
P25	575,000	416,446	296762,629	3010909,766
P26	600,000	416,407	296752,359	3010932,559
P27	625,000	416,371	296742,089	3010955,352
P28	650,000	416,337	296731,819	3010978,145
P29	675,000	416,305	296721,549	3011000,938
P30	700,000	416,275	296711,279	3011023,732
P31	725,000	416,247	296701,009	3011046,525
P32	750,000	416,221	296690,739	3011069,318
P33	775,000	416,197	296680,469	3011092,111
P34	800,000	416,175	296670,199	3011114,904
P35	825,000	416,156	296659,929	3011137,697
P36	850,000	416,138	296649,659	3011160,491
P37	875,000	416,123	296639,389	3011183,284
P38	900,000	416,109	296629,120	3011206,077
P39	925,000	416,098	296618,850	3011228,870

P40	950,000	416,089	296608,580	3011251,663
P41	975,000	416,081	296598,310	3011274,456
P42	1000,000	416,076	296588,040	3011297,250
P43	1025,000	416,073	296577,770	3011320,043
P44	1050,000	416,073	296567,500	3011342,836
P45	1075,000	416,074	296557,230	3011365,629
P46	1100,000	416,077	296546,960	3011388,422
P47	1125,000	416,082	296536,690	3011411,215
P48	1150,000	416,090	296526,420	3011434,009
P49	1175,000	416,099	296516,150	3011456,802
P50	1200,000	416,111	296505,880	3011479,595
P51	1225,000	416,125	296495,610	3011502,388
P52	1250,000	416,140	296485,341	3011525,181
P53	1271,199	416,155	296476,632	3011544,509
P54	1275,000	416,158	296474,757	3011547,815
P55	1300,000	416,178	296462,425	3011569,562
P56	1325,000	416,200	296450,092	3011591,308
P57	1350,000	416,224	296437,760	3011613,055
P58	1375,000	416,250	296425,428	3011634,802
P59	1400,000	416,279	296413,095	3011656,548
P60	1425,000	416,309	296400,763	3011678,295
P61	1450,000	416,341	296388,431	3011700,041
P62	1475,000	416,376	296376,098	3011721,788
P63	1500,000	416,413	296363,766	3011743,535
P64	1525,000	416,451	296351,434	3011765,281
P65	1550,000	416,492	296339,101	3011787,028
P66	1575,000	416,535	296326,769	3011808,774
P67	1600,000	416,580	296314,437	3011830,521
P68	1625,000	416,627	296302,104	3011852,267
P69	1650,000	416,676	296289,772	3011874,014
P70	1675,000	416,727	296277,440	3011895,761
P71	1700,000	416,780	296265,107	3011917,507
P72	1725,000	416,836	296252,775	3011939,254
P73	1750,000	416,893	296240,443	3011961,000
P74	1775,000	416,953	296228,110	3011982,747
P75	1800,000	417,014	296215,778	3012004,494
P76	1825,000	417,078	296203,446	3012026,240
P77	1850,000	417,144	296191,114	3012047,987
P78	1875,000	417,212	296178,781	3012069,733
P79	1900,000	417,282	296166,449	3012091,480
P80	1925,000	417,354	296154,117	3012113,226
P81	1950,000	417,428	296141,784	3012134,973
P82	1975,000	417,502	296129,452	3012156,720

P83	2000,000	417,576	296117,120	3012178,466
P84	2025,000	417,651	296104,787	3012200,213
P85	2050,000	417,725	296092,455	3012221,959
P86	2071,608	417,789	296081,796	3012240,755
P87	2075,000	417,799	296080,630	3012243,941
P88	2100,000	417,873	296072,036	3012267,417
P89	2125,000	417,944	296063,442	3012290,894
P90	2150,000	418,003	296054,848	3012314,370
P91	2175,000	418,052	296046,254	3012337,847
P92	2200,000	418,091	296037,660	3012361,323
P93	2225,000	418,120	296029,066	3012384,799
P94	2250,000	418,138	296020,473	3012408,276
P95	2275,000	418,145	296011,879	3012431,752
P96	2300,000	418,142	296003,285	3012455,229
P97	2325,000	418,129	295994,691	3012478,705
P98	2350,000	418,105	295986,097	3012502,182
P99	2375,000	418,071	295977,503	3012525,658
P100	2400,000	418,027	295968,909	3012549,135
P101	2425,000	417,972	295960,315	3012572,611
P102	2450,000	417,906	295951,721	3012596,088
P103	2475,000	417,831	295943,127	3012619,564
P104	2500,000	417,744	295934,534	3012643,041
P105	2525,000	417,653	295925,940	3012666,517
P106	2550,000	417,562	295917,346	3012689,994
P107	2571,157	417,484	295910,073	3012709,861
P108	2575,000	417,470	295908,901	3012713,521
P109	2600,000	417,379	295901,279	3012737,331
P110	2625,000	417,288	295893,656	3012761,141
P111	2650,000	417,196	295886,033	3012784,950
P112	2675,000	417,105	295878,411	3012808,760
P113	2700,000	417,013	295870,788	3012832,569
P114	2725,000	416,922	295863,166	3012856,379
P115	2750,000	416,831	295855,543	3012880,188
P116	2775,000	416,739	295847,921	3012903,998
P117	2800,000	416,648	295840,298	3012927,808
P118	2825,000	416,557	295832,676	3012951,617
P119	2850,000	416,465	295825,053	3012975,427
P120	2875,000	416,374	295817,430	3012999,236
P121	2900,000	416,282	295809,808	3013023,046
P122	2925,000	416,191	295802,185	3013046,856
P123	2950,000	416,100	295794,563	3013070,665
P124	2975,000	416,012	295786,940	3013094,475
P125	3000,000	415,927	295779,318	3013118,284

P126	3025,000	415,848	295771,695	3013142,094
P127	3050,000	415,772	295764,073	3013165,904
P128	3075,000	415,700	295756,450	3013189,713
P129	3100,000	415,633	295748,827	3013213,523
P130	3125,000	415,570	295741,205	3013237,332
P131	3150,000	415,511	295733,582	3013261,142
P132	3175,000	415,456	295725,960	3013284,952
P133	3200,000	415,405	295718,337	3013308,761
P134	3225,000	415,358	295710,715	3013332,571
P135	3250,000	415,316	295703,092	3013356,380
P136	3275,000	415,278	295695,470	3013380,190
P137	3297,002	415,247	295688,761	3013401,145
P138	3300,000	415,244	295687,897	3013404,015
P139	3325,000	415,214	295680,691	3013427,954
P140	3350,000	415,188	295673,486	3013451,893
P141	3375,000	415,166	295666,280	3013475,832
P142	3400,000	415,149	295659,075	3013499,771
P143	3425,000	415,136	295651,869	3013523,710
P144	3450,000	415,127	295644,663	3013547,649
P145	3475,000	415,122	295637,458	3013571,589
P146	3500,000	415,121	295630,252	3013595,528
P147	3525,000	415,124	295623,047	3013619,467
P148	3550,000	415,132	295615,841	3013643,406
P149	3575,000	415,144	295608,635	3013667,345
P150	3600,000	415,160	295601,430	3013691,284
P151	3625,000	415,180	295594,224	3013715,223
P152	3650,000	415,204	295587,019	3013739,162
P153	3675,000	415,232	295579,813	3013763,101
P154	3700,000	415,265	295572,607	3013787,040
P155	3725,000	415,302	295565,402	3013810,979
P156	3747,715	415,339	295558,855	3013832,730
P157	3750,000	415,343	295558,514	3013834,990
P158	3775,000	415,388	295554,779	3013859,709
P159	3800,000	415,437	295551,045	3013884,429
P160	3825,000	415,491	295547,311	3013909,148
P161	3850,000	415,548	295543,577	3013933,868
P162	3875,000	415,610	295539,842	3013958,587
P163	3900,000	415,676	295536,108	3013983,307
P164	3925,000	415,745	295532,374	3014008,026
P165	3950,000	415,814	295528,640	3014032,746
P166	3975,000	415,883	295524,905	3014057,466
P167	4000,000	415,952	295521,171	3014082,185

CHAPITRE XI : ASSAINISSEMENT

CHAPITRE XI : ASSAINISSEMENT

XII.1 Introduction

L’assainissement routier comprend l’ensemble des moyens utilisés pour résoudre les problèmes de collecte et d’évacuation des eaux superficielles et internes dans l’emprise de la route et par extension, ceux des rétablissements des petits écoulements naturels.

L’assainissement routier comporte en fait trois volets :

a. La collecte et l’évacuation des eaux superficielles dans l’emprise de la route :

Toute accumulation d’eau sur la chaussée favorise en particulier l’aquaplanage, augmente les projections d’eau par les véhicules et tend ainsi à diminuer la sécurité des usagers. De plus l’eau qui stagne en surface, finit toujours par s’infiltrer.

b. La collecte et l’évacuation des eaux internes (le drainage) :

L’eau infiltrée provoque, avec le temps, des désordres dans les couches de chaussée ou entraîne une perte de portance du support.

c. Le rétablissement des petits écoulements naturels :

Des ouvrages de rétablissement bien conçus et correctement exécutés permettant de se prémunir contre les inondations et contre les dégâts causés aux différents ouvrages, notamment aux remblais routiers.

XII.2 Drainage des eaux souterraines

XII.2.1 Nécessité du drainage des eaux souterraines

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempent la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation

XII.2.2 Protection contre la nappe phréatique

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

XII.3 Définitions

a. Bassin versant :

C’est la surface totale de la zone susceptible d’alimenter en eau pluviale, d’une façon naturelle, une canalisation en une point considérée.

Elle est définie par la topographie et délimitée soit par une crête soit artificiellement par une canalisation.

b. Collecteur (canalisation) :

Conduite principale récoltant les eaux d’autres conduites, dites Collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante

c. Cheminée (chambre de visite) :

Ouvrage placé sur les canalisations pour contrôler, nettoyé et pour faciliter l’entretien des canalisations.

Pour cette dernière raison, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 100 m.

d. Sacs :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l’introduction des eaux superficielles, et sont fréquemment équipés d’un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraîné, par les eaux superficielles.

e. Ovoïde :

Lorsque les débits sont importants et entraînent de gros diamètre, la canalisation est remplacée par un ovoïde.

f. Les regards :

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

XII.4 Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels superficiels ou enterrés.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière ; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

XII.5 Données pluviométriques :

La région d'Alger est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à Mai avec un maximum en Novembre et un autre en Février.

D'après les observations effectuées à la station météorologiques on a :

Pluie moyenne journalière Pj

- L'exposant climatique b
- Le coefficient de variation climatique Cv

XII.6 Dimensionnement des fossés

Les fossés sont placés à l'extérieur de la plate-forme, dans les sections en déblais, ils recueillent et écoulent les eaux de ruissellement.

La hauteur des talus de déblais est supérieure à 3.00 m alors on prévoit des fossés de forme Trapézoïdal à parois en béton

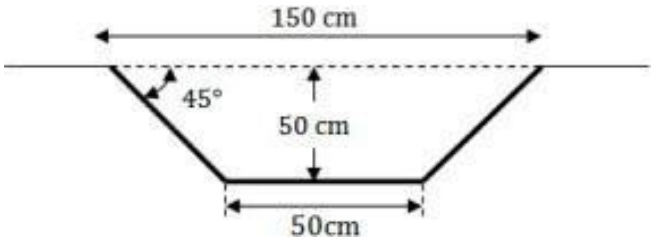


Figure XI.1 : Dimensionnement des fossés

La pente du talus à (p=1/n =1/1.5) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h.

XII.7 Dimensionnement d'un dalot

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie est de forme rectangulaire.

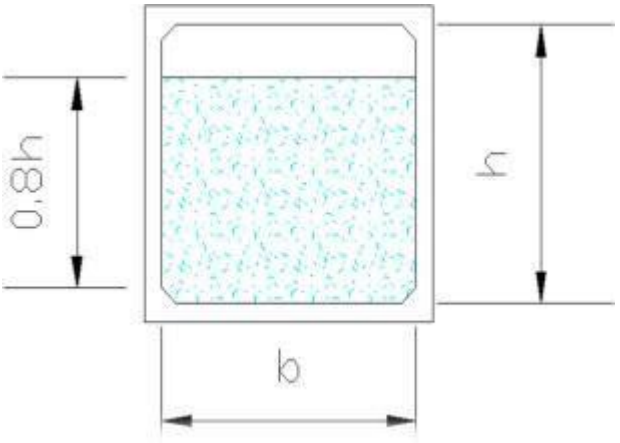


Figure XI.2 : Dimensionnement d'un dalot

CHAPITRE XII : SIGNALISATION

CHAPITRE XII : SIGNALISATION

XII.1 INTRODUCTION

La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions. Elle fait partie intégrante du paysage routier et constitue un outil de communication essentiel pour l'usager. Elle doit aider l'usager le long de son parcours (Chemin de Wilaya à Illizi) en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations rencontrées, tout en évitant l'hésitation et la fausse manœuvre.

XII.2 OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION

Dans le cadre de notre projet situé en zone rase campagne (Saharienne), la signalisation a pour objectifs :

- De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route (Vitesse de référence).
- D'indiquer et de rappeler les directions et le bornage kilométrique.
- De prévenir l'usager contre les dangers spécifiques au milieu désertique.

XII.3 CATÉGORIES DE SIGNALISATION ADOPTÉES

Étant donné la nature fluide du trafic sur notre tracé, nous avons retenu les catégories suivantes :

- **La signalisation verticale :** par panneaux.
- **La signalisation horizontale :** par marquage des chaussées.
- **La signalisation par bornage :** cruciale pour le repérage en zone isolée.

XII.4 SIGNALISATION VERTICALE

Elle se fait à l'aide de panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

XII.4.1 Signalisation avancée (Danger)

Elle se fait à l'aide de panneaux placés à 150 m avant la zone concernée pour prévenir l'usager. Compte tenu des spécificités géographiques de notre tracé (CW 02 à Illizi), le projet prévoit l'implantation des panneaux de **danger** (virages, vent latéral violent, passage de dromadaires) ainsi que des panneaux de **prescription** (limitation de vitesse et sa fin). L'ensemble de ces panneaux est

récapitulé dans le tableau ci-dessous :

Tableau XII.1 : Inventaire et caractéristiques des panneaux de signalisation verticale (Danger et Prescription).

Désignation	Symbole
Panneau de Danger A24 (Passage de Chameaux)	
Panneau de Danger : Vent Latéral Violent	
Limitation de vitesse → Ce panneau notifie l'interdiction de dépassé la vitesse indiquée	
Virage à droite	
Virage à gauche	

XII.4.2 Signalisation de direction et de position

- **Panneaux de direction :** Plaques rectangulaires à pointe de flèche (angle 75°) indiquant les noms des localités desservies par le CW.

Figure XII.1 : Panneau de direction (Type D) indiquant la ville d'ILLIZI

- **Bornage kilométrique :** Installation de bornes chaque 1 km pour permettre aux usagers de se situer dans ce milieu désertique.

Figure XII.2 : Borne kilométrique d'indication de position sur le CW 02

XII.5 SIGNALISATION HORIZONTALE (MARQUAGE AU SOL)

Elle est représentée par des marques sur la chaussée destinée à guider les usagers, particulièrement la nuit ou par faible visibilité.

XII.5.1 Marquage Longitudinal

Pour notre projet, nous adoptons une largeur unité **U = 5cm** (ce qui correspond à une largeur de trait de **15cm**pour les lignes de rive et l'axe). Les types de marquage retenus sont définis comme

suit :

- **Lignes axiales (Type T1) :** C'est une ligne discontinue composée de traits de **3.00 m** séparés par des vides de **10.00 m** Elle autorise le dépassement sur la majorité du tracé grâce à la bonne visibilité.
- **Lignes de rive (Type T2) :** Lignes discontinues disposées sur les bords de la chaussée pour délimiter les voies et guider le conducteur, surtout en cas de tempête de sable

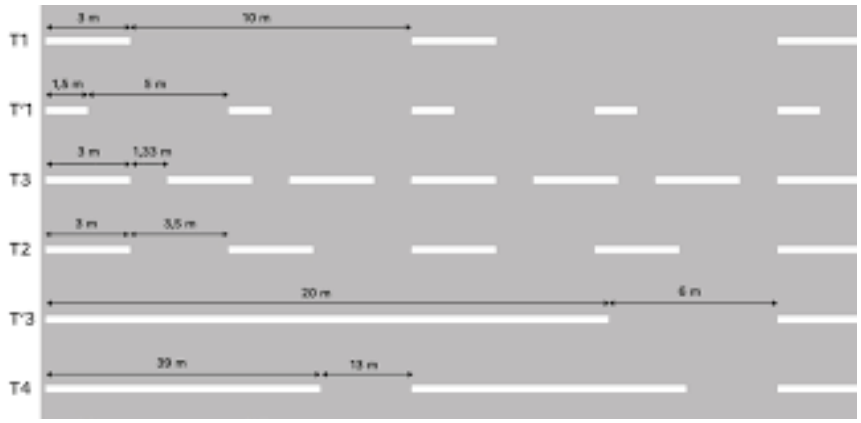


Figure XII.3 : Détails du marquage au sol longitudinal (Lignes axiales T1 et lignes de rive T2

CHAPITRE XIII :

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF(DQE)

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF(DQE)

Tableau XIII.1 : Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)

N°	Désignation des Travaux	U	Quantité	Prix Unitaire	Montant
1	Installation de chantier et rempliement du matériels	F	1	3 000 000,00	3 000 000,00
II	**A- Terramssement**				-
1	Travaux de décapage de la terre végétale y/c enlèvement des ronces et roseaux, débroussaillage, élargissement de la plateforme avec arrosage, compactage et finition évacuation des déblais au décharge publics et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	15 223	250,00	3 805 750,00
2	Travaux de terrassement des deblais de terrain de toute nature e y/c élargissement de la plateforme avec arrosage, compactage et finition évacuation des déblais au décharge publics et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	33 273	400,00	13 309 239,20
3	Déblais mis en remblai	M3	6 427	500,00	3 213 500,00
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, éssai de compacité finition et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	11 000	1 200,00	13 200 000,00
2	Exécution de la couche de base en grave concassé 0/31,5 sur une épaisseur de19 cm y/c réglage, arrosage compactage, éssai de compacité finition et toutes sujestions de mise en œuvre	M3	8360	2 500,00	20 900 000 ,00
3	Couche d'imprégnation en Cut Back 0/1	M2	28 000	200,00	5 600 000,00
4	Exécution d'un revêtement en Béton Bitumineux sur 06 cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	T	3 864	12 000,00	46 368 000,00

5	Rechargement des accotements en grave concassé sur 6cm d'épaisseur, y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre.	M3	960	2 500,00	2 400 000,00
VI	**SIGNALISATION**				-
1	Fourniture et mise en œuvre de la ligne continue axiale de largeur de 18 cm, et compris pré-marquage, nettoyage et soufflage adéquat du support	ML	4000	300,00	1200 000,00
2	Fourniture et mise en œuvre des lignes de rives de chaussée de largeur de 18 cm (type T2 3u), pré marquage, nettoyage et soufflage à quat du support	ML	8 000	300,00	2 400 000,00
3	Fourniture et pose des panneaux de signalisation verticale	U	20	20 000,00	400 000,00
4	Fourniture et pose de borne kilométriques	U	5	15 000,00	75 000,00
		Total en HT			114 771 489,20
		TVA 19 %			21 806 582,95
		Total en TTC			**136 578 072,15**

Cent trente-six millions cinq cent soixante-dix-huit mille soixante-douze virgule quinze.

CONCLUSION

Conclusion

Ce projet de fin d'études dans le domaine des travaux publics et de la construction routière a été une expérience très enrichissante pour nous. Nous avons eu l'opportunité de mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'université, et de résoudre de nombreux problèmes techniques et pratiques liés à la construction d'une route dans la wilaya d'Illizi.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques rencontrés lors de la réalisation de ce projet. Nous avons pu tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine des routes et des travaux publics en général, et apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet routier.

Nous avons essayé de respecter toutes les normes routières imposées par le **B40**, que nous ne pouvions pas négliger, tout en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et en prenant en considération le confort et la sécurité des usagers de la route, ainsi que l'économie et l'environnement. Cette approche nous a permis de concevoir une route qui répondait aux besoins des habitants de la région (reliant Bordj Omar Driss au chef-lieu) tout en préservant l'environnement.

En somme, cette expérience nous a permis de mieux comprendre les enjeux et les défis du domaine des travaux publics et de la construction routière, et de développer des compétences techniques et pratiques qui seront très utiles dans notre vie professionnelle future. Nous sommes convaincus que ce projet a été une étape importante dans notre parcours universitaire, et que nous en retirerons de nombreux bénéfices pour l'avenir.

Outils informatiques

- Logiciel Covadis 17.0
- AutoCAD 2020
- Microsoft Excel 2019
- Microsoft Word 2019
- PowerPoint 2019
- Google Earth Pro
- Logiciel ArcGIs

BIBLIOGRAPHIE

[1] CTTP (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 15 juillet 1974 (SETRA).

[5] ARP : Aménagement des routes principales.

[6] DTP Illizi : Direction des Travaux Publics de la wilaya d'Illizi.

[7] Devis estimatif et quantitatif : Fourni par la SARL El Samaha.

[8] ADDJAL, H. (2022) : Etude et conception d’un tronçon routier (CW) reliant Zemmoura - Ammi Moussa sur 3 km du PK06+520 au PK09+631 (Mémoire de fin d'études).

[9] BELGHACHEM, M. (2021) : Etude et conception d’un tronçon autoroutier sur 5,0 km du PK 37+001 au PK 41+637 de la pénétrante reliant Mostaganem à l’autoroute Est-Ouest (Mémoire de fin d'études)