



N° d'ordre : M /GCA/2026

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voies et Ouvrages d'art (VOA)

Thème :

Etude et Conception d'un Tronçon Routier (CW2) Reliant

Oued Samene à Bordj Omar Idriss Sur 4 Km

Du PK 336 + 000 au PK 340 + 000

Présenté par :

- Mr BELGUESMIA Mohamed Hicham

Soutenu le 17 / 09/ 2026 devant le jury composé de :

- Présidente : Mme . EL MASCRI Setti (MCB)
- Examineur: Mr. ROUAM SERIK MOHAMED (MAA)
- Encadrant : Mr. BOUHALOUFA Ahmed (MCB)
- Co-Encadrant: Mr. CHERIF Mourad (P. associe)
- Invité d'honneur : Mr. MOKHTARI Cherif(STP)

Année Universitaire : 2025/ 2026

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Et je remercie ma famille pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que je puisse terminer mes études.

j'exprime ma profonde reconnaissance à mes encadrateurs

Mr. BOUHALOUFA Ahmed, Mr. CHERIF Mourad, pour leurs conseils et orientations bénéfiques et indispensables.

Ma gratitude et mes remerciements sont adressés également à

Mme. ELMASCRI SETTI, présidente du jury ainsi qu'à

Mr. ROUAM SERIK MOHAMED examinateur au sein du jury pour avoir accepté d'examiner mon travail.

Ainsi à tous mes amis trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Je remercie le doctorant **Mr MOKHTARI CHERIF** pour ses conseils orientations et encouragements

Je remercie chaleureusement tous les enseignants et le personnel du département de génie civil et à 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 j'ai côtoyés et, que, hélas, je n'avais pu citer.

Dédicace

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

A mon cher père BELGUESMIA NOUREDDINE pour son soutien, son affection
et la confiance qu'il m'a accordé.

A mes chers frères et sœurs.

A tous mes amis.

Je me ferais un agréable devoir de remercier mes encadreurs
Enfin, mes remerciements à tous mes professeurs du département de génie
civil.

الملخص:

نظراً لطول المسافة الحالية بين بلدية برج عمر إدريس وولاية إليزي مروراً بمدينة عين أميناس، تم اقتراح دراسة إنجاز طريق اجتناي مباشر يمر عبر واد سامن، بهدف تقليص المسافة وتسهيل الربط المباشر بين المنطقتين

وقد شملت الدراسة مقطعاً طريقياً بطول 4 كلم يمتد من النقطة الكيلومترية

PK 336+000 إلى PK 340+000،

تم إنجاز دراسة هذا المشروع وفق المراحل التالية. لإنجاز

المشروع (02Variantes) اقتراح مسلكين

.دراسة المسلك المختار، وذلك من خلال تحليل الخصائص الهندسية والحركية للطريق. تقييم تكلفة إنجاز المشروع

وتقدير مختلف الأشغال اللازمة لتنفيذه

RÉSUMÉ :

Étant donné la longueur importante de la distance actuelle entre la commune de Bordj Omar Driss et la wilaya de Illizi en passant par la ville de In Amenas, il a été proposé d'étudier la réalisation d'une route de contournement directe passant par Oued Samen, dans le but de réduire la distance et de faciliter la liaison directe entre les deux régions.

L'étude porte sur un tronçon routier de 4 km, allant du point kilométrique PK 336+000 au PK 340+000.

L'étude de ce 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 long current distance between the municipality of Bordj Omar Driss and the province of Illizi, passing through the city of In Amenas, a study was proposed for the construction of a direct bypass road crossing Oued Samen, with the aim of reducing the distance and facilitating a direct connection between the two regions.

The study covers a 4 km road section extending from kilometer point PK 336+000 to PK 340+000.

This project study was carried out according to the following stages:

- Proposing two alignment alternatives (Variantes) for the project.
- Studying the selected alternative through the analysis of the road's geometric and kinematic characteristics.
- Evaluating the project construction cost and estimating the different works required for its execution.

Sommaire

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

I.1	INTRODUCTION	3
I.2	CATEGORIES DE LA ROUTE	3
I.3	PRESENTATION DU WILAYA DE ILIZI	4
I.4	PRESENTATION DU PROJET	6
I.5	OBJECTIVE DU PROJET	7

CHAPITRE II : TRACÉ EN PLAN

II.1	INTRODUCTION	9
II.2	TRACE EN PLAN	9
II.2.1	DEFINITION DU TRACE EN PLAN	9
II.2.2	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN	9
II.2.3	LES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN	10
II.3	ETUDE DES VARIANTES	11
II.3.1	DETERMINATION DES COORDONNEES DES SOMMETS	11
II.3.2	CALCUL DE GISEMENTS ET DES ANGLES AU CENTRE	11

CHAPITRE III : ETUDE DU TRAFIC

III.1	INTRODUCTION	40
III.2	ANALYSE DU TRAFIC	40
III.3	DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS	41
III.4	MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC	41
III.4.1	PROLONGATION DE L'EVOLUTION PASSEE	42
III.4.2	CORRELATION ENTRE LE TRAFIC ET LES PARAMETRES ECONOMIQUES	42
III.4.3	MODELE GRAVITAIRE	42
III.4.4	MODELE DE FACTEURS CROISSANCE	42
III.5	CALCUL DE LA CAPACITÉ	43
III.5.1	DEFINITION DE LA CAPACITE	43
III.5.2	DETERMINATION DE NOMBRE DE VOIES	43
III.5.3	CALCUL DU TRAFIC MOYEN JOURNALIER (TJMA) HORIZON	

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENT PROGRESSIVE

IV.1	DEVERS.....	48
IV.1.1	DEVERS EN ALIGNEMENT	48
IV.1.2	DEVERS VERS L'INTERIEUR DES COURBES	48
IV.1.3	DETERMINATION DES DEVERS AUX RAYONS EN PLAN.....	49
IV.2	COURBE DE RACCORDEMENT	50
IV.2.1	TYPE DE COURBE DE RACCORDEMENT	50
IV.2.2	RACCORDEMENT PROGRESSIF	51

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

V.1	DEFINITION	58
V.2	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG	58
V.3	LA LIGNE ROUGE	59
V.3.1	ELEMENTS CONSTITUANTS LA LIGNE ROUGE.....	59
V.4	COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG	63

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VI.1	INTRODUCTION.....	70
VI.2	PRINCIPE DE LA CONSTRUCTION DES CHAUSSEES	70
VI.3	LA CHAUSSEE	71
VI.3.1	LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE	72
VI.4	LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT.....	76
VI.5	DETERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC.....	78
VI.6	DETERMINATION DE LA CLASSE DU SOL	79
VI.7	LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET	79
VI.8	METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES.....	80
VI.9	APPLICATION AU PROJET	81

CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE

VII.1	INTRODUCTION.....	83
VII.2	DISTANCE DE FREINAGE	83
VII.3	TEMPS DE REACTION	84
VII.4	DISTANCE D'ARRET	85
VII.5	DISTANCE DE PERCEPTION.....	86
VII.6	MANŒUVRE DE DEPASSEMENT.....	87

CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS

VIII.1	DEFINITION	88
VIII.2	TYPES DE PROFIL EN TRAVERS.....	88
VIII.2.1	PROFIL EN TRAVERS TYPE.....	89

VIII.2.2	PROFIL EN TRAVERS COURANTS	89
VIII.3	LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS.....	89
VIII.4	APPLICATION AU PROJET	90
CHAPITRE IX : LES CUBATURES		
IX.1	INTRODUCTION.....	93
IX.2	DEFINITION	93
IX.3	CUBATURES DES TERRASSEMENTS	93
IX.4	METHODES DE CALCUL DES CUBATURES.....	93
IX.4.1	FORMULE DE SARRAUS	94
IX.4.2	METHODE DE GULDEN.....	95
IX.4.3	METHODE LINEAIRE	95
IX.5	. APPLICATION AU PROJET	95
CHAPITRE X : IMPLANTATION		
X.1	INTRODUCTION.....	107
X.2	PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES	107
X.3	IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS	107
X.3.1	PAR RAYONNEMENT	107
X.3.2	PAR INTERSECTION	107
X.3.3	PAR COORDONNEES POLAIRES	107
X.4	IMPLANTATION DE COURBES.....	107
X.4.1	RACCORDEMENT CIRCULAIRE	107
X.5	APPLICATION A NOTRE PROJET.....	109
X.5.1	IMPLANTATION DES PARTIES COURBES.....	109
X.5.2	LISTING D'IMPLANTATION PLANIMETRIQUE ET ALTIMETRIQUE DES PROFILS.....	112
CHAPITRE XI : ASSAISSEMENT		
XI.1	INTRODUCTION.....	118
XI.2	DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES.....	118
XI.2.1	NECESSITE DU DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES	118
XI.2.2	PROTECTION CONTRE LA NAPPE PHREATIQUE	119
XI.3	DEFINITIONS.....	119
XI.4	NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER.....	120
XI.5	DONNEES PLUVIOMETRIQUES	120
XI.6	DIMENSIONNEMENT DES FOSSES.....	121
XI.7	DIMENSIONNEMENT D'UN DALOT.....	121
CHAPITRE XII : SIGNALISATION		
XII.1	INTRODUCTION.....	123

XII.2	L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE	123
XII.3	CATEGORIES DE SIGNALISATION.....	123
XII.4	REGLES A RESPECTE POUR LA SIGNALISATION	123
XII.5	TYPES DE SIGNALISATION	124
XII.5.1	SIGNALISATION VERTICALE.....	124
XII.6	ECLAIRAGE.....	129
XII.6.1	INTRODUCTION	129
XII.7	CATEGORIES D'ECLAIRAGE	129

CHAPITRE XIII: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XIII.1	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE).....	131
---------------	---	-----

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION	133
BIBLIOGRAPHIE	134

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 02 : TRACE EN PLAN

Tableau 01: Coordonnées des sommets variante N°01.....	14
Tableau 02: Gisements, angles au centre et distances variante N°01	14
Tableau 03: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°01	15
Tableau 04: calcul des Déclivité cumulés variante N°01.....	16
Tableau 05 : Type de topographie	20
Tableau 06 : Sinuosité	20
Tableau 07 : Tableau d'Environnement de la route.....	20
Tableau 08 : Vitesse de référence	21
Tableau 09: Dévers.....	21
Tableau 10: Valeur du coefficient f_t	21
Tableau 11 : Valeur du coefficient F''	22
Tableau 12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	22
Tableau 13 : Récapitulatif des rayons en plan	23
Tableau 14 : les rayons en plan selon B40.....	23
Tableau 15 : Tableau de cubature approchée de la variante 01	23
Tableau 16 : Coordonnées des sommets variante N°02.....	28
Tableau 17 : Gisements, angles au centre et distances variante N°02	28
Tableau 18: Calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02	28
Tableau 19: calcul des déclivités cumulés variante N°02.....	30
Tableau 20 : Tableau de cubature approchée de la variante 02	33
Tableau 21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02.....	37

CHAPITRE 03 : ETUDE DE TRAFIC

Tableau 01: Valeurs du coefficient P	44
Tableau 02: Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement	45
Tableau 03: Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement.....	45
Tableau 04: Valeurs de capacité théorique	45

CHAPITRE 04 : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVE

Tableau 01 : Devers en fonction de l'environnement.....	49
Tableau 02 : Longueur de la clothoïde " L' "	56
Tableau 03 : Paramètres de clothoïde	57

CHAPITRE 05 : PROFIL EN LONG

Tableau 01 : Valeur de déclivité maximale	60
Tableau 02 : Récapitulatif des rayons en angle saillant	62
Tableau 03 : Rayons concaves (angle rentrant)	63

CHAPITRE 06 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Tableau 01 : Coefficient d'équivalence Des Matériaux.....	77
Tableau 02 : Classe De Trafic	79
Tableau 03 : Classe De Sol.....	79
Tableau 04 : les données de base.....	81
Tableau 05 : Epaisseur Du Corps De Chaussée.....	82

CHAPITRE 07: ETUDE CINEMATIQUE

Tableau 01: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40	84
Tableau 02 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt -perception).....	86
Tableau 03: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	87

CHAPITRE 09 : LES CUBATURES

Tableau 01 : volume cumulé de déblais et remblais	95
Tableau 02 : Calcul de volume de décapage de terre végétale	96
Tableau 03 : Calcul de cubature de terrassement.....	101

CHAPITRE 10 : IMPLANTATION

Tableau 01 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 1 ^{er} virage ».....	110
Tableau 02 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 2 ^{ème} virage »	110
Tableau 03 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 3 ^{ème} virage »	111
Tableau 04 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 4 ^{ème} virage ».....	111
Tableau 05 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 5 ^{ème} virage ».....	112
Tableau 06 : Listing d'implantation des points d'axe.....	112

CHAPITRE 12 : SIGNALISATION

Tableau 01: Modulation des lignes discontinues.....	127
--	-----

CHAPITRE 13 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)

Tableau 01: Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)	131
---	-----

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 01 : PRESENTATION DU PROJET

Figure 01 : projet global	4
Figure 02: Carte de Réseau routier de la wilaya de relizane.....	7

CHAPITRE 02 : TRACE EN PLAN

Figure 01: les éléments d'un tracé en plan.....	10
Figure 02 : détermination de l'angle au centre	12

CHAPITRE 04 : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVE

Figure 01 : éléments d'un clothoïde	51
Figure 02: Clothoïde	52

CHAPITRE 05 : PROFIL EN LONG

Figure 01 : Profil en long.....	58
---------------------------------	----

CHAPITRE 06 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Figure 01: La Constitution d'une Chaussée	71
Figure 02 : Chaussée Souple.....	74
Figure 03 : Chaussée Semi-Rigides	74
Figure 04 : Chaussée Rigide	75
Figure 05 : Les Différentes Catégories De Chaussée.....	75
Figure 06 : Les Démarches Du Catalogue	80
Figure 07 : Corps De Chaussée.....	81

CHAPITRE 07: ETUDE CINEMATIQUE

Figure 01 : La distance d'arrêt.....	85
Figure 02: Distance de perception.....	86

CHAPITRE 08 : Profile En Travers

Figure 01 : Profil en travers de notre projet.....	88
Figure 02: Les éléments constitutifs du profil en travers.	89
Figure 03 : Profil en travers type.....	91
Figure 04 : Dimensions du fossé.....	91

CHAPITRE 09 : LES CUBATURES

Figure 01 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné	93
Figure 02: Schéma représentant la surface entre profil.....	

CHAPITRE 10 : IMPLANTATION

Figure 01 : Implantation partie circulaire.....	108
Figure 02 : Coordonnées polaires.....	108
Figure 03 : Méthode d'implantation.....	109

CHAPITRE 11 : ASSAINISSEMENT

Figure 01 : Dimensionnement des fossés	121
Figure 02 : Dimensionnement d'un dalot	121

CHAPITRE 12 : SIGNALISATION

Figure 01 : Les signaux de danger.....	125
Figure 02 : Les signaux d'interdiction de type C.....	125
Figure 03 : Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement	126
Figure 04 : Types de modulation.....	127
Figure 05 : Les lignes transversales.....	128
Figure 06 : Paramètre de l'implantation.....	130

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Un réseau routier est un ensemble de routes interconnectées qui permettent aux personnes et aux biens de passer en tant que secteur important de l'économie. Participer et contribuer efficacement au processus de création de richesse dans un pays. En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic de marchandises et voyageurs. Afin de fluidifier le trafic l'état a opté pour un programme portant sur la réalisation des tracés routiers neufs et des mises à niveau des routes existantes.

Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière.

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste à étudier en avant-projet sommaire et en avant-projet détaillé d'un tronçon routier reliant Oued Samene à Bordj Omar Driss (du PK 336+000 au PK 340+000). Vu la longue distance actuelle entre la commune de Bordj Omar Driss et le chef-lieu de la wilaya d'Illizi (via In Amenas) , nous avons opté pour l'étude d'un évitement direct passant par Oued Samene pour réduire le temps de parcours.

C'est dans ce contexte que nous essaierons dans le présent mémoire, d'axer notre étude de conception tout en respectant les normes du B40. Ces normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent. La première partie sera consacrée à la phase APS « Avant-Projet Sommaire » où deux variantes seront traitées. Après comparaison de ces deux variantes on optera pour celle qui présentera plus d'avantage et fera objet de l'étude en APD « Avant-Projet Détaillé ».

Les études de conception vont permettre de mettre au point les modalités pratiques qui permettront sa construction. Elle impose bien des études préalables pour définir : nombre de voies, dimensions et structure de la chaussée, caractéristiques de la couche de surface.

CHAPITRE : I

PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE I:

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 plateforme 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 lourds 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'Ilizi 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'Ilizi, 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

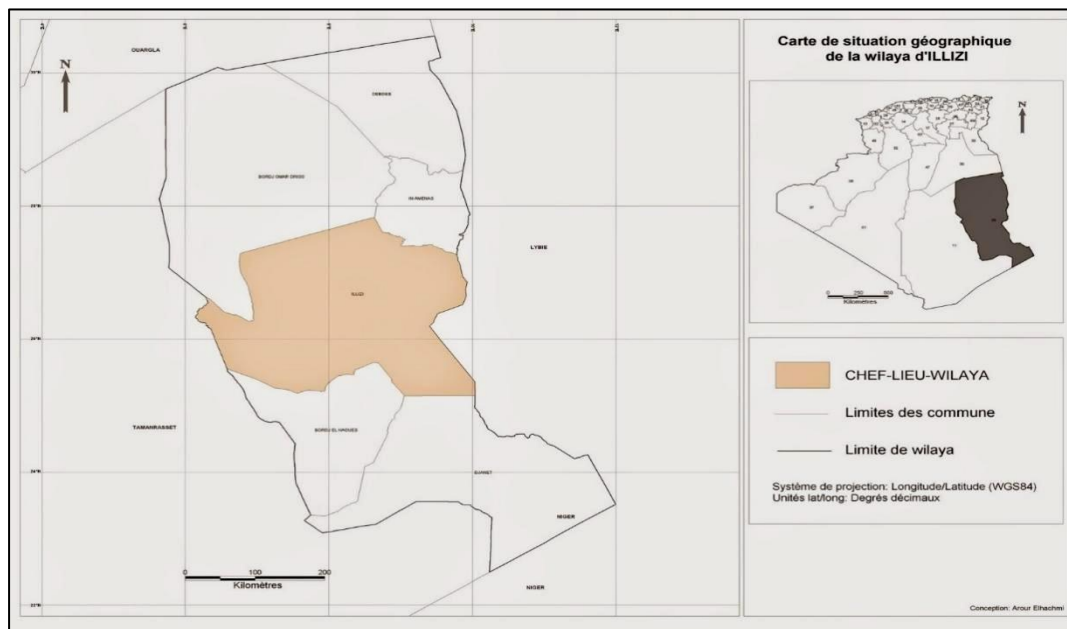


FIGURE.I. 1: Carte de situation géographique de la wilaya d'Ilizi

Relief

La wilaya d'Ilizi 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'Ilizi 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.

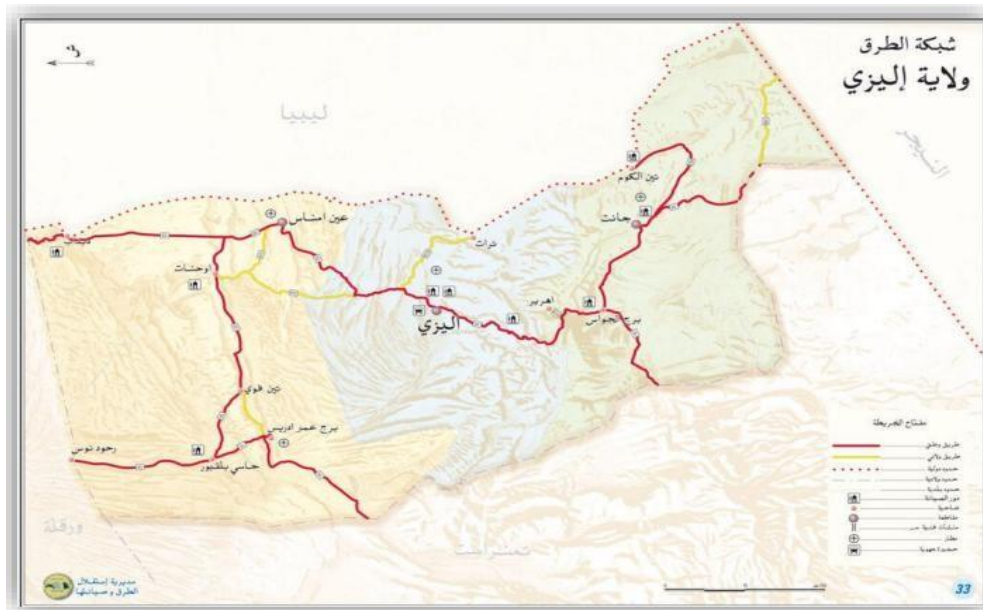


FIGURE.I. 2: Carte de Réseau routier de la wilaya de d'illizi

➤ 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 336+000 au PK 340+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.

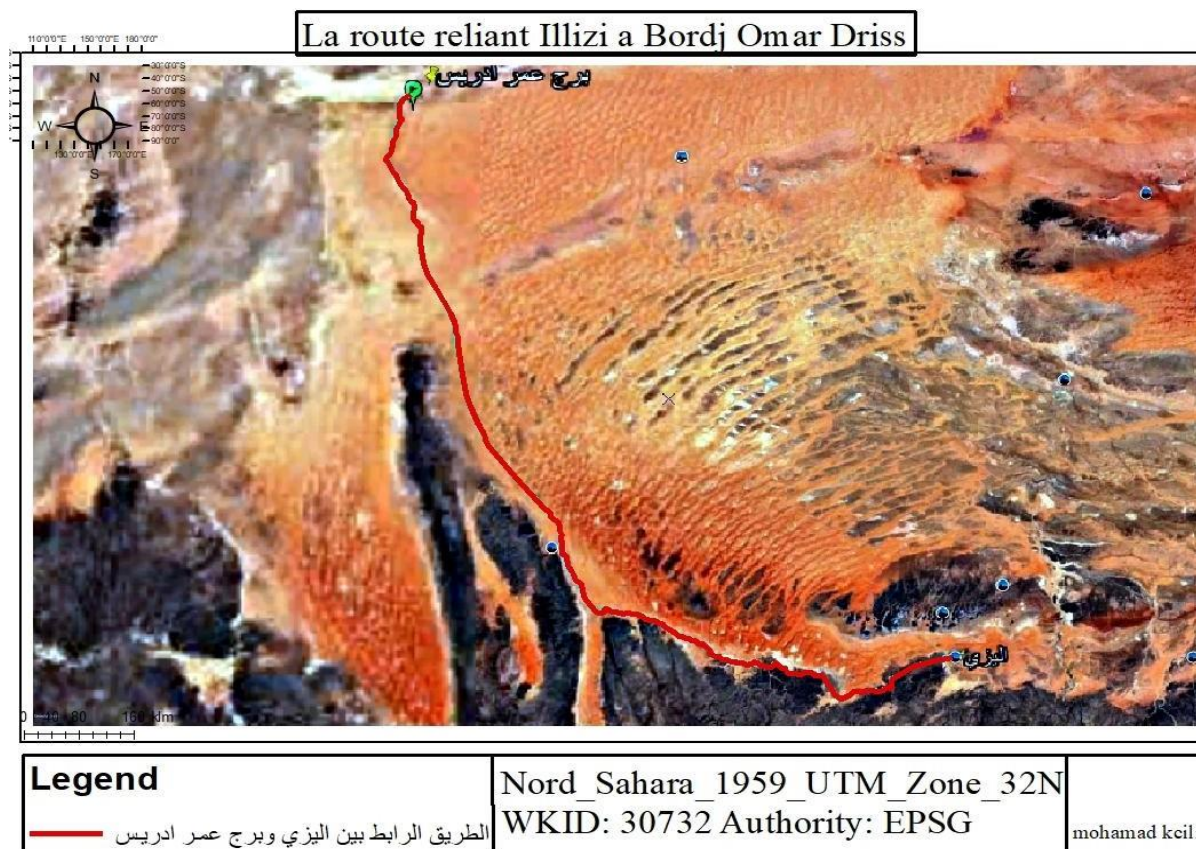


FIGURE.I. 3:Tracé global du projet (Illizi - Bordj Omar Driss)

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 Samene 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 Données de Base ;

Catégorie de la route : Catégorie 3

Le Trafic :

TJMA 2023 : 3800V/J

Pourcentage de Poids Lourds : $Z = 35\%$

Le Taux d'accroissement : $t = 4\%$

Durée d'Etude et Mise en service : 3 ans

Durée de vie : 10 ans

L'Indice CBR = 7



ETUDE EN APS (étude deux variante)

➤ TRACÉ EN PLAN

- **Variante 01**
- **Variante 02**

Chapitre : II

TRACÉ EN PLAN

CHAPITRE II

I TRACÉ EN PLAN

I.1 INTRODUCTION :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route, il est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes ; il est caractérisé par la vitesse de référence appelé ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part ; elle se fait à l'aide de clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessiter de sécurité et de confort des usagers de la route.

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 une bonne sécurité.

I.2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :

- Appliquer les normes du B40 .
- 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 lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.

I.2.3 Les éléments de tracé en plan :

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

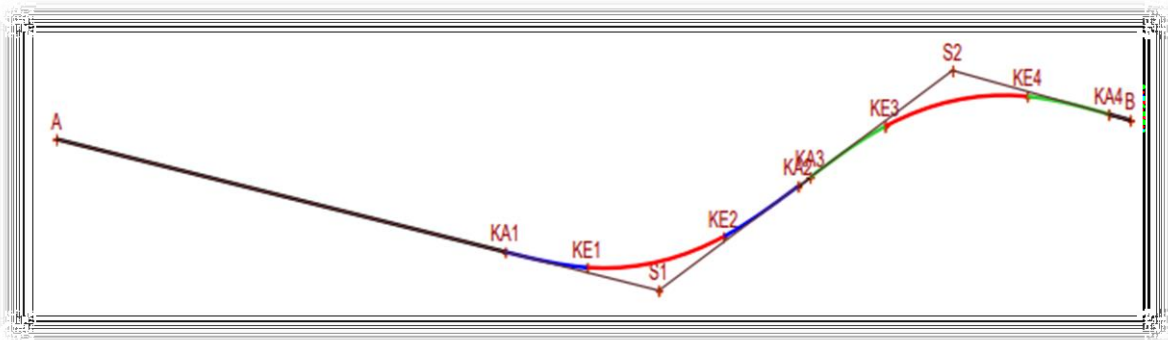


Figure 01: les éléments d'un tracé en plan

a. Alignements :

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

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

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

$$L_{\min} = 5 V \text{ et } V \text{ en (m/s)}$$

$$L_{\max} = 60 V \text{ et } V \text{ en (m /s)}$$

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 ETUDE DES VARIANTES :

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 :

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

b) Distance :

La distance AS est donnée par la relation :

$$D_{AS} = \sqrt{(X_s - X_a)^2 + (Y_s - Y_a)^2}$$

C) L'angle au centre :

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

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

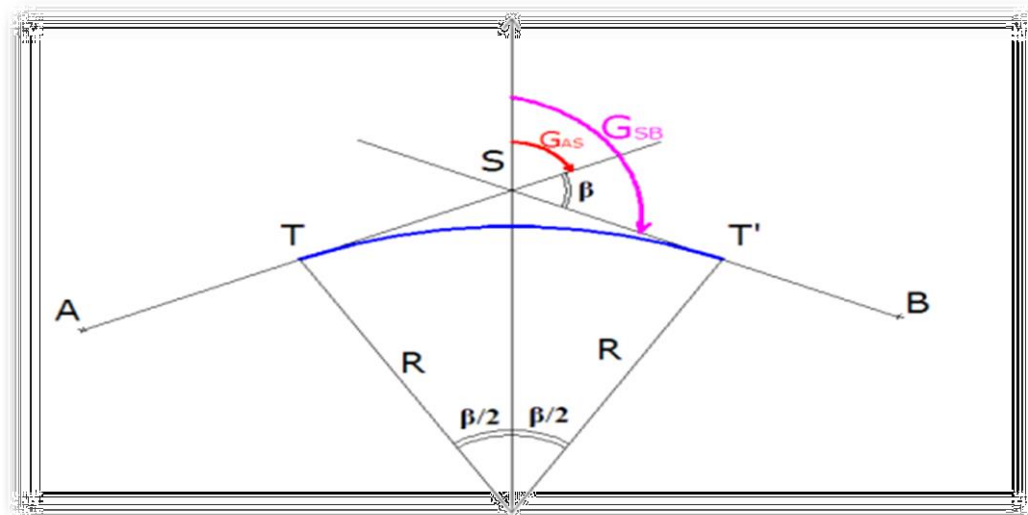


Figure 02 : détermination de l'angle au centre

Etude de la Variante N°01

I.3.2.1 Calcul de la variante N° 01:

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

N°	X(m)	Y(m)	RAYON(m)
01	295521,1710	3014082,1848	
02	295430,0440	3014569,4750	1800
03	295344,3520	3015153,2000	2200
04	295273,3810	3015815,3580	1600
05	295224,5013	3016135,8088	950
06	295111,0627	3016618,8827	5000
07	294962,3420	3017329,3620	1200
08	294884,8310	3017657,1470	1000
09	294915,6257	3018021,1064	

Tableau 01: Coordonnées des sommets variante N°01

- Gisements, angles au centre et distances :

ΔX et ΔY		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)	
ΔX	-91,127	$G_{1,2}$	388,230	β_1	2,4899	D_1	495,737
ΔY	487,290						
ΔX	-85,692	$G_{2,3}$	390,720	β_2	2,4820	D_2	589,980
ΔY	583,725						
ΔX	-70,971	$G_{3,4}$	393,202	β_3	2,8389	D_3	665,949
ΔY	662,158						
ΔX	-48,879	$G_{4,5}$	390,363	β_4	5,0471	D_4	324,155
ΔY	320,451						
ΔX	-113,438	$G_{5,6}$	385,316	β_5	1,5471	D_5	496,211
ΔY	483,074						
ΔX	-148,720	$G_{6,7}$	386,864	β_6	1,6462	D_6	725,875
ΔY	710,479						
ΔX	-77,511	$G_{7,8}$	385,217	β_7	20,1562	D_7	336,824
ΔY	327,785						
ΔX	30,794	$G_{8,9}$	5,373			D_8	365,260
ΔY	363,959						

Tableau 02: Gisements, angles au centre et distances variante N°01

- Calcul des paramètres des raccordements circulaires :

c. Bissectrice :

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

d. La développée :

$$D = R\beta(\text{rd})$$

$$D = \frac{\pi R\beta(\text{dgr})}{180}$$

$$D = \frac{\pi R\beta(\text{grad})}{200}$$

e. La flèche:

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

f. La tangente:

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

Angle au centre (gr)	Rayon(m)	Tangente(m)	Développée(m)	La flèche(m)	Bissectrice(m)
2,4899	1800	35,204	70,401	0,344	0,344
2,4820	2200	42,891	85,772	0,417	0,418
2,8389	1600	35,680	71,350	0,397	0,397
5,0471	950	37,677	75,316	0,746	0,746
1,5471	5000	60,757	121,513	0,369	0,369
1,6462	1200	15,515	31,030	0,100	0,100
20,1562	1000	159,642	316,613	12,50	12,66
		Σ_{RC}	771,994		

Tableau 03: calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°01

- Les longueurs de tracé :

a. La longueur totale des alignements droits mesurée LAD :

$$AD_1 = 495,737 - 35,204 = 460,533 \text{ m}$$

$$AD_2 = 589,980 - (35,204 + 42,891) = 511,885 \text{ m}$$

$$AD_3 = 665,949 - (42,891 + 35,680) = 587,378 \text{ m}$$

$$AD_4 = 324,155 - (35,680 + 37,677) = 250,798 \text{ m}$$

$$AD_5 = 496,211 - (37,677 + 60,757) = 397,777 \text{ m}$$

$$AD_6 = 725,875 - (60,757 + 15,515) = 649,603 \text{ m}$$

$$AD_7 = 336,824 - (15,515 + 159,642) = 161,667 \text{ m}$$

$$AD_8 = 365,260 - 159,642 = 205,618 \text{ m}$$

$$L_{AD} = \Sigma AD = 3225,259 \text{ m}$$

b. La longueur totale des arcs de cercles calculées :

$$L_C = \Sigma R_C = \Sigma D = 771,994 \text{ m}$$

c. La longueur totale de trace mesurée :

$$L_T = \Sigma R_C + \Sigma AD = 3225,259 + 771,994$$

$$L_T = 3997,253 \text{ m}$$

- Pourcentage Des Alignements Droits Et Courbes :

a. **Pourcentage des Alignements :**

$$\% \text{ alignements droits} = L_{AD} / L_T = 3225,259 / 3997,253 = \mathbf{80,68 \%}$$

b. **Pourcentage des courbes :**

$$\% \text{ Courbes} = L_C / L_T = 771,994 / 3997,253 = \mathbf{19,31 \%}$$

- Déclivité cumulée :

N°	Distance (m)		Z (m)	Dénivelé (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00		415,952	
2	25,00	25,00	415,783	-0,169
3	50,00	25,00	415,902	0,119
4	75,00	25,00	416,065	0,163
5	100,00	25,00	416,161	0,096
6	125,00	25,00	416,148	-0,013
7	150,00	25,00	416,265	0,117
8	175,00	25,00	416,279	0,014
9	200,00	25,00	416,151	-0,128
10	225,00	25,00	415,925	-0,226
11	250,00	25,00	415,732	-0,193
12	275,00	25,00	415,636	-0,096
13	300,00	25,00	415,556	-0,08
14	325,00	25,00	415,450	-0,106
15	350,00	25,00	415,350	-0,100
16	375,00	25,00	415,210	-0,140
17	400,00	25,00	415,172	-0,038
18	425,00	25,00	415,349	0,177
19	450,00	25,00	415,366	0,017
20	460,533	10,533	415,415	0,049
21	475,00	14,467	415,486	0,071
22	500,00	25,00	415,579	0,093
23	525,00	25,00	415,483	-0,096
24	530,934	5,934	415,425	-0,058
25	550,00	10,066	415,395	-0,03
26	575,00	25,00	415,310	-0,085
27	600,00	25,00	415,120	-0,19
28	625,00	25,00	415,095	-0,025
29	650,00	25,00	415,151	0,056
30	675,00	25,00	415,104	-0,047

31	700,00	25,00	414,980	-0,124
32	725,00	25,00	415,086	0,106
33	750,00	25,00	415,308	0,222
34	775,00	25,00	415,083	-0,225
35	800,00	25,00	415,290	0,207
36	825,00	25,00	415,091	-0,199
37	850,00	25,00	415,022	-0,069
38	875,00	25,00	415,075	0,053
39	900,00	25,00	415,568	0,493
40	925,00	25,00	415,600	0,032
41	950,00	25,00	415,483	-0,117
42	975,00	25,00	415,550	0,067
43	1000,00	25,00	415,452	-0,098
44	1025,00	25,00	415,235	-0,217
45	1042,819	17,819	415,232	-0,003
46	1050,00	7,181	415,215	-0,017
47	1075,00	25,00	415,071	-0,144
48	1100,00	25,00	414,733	-0,338
49	1125,00	25,00	414,853	0,120
50	1128,59	3,59	414,856	0,003
51	1150,00	21,41	414,800	-0,056
52	1175,00	25,00	414,900	0,100
53	1200,00	25,00	415,043	0,143
54	1225,00	25,00	415,303	0,260
55	1250,00	25,00	415,639	0,336
56	1275,00	25,00	415,336	-0,303
57	1300,00	25,00	415,358	0,022
58	1325,00	25,00	415,514	0,156
59	1350,00	25,00	415,495	-0,019
60	1375,00	25,00	415,554	0,059
61	1400,00	25,00	415,459	-0,095
62	1425,00	25,00	415,072	-0,387
63	1450,00	25,00	414,901	-0,171
64	1475,00	25,00	415,073	0,172
65	1500,00	25,00	414,686	-0,387
66	1525,00	25,00	415,041	0,355
67	1550,00	25,00	414,910	-0,131
68	1575,00	25,00	414,918	0,008
69	1600,00	25,00	414,840	-0,078
70	1625,00	25,00	415,092	0,252

71	1650,00	25,00	415,106	0,014
72	1675,00	25,00	414,928	-0,178
73	1700,00	17,56	415,022	0,094
74	1715,969	15,969	415,472	0,45
75	1725,00	9,031	415,678	0,206
76	1750,00	25,00	415,491	-0,187
77	1775,00	25,00	415,323	-0,168
78	1787,319	12,319	415,335	0,012
79	1800,00	12,681	415,664	0,329
80	1825,00	25,00	415,470	-0,194
81	1850,00	25,00	415,545	0,075
82	1875,00	25,00	415,779	0,234
83	1900,00	25,00	415,455	-0,324
84	1925,00	25,00	415,561	0,106
85	1950,00	25,00	415,586	0,025
86	1975,00	25,00	415,841	0,255
87	2000,00	25,00	416,267	0,426
88	2025,00	25,00	415,986	-0,281
89	2038,117	13,117	415,998	0,012
90	2050,00	11,843	415,995	-0,003
91	2075,00	25,00	415,776	-0,219
92	2100,00	25,00	415,665	-0,111
93	2113,433	13,433	415,626	-0,039
94	2125,00	11,567	415,591	-0,035
95	2150,00	25,00	415,426	-0,165
96	2175,00	25,00	415,521	0,095
97	2200,00	25,00	415,385	-0,136
98	2225,00	25,00	415,357	-0,028
99	2250,00	25,00	415,399	0,042
100	2275,00	25,00	415,347	-0,052
101	2300,00	25,00	415,243	-0,104
102	2325,00	25,00	415,224	-0,019
103	2350,00	25,00	415,253	0,029
104	2375,00	25,00	415,307	0,054
105	2400,00	25,00	415,377	0,070
106	2425,00	25,00	415,308	-0,069
107	2450,00	25,00	415,512	0,204
108	2475,00	25,00	415,436	-0,076
109	2500,00	25,00	415,356	-0,080
110	2511,211	11,211	415,403	0,047

111	2525,00	13,789	415,436	0,033
112	2550,00	25,00	415,366	-0,07
113	2575,00	25,00	415,412	0,046
114	2600,00	25,00	415,370	-0,042
115	2625,00	25,00	415,418	0,048
116	2632,723	7,723	415,361	-0,057
117	2650,00	17,277	415,212	-0,149
118	2675,00	25,00	414,929	-0,283
119	2700,00	25,00	414,841	-0,088
120	2725,00	25,00	414,826	-0,015
121	2750,00	25,00	414,771	-0,055
122	2775,00	25,00	414,743	-0,028
123	2800,00	25,00	414,760	0,017
124	2825,00	25,00	414,830	0,07
125	2850,00	25,00	414,827	-0,003
126	2875,00	25,00	414,853	0,26
127	2900,00	25,00	414,906	0,053
128	2925,00	25,00	414,992	0,086
129	2950,00	25,00	414,037	0,045
130	2975,00	25,00	415,065	0,028
131	3000,00	25,00	414,801	-0,264
132	3025,00	25,00	414,777	-0,024
133	3050,00	25,00	414,795	0,018
134	3075,00	25,00	414,750	-0,045
135	3100,00	25,00	414,970	0,220
136	3125,00	25,00	415,024	0,054
137	3150,00	25,00	414,999	-0,025
138	3175,00	25,00	414,890	-0,109
139	3200,00	25,00	414,711	-0,179
140	3225,00	25,00	414,692	-0,019
141	3250,00	25,00	414,821	0,129
142	3275,00	25,00	414,873	0,052
143	3282,326	7,326	414,913	0,040
144	3300,00	17,674	415,005	0,092
145	3313,356	13,356	415,099	0,094
146	3325,00	11,644	415,208	0,109
147	3350,00	25,00	415,483	0,275
148	3375,00	25,00	415,690	0,207
149	3400,00	25,00	415,742	0,052
150	3425,00	25,00	415,565	-0,177
151	3450,00	25,00	415,336	-0,229
152	3475,00	25,00	415,180	-0,156
153	3475,023	0,023	415,180	0,00
154	3500,00	24,977	415,002	-0,178
155	3525,00	25,00	414,889	-0,113

156	3550,00	25,00	414,873	-0,016
157	3575,00	25,00	415,158	0,285
158	3600,00	25,00	415,534	0,376
159	3625,00	25,00	416,135	0,601
160	3650,00	25,00	415,841	-0,294
161	3675,00	25,00	415,617	-0,224
162	3700,00	25,00	415,624	0,007
163	3725,00	25,00	415,654	0,03
164	3750,00	25,00	415,632	-0,022
165	3775,00	25,00	415,858	0,226
166	3791,636	16,636	415,420	-0,438
167	3800,00	8,364	414,876	-0,544
168	3825,00	25,00	414,682	-0,194
169	3850,00	25,00	414,830	0,148
170	3875,00	25,00	414,862	0,032
171	3900,00	25,00	414,844	-0,018
172	3925,00	25,00	414,810	-0,034
173	3950,00	25,00	414,800	-0,01
174	3975,00	25,00	414,661	-0,139
175	3997,253	18,47	414,533	-0,128
L_T		3997,253	H	1,419
H/LT				0,00035
H/LT%				0,035

Tableau 04: calcul des Déclivité cumulés variante N°01

DC=0,035%.

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

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

Tableau 05 : Type de topographie

DC=0,035% $\leq$ 1.5% $\longrightarrow$ 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 itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité

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

Tableau 06 : Sinuosité

$$\sigma = \frac{L_s}{L} \implies \text{Sinuosité faible}$$

$$L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m}) \quad L_s = 0 \text{ m}$$

L_s : la somme des développées des rayons inférieurs ou égaux à 200 m

• **Environnement :**

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

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

Tableau 07 : Tableau d'Environnement de la route

- Dénivelée cumulée : $D_c = 0.035\% \leq 1,5\%$ (**terrain plat**)
- Sinuosité : $\sigma = 0$ (**sinuosité faible**) $\Longrightarrow$ **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 déterminer la vitesse de référence.

		Environnement		
		E1	E2	E3
Catégorie	Cat 01	120-100-80	100-80-60	80-60-40
	Cat 02	120-100-80	100-80-60	80-60-40
	Cat 03	120-100- 80	100-80-60	80-60-40
	Cat 04	100-80-60	80-60-40	60-40
	Cat 05	80-60-40	60-40	40

Tableau 08: Vitesse de référence

❖ Cat 03 et E 01 $\Longrightarrow$ $V_r = 80$ km/h

- Détermination des dévers $d_{\max}$ et $d_{\min}$:

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

Tableau 09: Dévers

- Détermination du coefficient transversal f_t :

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

Tableau 10: Valeur du coefficient f_t

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

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

Tableau 11 : Valeur du coefficient F''

- Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques :

$d_{\max}$	8%
$d_{\min}$	-3%
F_t	0,15
$d_n = d_{\max} - 2\%$	0,06
F''	0,07

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

Calcul des Rayons en Plan

1) Rayon Horizontal minimal absolu :

$$RH_m = \frac{V_r^2}{127(ft + d_{\max})} \implies RH_m = \frac{80^2}{127(0,15 + 0,08)}$$

$$RH_m = 219,10 \text{ m}$$

2) Rayon Minimal Normal :

$$RH_n = \frac{(V_r + 20)^2}{127(ft + d_n)} \implies RH_n = \frac{(80 + 20)^2}{127(0,15 + 0,06)}$$

$$RH_n = 374,953 \text{ m}$$

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

3) 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 V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé $d_{\min} = 3\%$.

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times dmin} \longrightarrow RHd = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0,03}$$

$$RHd = 839,90 \text{ m}$$

4) 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).

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f'' - dmin)} \longrightarrow RHnd = \frac{80^2}{127(0,07 - 0,03)}$$

$$\longrightarrow RHnd = 1259,84 \text{ m}$$

Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants

Les Rayons	RHm	RHn	RHd	RHnd
Les Valeurs	219,10 m	374,953 m	839,90 m	1259,84 m

Tableau 13 : Récapitulatif des rayons en plan

En comparant les résultats ci-dessus avec les valeurs B040 on aura

RHm	RHn	RHd	RHnd
220 m	375 m	800 m	1200 m

Tableau 14 : les rayons en plan selon B40

- Calcul de cubature approchée de la variante N°01 :

N°	Distance Cumulée (m)	Longueur Application (m)	Déblai		Remblai	
			Surface (m ²)	Volume (m ³)	Surface (m ²)	Volume (m ³)
1	0,00	12,50	7,39	92,339	00,00	00,00
2	25,00	25,00	6,49	162,351	00,00	00,00
3	50,00	25,00	9,46	236,595	00,00	00,00
4	75,00	25,00	13,35	333,744	00,00	00,00
5	100,00	25,00	16,41	410,303	00,00	00,00
6	125,00	25,00	18,12	453,099	00,00	00,00
7	150,00	25,00	22,49	562,248	00,00	00,00
8	175,00	25,00	24,90	622,547	00,00	00,00
9	200,00	25,00	23,07	576,636	00,00	00,00
10	225,00	25,00	22,29	557,142	00,00	00,00
11	250,00	25,00	20,70	517,456	00,00	00,00
12	275,00	25,00	20,86	521,438	00,00	00,00
13	300,00	25,00	20,91	522,660	00,00	00,00
14	325,00	25,00	20,67	516,752	00,00	00,00
15	350,00	25,00	20,10	502,530	00,00	00,00
16	375,00	25,00	18,92	472,928	00,00	00,00
17	400,00	25,00	19,28	481,937	00,00	00,00
18	425,00	25,00	23,79	594,867	00,00	00,00
19	450,00	17,766	24,49	435,052	00,00	00,00
20	460,53	12,500	24,91	311,316	00,00	00,00
21	475,00	19,734	25,60	505,188	00,00	00,00
22	500,00	25,00	27,61	690,372	00,00	00,00
23	525,00	15,467	24,99	386,579	00,00	00,00
24	530,934	12,50	24,16	302,045	00,00	00,00
25	550,00	22,033	24,85	547,432	00,00	00,00
26	575,00	25,00	21,44	536,018	00,00	00,00
27	600,00	25,00	17,41	435,205	00,00	00,00
28	625,00	25,00	16,56	413,911	00,00	00,00
29	650,00	25,00	15,73	393,237	00,00	00,00
30	675,00	25,00	13,37	334,156	00,00	00,00
31	700,00	25,00	10,50	262,521	00,00	00,00
32	725,00	25,00	10,24	255,916	00,00	00,00
33	750,00	25,00	10,88	271,934	00,00	00,00
34	775,00	25,00	7,43	185,778	00,00	00,00
35	800,00	25,00	7,68	191,909	00,00	00,00
36	825,00	25,00	2,48	62,055	00,01	0,198
37	850,00	25,00	0,39	9,859	0,21	5,213
38	875,00	25,00	0,11	2,732	0,76	18,973
39	900,00	25,00	3,62	90,457	0,01	0,265
40	925,00	25,00	2,76	69,074	0,00	0,05

41	950,00	25,00	0,32	8,001	0,17	4,321
42	975,00	25,00	0,31	7,650	0,24	6,081
43	1000,00	25,00	0,04	1,064	1,66	41,520
44	1025,00	21,409	00,00	00,00	5,11	109,326
45	1042,819	12,500	00,00	00,00	5,57	69,673
46	1050,00	16,091	00,00	00,00	5,75	92,520
47	1075,00	25,00	00,00	00,00	7,94	198,420
48	1100,00	25,00	00,00	00,00	12,32	307,958
49	1125,00	14,295	00,00	00,00	10,42	148,932
50	1128,59	12,50	00,00	00,00	10,38	129,740
51	1150,00	23,205	00,00	00,00	10,91	253,105
52	1175,00	25,00	00,00	00,00	8,80	220,031
53	1200,00	25,00	00,00	00,00	6,18	154,601
54	1225,00	25,00	0,09	2,288	2,25	56,339
55	1250,00	25,00	2,32	57,971	0,02	0,566
56	1275,00	25,00	0,67	16,734	0,12	2,885
57	1300,00	25,00	2,04	51,009	0,02	0,408
58	1325,00	25,00	6,39	159,842	0,00	0,00
59	1350,00	25,00	7,97	199,280	0,00	0,00
60	1375,00	25,00	10,35	258,752	0,00	0,00
61	1400,00	25,00	10,85	271,373	0,00	0,00
62	1425,00	25,00	6,81	170,327	0,00	0,00
63	1450,00	25,00	6,17	154,358	0,00	0,00
64	1475,00	25,00	9,71	242,772	0,00	0,00
65	1500,00	25,00	6,87	171,833	0,00	0,00
66	1525,00	25,00	13,35	333,828	0,00	0,00
67	1550,00	25,00	13,44	336,040	0,00	0,00
68	1575,00	25,00	14,94	373,376	0,00	0,00
69	1600,00	25,00	15,59	389,823	0,00	0,00
70	1625,00	25,00	20,74	518,503	0,00	0,00
71	1650,00	25,00	22,16	553,981	0,00	0,00
72	1675,00	25,00	20,50	512,450	0,00	0,00
73	1700,00	20,484	22,73	465,658	00,00	00,00
74	1715,969	12,50	28,87	360,901	00,00	00,00
75	1725,00	17,016	31,61	537,834	00,00	0,00
76	1750,00	25,00	29,79	744,689	0,00	0,00
77	1775,00	18,659	26,60	496,263	0,00	0,00
78	1787,319	12,500	26,18	327,258	0,00	0,00
79	1800,00	18,841	30,84	580,961	0,00	0,00
80	1825,00	25,00	26,08	652,030	0,00	0,00
81	1850,00	25,00	25,94	648,483	0,00	0,00
82	1875,00	25,00	27,59	689,658	0,00	0,00
83	1900,00	25,00	20,23	505,695	0,00	0,00
84	1925,00	25,00	19,43	485,756	0,00	0,00
85	1950,00	25,00	17,07	426,655	0,00	0,00

86	1975,00	25,00	18,67	466,662	0,00	0,00
87	2000,00	25,00	22,69	567,342	0,00	0,00
88	2025,00	19,059	15,43	293,988	0,00	0,00
89	2038,117	12,500	14,67	183,341	0,00	0,00
90	2050,00	18,441	13,97	257,594	0,00	0,00
91	2075,00	25,00	10,14	253,455	0,00	0,00
92	2100,00	19,217	8,37	160,911	0,00	0,00
93	2113,433	12,500	8,09	101,144	0,00	0,00
94	2125,59	18,283	7,98	145,844	0,00	0,00
95	2150,00	25,00	7,03	175,674	00,00	0,00
96	2175,00	25,00	10,03	250,641	0,00	0,00
97	2200,00	25,00	10,04	251,097	0,00	0,00
98	2225,00	25,00	11,62	290,579	0,00	0,00
99	2250,00	25,00	14,34	358,541	0,00	0,00
100	2275,00	25,00	15,54	388,567	0,00	0,00
101	2300,00	25,00	15,81	395,327	0,00	0,00
102	2325,00	25,00	17,21	430,291	00,00	0,00
103	2350,00	25,00	19,85	496,157	0,00	0,00
104	2375,00	25,00	22,30	557,524	0,00	0,00
105	2400,00	25,00	24,51	612,781	0,00	0,00
106	2425,00	25,00	25,36	633,954	0,00	0,00
107	2450,00	25,00	29,59	739,663	0,00	0,00
108	2475,00	25,00	29,17	729,187	0,00	0,00
109	2500,00	18,105	28,75	520,516	0,00	0,00
110	2511,211	12,500	29,30	366,249	0,00	0,00
111	2525,00	19,395	29,82	578,29	0,00	0,00
112	2550,00	25,00	29,46	736,607	0,00	0,00
113	2575,00	25,00	31,15	778,762	0,00	0,00
114	2600,00	25,00	29,73	743,183	0,00	0,00
115	2625,00	16,362	30,18	493,802	0,00	0,00
116	2632,723	12,500	29,15	364,389	0,00	0,00
117	2650,00	21,138	26,27	555,393	0,00	0,00
118	2675,00	25,00	20,82	520,555	0,00	0,00
119	2700,00	25,00	18,42	460,462	0,00	0,00
120	2725,00	25,00	17,13	428,143	0,00	0,00
121	2750,00	25,00	14,90	372,591	0,00	0,00
122	2775,00	25,00	12,90	322,604	0,00	0,00
123	2800,00	25,00	11,58	289,532	0,00	0,00
124	2825,00	25,00	10,85	271,303	0,00	0,00
125	2850,00	25,00	9,06	226,480	0,00	0,00
126	2875,00	25,00	7,54	188,466	0,00	0,00
127	2900,00	25,00	6,47	161,711	0,00	0,00
128	2925,00	25,00	5,80	144,928	0,00	0,00
129	2950,00	25,00	4,18	104,415	0,00	0,00
130	2975,00	25,00	2,41	60,223	0,01	0,359

131	3000,00	25,00	0,00	0,00	1,86	46,539
132	3025,00	25,00	0,00	0,00	3,62	90,399
133	3050,00	25,00	0,00	0,00	4,97	124,251
134	3075,00	25,00	0,00	0,00	6,98	174,511
135	3100,00	25,00	0,00	0,00	5,88	147,108
136	3125,00	25,00	0,00	0,00	6,67	166,833
137	3150,00	25,00	0,00	0,00	8,29	207,300
138	3175,00	25,00	0,00	0,00	11,01	275,294
139	3200,00	25,00	0,00	0,00	14,25	356,336
140	3225,00	25,00	0,00	0,00	15,45	386,329
141	3250,00	25,00	0,00	0,00	14,21	355,371
142	3275,00	16,163	0,00	0,00	13,68	221,155
143	3282,326	12,500	0,00	0,00	13,20	165,011
144	3300,00	15,515	0,00	0,00	12,07	187,338
145	3313,356	12,500	0,00	0,00	10,75	134,432
146	3325,00	18,322	0,00	0,00	9,35	171,380
147	3350,00	25,00	0,00	0,00	5,52	138,072
148	3375,00	25,00	0,00	0,00	2,55	63,666
149	3400,00	25,00	0,06	1,549	1,43	35,679
150	3425,00	25,00	0,00	0,00	0,97	62,417
151	3450,00	25,00	0,00	0,00	2,09	108,904
152	3475,00	12,511	0,00	0,00	2,62	65,826
153	3475,023	12,500	0,00	0,00	2,62	65,774
154	3500,00	24,989	0,00	0,00	2,78	143,966
155	3525,00	25,00	0,00	0,00	2,77	142,683
156	3550,00	25,00	0,00	0,00	1,73	101,678
157	3575,00	25,00	0,54	13,616	0,04	2,754
158	3600,00	25,00	7,83	195,693	00,00	0,00
159	3625,00	25,00	17,18	429,609	0,00	0,00
160	3650,00	25,00	15,87	396,734	0,00	0,00
161	3675,00	25,00	14,38	359,513	0,00	0,00
162	3700,00	25,00	16,14	403,415	0,00	0,00
163	3725,00	25,00	18,42	460,610	0,00	0,00
164	3750,00	25,00	19,85	496,313	0,00	0,00
165	3775,00	20,818	25,64	533,845	0,00	0,00
166	3791,636	12,500	19,56	244,457	0,00	0,00
167	3800,00	16,682	11,70	195,123	0,00	0,00
168	3825,00	25,00	10,49	262,166	0,00	0,00
169	3850,00	25,00	14,41	360,191	0,00	0,00
170	3875,00	25,00	16,83	420,857	0,00	0,00
171	3900,00	25,00	18,25	456,132	0,00	0,00
172	3925,00	25,00	19,49	487,139	0,00	0,00
173	3950,00	25,00	21,01	525,269	0,00	0,00
174	3975,00	23,627	20,73	489,788	0,00	0,00
175	3997,253	11,127	20,30	225,885	0,00	0,00

Tableau 15 : Tableau de cubature approchée de la variante 01

-
- ❖ Longueur Totale du Tracé de la variante 01: **3997,253 m**
 - ❖ Déblai Total de la variante 01: **50930,182 m³**
 - ❖ Remblai Total de la variante 01: **5962,493 m³**

Etude de la Variante N°02

I.3.2.2 Calcul de la variante N°02 :

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

N°	X(m)	Y(m)	
01	295521,1710	3014082,1848	RAYON(m)
02	295475,3335	3014377,9480	850
03	295395,1670	3014743,4580	1500
04	295334,6370	3015316,0180	1500
05	295251,3365	3015861,7055	1500
06	295206,2850	3016256,2530	650
07	295078,0485	3016829,9920	6000
08	294915,5640	3017470,9620	850
09	294891,5315	3017878,2760	650
10	294915,6257	3018021,1064	

Tableau 16 : Coordonnées des sommets variante N°02

- Gisements, angles au centre et distances :

ΔX et ΔY		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)	
ΔX	-45,837	G _{1.2}	390,211			D ₁	299,293
ΔY	295,763			β_1	3,9567		
ΔX	-80,166	G _{2.3}	386,254			D ₂	374,198
ΔY	365,510			β_2	7,0399		
ΔX	-60,53	G _{3.4}	393,294			D ₃	575,750
ΔY	572,56			β_3	2,9384		
ΔX	-83,300	G _{4.5}	390,356			D ₄	552,008
ΔY	545,687			β_4	2,4058		
ΔX	-45,051	G _{5.6}	392,762			D ₅	397,110
ΔY	394,547			β_5	6,7611		
ΔX	-128,236	G _{6.7}	386,001			D ₆	587,895
ΔY	573,739			β_6	1,8062		
ΔX	-162,484	G _{7.8}	384,194			D ₇	661,244
ΔY	640,97			β_7	12,0534		
ΔX	-24,032	G _{8.9}	396,248			D ₈	408,018
ΔY	407,31			β_8	14,3909		
ΔX	24,094	G _{9.10}	10,639			D ₉	144,847
ΔY	142,830						

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

➤ Calcul des paramètres des raccordements circulaires :

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
3,9567	850	26,422	52,829	0,410	0,410
7,0399	1500	83,021	165,873	2,292	2,295
2,9384	1500	34,623	69,234	0,399	0,399
2,4058	1500	28,346	56,685	0,267	0,267
6,7611	650	34,548	69,032	0,916	0,917
1,8062	6000	85,120	170,232	0,603	0,603
12,0534	850	80,708	160,934	3,805	3,823
14,3909	650	73,781	146,934	4,147	4,170
		ΣR_c	891,753		

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

Les longueurs de tracé :

a) La longueur totale des alignements droits mesurée L_{AD} :

$$AD_1 = 299,293 - 26,422 = 272,871 \text{ m}$$

$$AD_2 = 374,197 - (26,422 + 83,021) = 264,754 \text{ m}$$

$$AD_3 = 575,750 - (83,021 + 34,623) = 458,106 \text{ m}$$

$$AD_4 = 552,009 - (34,623 + 28,346) = 489,040 \text{ m}$$

$$AD_5 = 397,111 - (28,346 + 34,548) = 334,217 \text{ m}$$

$$AD_6 = 587,893 - (34,548 + 85,120) = 468,225 \text{ m}$$

$$AD_7 = 661,242 - (85,120 + 80,708) = 495,414 \text{ m}$$

$$AD_8 = 408,022 - (80,708 + 73,781) = 253,533 \text{ m}$$

$$AD_9 = 144,848 - 73,781 = 71,067 \text{ m}$$

$$L_{AD} = \Sigma AD = 3107,227 \text{ m}$$

b) La longueur totale des arcs de cercles calculées :

$$L_C = \Sigma R_c = \Sigma D = 891,753 \text{ m}$$

c) La longueur totale de trace mesurée :

$$L_T = \Sigma R_c + \Sigma AD = 891,753 + 3107,227 = 3998,98$$

$$L_T = 3998,98 \text{ m}$$

Pourcentage des alignements droits :

$$\% \text{ alignements droits} = L_{AD} / L_T = 3107,227 / 3998,98 = 77,70\%$$

Pourcentage des courbes :

$$\% \text{ Courbes} = L_C / L_T = 891,753 / 3998,98 = 22,30\%$$

- Déclivité cumulée :

N°	Distance (m)		Z (m)	Dénivelé (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	415,952	
2	25,00	25,00	415,803	-0,149
3	50,00	25,00	415,961	0,158
4	75,00	25,00	416,146	0,343
5	100,00	25,00	416,265	0,119
6	125,00	25,00	416,325	0,06
7	150,00	25,00	416,638	0,313
8	175,00	25,00	416,493	-0,145
9	200,00	25,00	416,142	-0,351
10	225,00	25,00	415,998	-0,144
11	250,00	25,00	415,714	-0,284
12	272,871	22,871	415,657	-0,057
13	275,00	2,129	415,707	0,05
14	300,00	25,00	415,571	-0,136
15	325,00	25,00	415,518	-0,053
16	325,70	00,70	415,523	0,005
17	350,00	24,30	415,359	-0,164
18	375,00	25,00	415,214	-0,145
19	400,00	25,00	415,186	-0,028
20	425,00	25,00	415,510	0,324
21	450,00	25,00	415,407	-0,103
22	475,00	25,00	415,523	0,116
23	500,00	25,00	415,581	0,058
24	525,00	25,00	415,460	-0,121
25	550,00	25,00	415,391	-0,069
26	575,00	25,00	415,324	-0,067
27	590,454	15,454	415,192	-0,132
28	600,00	9,546	415,111	-0,081
29	625,00	25,00	415,170	0,059
30	650,00	25,00	415,011	-0,159
31	675,00	25,00	414,963	-0,048
32	700,00	25,00	414,984	0,021
33	725,00	25,00	415,059	0,075
34	750,00	25,00	415,155	0,096
35	756,327	6,327	415,154	-0,001
36	775,00	18,673	415,158	0,004
37	800,00	25,00	415,251	0,093
38	825,00	25,00	415,094	-0,157
39	850,00	25,00	415,003	-0,091

40	875,00	25,00	415,058	0,055
41	900,00	25,00	415,565	0,507
42	925,00	25,00	415,603	0,038
43	950,00	25,00	415,486	-0,117
44	975,00	25,00	415,568	0,082
45	1000,00	25,00	415,419	-0,149
46	1025,00	25,00	415,287	-0,132
47	1050,00	25,00	415,315	0,028
48	1075,00	25,00	415,206	-0,109
49	1100,00	25,00	414,732	-0,474
50	1125,00	25,00	414,911	0,179
51	1150,00	25,00	414,639	-0,272
52	1175,00	25,00	414,762	0,123
53	1200,00	25,00	414,936	0,174
54	1214,433	14,433	414,961	0,025
55	1225,00	10,567	415,094	0,133
56	1250,00	25,00	415,490	0,396
57	1275,00	15,50	415,515	0,025
58	1283,667	8,667	415,451	-0,064
59	1300,00	16,333	415,307	-0,144
60	1325,00	25,00	415,488	0,181
61	1350,00	25,00	415,510	0,022
62	1375,00	25,00	415,549	0,039
63	1400,00	25,00	415,480	-0,069
64	1425,00	25,00	415,080	-0,40
65	1450,00	25,00	414,893	-0,187
66	1475,00	25,00	415,041	0,148
67	1500,00	25,00	414,663	-0,378
68	1525,00	25,00	415,052	0,389
69	1550,00	25,00	415,043	-0,009
70	1575,00	25,00	414,865	-0,178
71	1600,00	25,00	414,810	-0,055
72	1625,00	25,00	415,070	0,26
73	1650,00	25,00	415,145	0,075
74	1675,00	25,00	414,995	-0,15
75	1700,00	25,00	414,946	-0,049
76	1725,00	25,00	415,197	0,251
77	1750,00	25,00	415,516	0,319
78	1772,707	22,707	415,348	-0,168
79	1775,00	2,293	415,328	-0,02
80	1800,00	25,00	415,362	0,034
81	1825,00	25,00	415,255	-0,107
82	1829,392	4,392	415,309	0,054
83	1850,00	20,608	415,443	0,134
84	1875,00	25,00	415,627	0,184

85	1900,00	25,00	415,412	-0,215
86	1925,00	25,00	415,515	0,103
87	1950,00	25,00	415,397	-0,118
88	1975,00	25,00	415,766	0,369
89	2000,00	25,00	416,339	0,573
90	2025,00	25,00	415,949	-0,39
91	2050,00	25,00	415,999	0,05
92	2075,00	25,00	415,799	-0,20
93	2100,00	25,00	415,668	-0,131
94	2125,00	25,00	415,593	-0,075
95	2150,00	25,00	415,412	-0,181
96	2163,609	13,609	415,453	0,041
97	2175,00	11,391	415,441	-0,012
98	2200,00	25,00	415,308	-0,133
99	2225,00	25,00	415,350	0,042
100	2232,641	7,641	415,420	0,07
101	2250,00	17,359	415,482	0,062
102	2275,00	25,00	415,452	-0,03
103	2300,00	25,00	415,268	-0,184
104	2325,00	25,00	415,227	-0,041
105	2350,00	25,00	415,325	0,098
106	2375,00	25,00	415,331	0,006
107	2400,00	25,00	415,351	0,02
108	2425,00	25,00	415,327	-0,024
109	2450,00	25,00	415,490	0,163
110	2475,00	25,00	415,489	-0,001
111	2500,00	25,00	415,523	0,034
112	2525,00	25,00	415,352	-0,171
113	2550,00	25,00	415,380	0,028
114	2575,00	25,00	415,507	0,127
115	2600,00	25,00	415,412	-0,095
116	2625,00	25,00	415,409	-0,003
117	2650,00	25,00	415,216	-0,193
118	2675,00	25,00	414,894	-0,322
119	2700,00	25,00	414,905	0,011
120	2700,866	0,866	414,908	0,003
121	2725,00	24,134	414,963	0,055
122	2750,00	25,00	414,866	-0,097
123	2775,00	25,00	414,744	-0,122
124	2800,00	25,00	414,808	0,064
125	2825,00	25,00	414,857	0,049
126	2850,00	25,00	414,861	0,004
127	2871,099	25,00	414,817	-0,044
128	2875,00	25,00	414,822	0,005
129	2900,00	25,00	414,915	0,093

130	2925,00	25,00	415,017	0,102
131	2950,00	25,00	415,041	0,024
132	2975,00	25,00	415,075	0,034
133	3000,00	25,00	414,806	-0,269
134	3025,00	25,00	414,777	-0,029
135	3050,00	25,00	414,798	0,021
136	3075,00	25,00	414,743	-0,055
137	3100,00	25,00	414,973	0,23
138	3125,00	25,00	415,043	0,07
139	3150,00	25,00	415,029	-0,014
140	3175,00	25,00	414,899	-0,13
141	3200,00	25,00	414,708	-0,191
142	3225,00	25,00	414,599	-0,109
143	3250,00	25,00	414,639	0,04
144	3275,00	25,00	414,794	0,155
145	3300,00	25,00	414,966	0,172
146	3325,00	25,00	415,133	0,167
147	3350,00	25,00	415,355	0,222
148	3366,513	16,513	415,454	0,099
149	3375,00	8,487	415,501	0,047
150	3400,00	25,00	415,532	0,031
151	3425,00	25,00	415,444	-0,088
152	3450,00	25,00	415,272	-0,172
153	3475,00	25,00	415,108	-0,164
154	3500,00	25,00	414,993	-0,115
155	3525,00	25,00	414,895	-0,098
156	3527,447	2,447	414,884	-0,011
157	3550,00	22,553	414,919	0,035
158	3575,00	25,00	415,177	0,258
159	3600,00	25,00	415,648	0,471
160	3625,00	25,00	416,164	0,516
161	3650,00	25,00	416,156	-0,008
162	3675,00	25,00	415,890	-0,266
163	3700,00	25,00	415,834	-0,056
164	3725,00	25,00	415,794	-0,04
165	3750,00	25,00	415,696	-0,098
166	3775,00	25,00	415,847	0,151
167	3780,980	5,98	415,722	-0,125
168	3800,00	19,02	414,869	-0,853
169	3825,00	25,00	414,692	-0,177
170	3850,00	25,00	414,801	0,109
172	3875,00	25,00	414,834	0,033
173	3900,00	25,00	414,832	-0,002
173	3925,00	25,00	414,819	-0,013
174	3927,913	2,913	414,813	-0,006

175	3950,00	22,087	414,802	-0,011
176	3975,00	25,00	414,678	-0,124
177	3998,98	23,98	414,533	-0,145
L_T			H	2.80
H/L				0,00070
H/L %				0,070 %

Tableau 19: calcul des déclivités cumulés variante N°02

- Déclivité cumulée : DC=0,070 % ≤ 1.5% $\Rightarrow$ Terrain plat

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

$$L_s = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m}) \quad L_s = 0 \text{ m}$$

- Environnement :

- 1) Dénivelée cumulée : **D_c = 0,070 %** (terrain plat)
- 2) Sinuosité : **σ = 0** (sinuosité faible)

$\Rightarrow$ Environnement : E1

- Vitesse de référence :

- 1) Catégorie 03
- 2) Environnement 01

$\Rightarrow$ **V_r = 80 km/h**

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

N°	Distance Cumulée (m)	Longueur Application (m)	Déblai		Remblai	
			Surface (m ²)	Volume (m ³)	Surface (m ²)	Volume (m ³)
1	0,00	12,50	7,37	92,152	00,00	00,00
2	25,00	25,00	6,79	169,653	00,00	00,00
3	50,00	25,00	10,17	254,314	00,00	00,00
4	75,00	25,00	14,56	364,106	00,00	00,00
5	100,00	25,00	18,05	451,318	00,00	00,00
6	125,00	25,00	19,68	491,937	00,00	00,00
7	150,00	25,00	24,67	616,872	00,00	00,00
8	175,00	25,00	24,66	616,546	00,00	00,00
9	200,00	25,00	21,87	546,632	00,00	00,00
10	225,00	25,00	20,57	514,270	00,00	00,00
11	250,00	25,00	16,81	402,281	00,00	00,00
12	272,871	12,50	16,53	206,685	00,00	00,00
13	275,00	13,564	17,14	232,472	00,00	00,00
14	300,00	25,00	14,88	371,935	00,00	00,00
15	325,00	12,850	13,86	178,119	00,00	00,00
16	325,700	12,500	13,88	173,534	00,00	00,00
17	350,00	24,650	11,43	281,720	00,00	00,00
18	375,00	25,00	8,63	215,796	00,00	00,00
19	400,00	25,00	8,01	200,278	00,00	00,00
20	425,00	25,00	10,84	271,093	00,00	00,00
21	450,00	25,00	9,40	234,964	00,00	00,00
22	475,00	25,00	8,47	211,679	00,00	00,00
23	500,00	25,00	8,14	203,611	00,00	00,00
24	525,00	25,00	4,04	100,987	00,00	0,108
25	550,00	25,00	3,05	76,283	0,01	0,312
26	575,00	20,227	0,08	1,666	0,72	14,526
27	590,454	12,500	0,00	0,00	3,05	38,064
28	600,00	17,273	0,00	0,00	4,41	76,251
29	625,00	25,00	0,00	0,00	5,06	126,437
30	650,00	25,00	0,00	0,00	7,06	176,610
31	675,00	25,00	0,00	0,00	7,85	196,134
32	700,00	25,00	0,00	0,00	7,33	183,176
33	725,00	25,00	0,00	0,00	5,65	141,352
34	750,00	15,664	0,00	0,00	3,22	50,462
35	756,327	12,500	0,00	0,00	2,85	35,664
36	775,00	21,836	0,00	0,00	2,56	55,960
37	800,00	25,00	0,35	8,770	0,23	5,743
38	825,00	25,00	0,06	1,521	0,71	17,809
39	850,00	25,00	0,26	6,489	0,34	8,393
40	875,00	25,00	1,84	45,985	0,02	0,525

41	900,00	25,00	10,67	266,724	0,00	0,00
42	925,00	25,00	13,91	347,716	0,00	0,00
43	950,00	25,00	13,68	342,108	0,00	0,00
44	975,00	25,00	16,94	423,393	0,00	0,00
45	1000,00	25,00	16,53	413,356	0,00	0,00
46	1025,00	25,00	15,96	398,997	0,00	0,00
47	1050,00	25,00	17,97	449,351	0,00	0,00
48	1075,00	25,00	17,42	435,413	0,00	0,00
49	1100,00	25,00	11,77	294,331	0,00	0,00
50	1125,00	25,00	14,45	361,248	0,00	0,00
51	1150,00	25,00	12,51	312,639	0,00	0,00
52	1175,00	25,00	14,73	368,360	0,00	0,00
53	1200,00	19,717	17,72	349,476	0,00	0,00
54	1214,433	12,500	19,10	238,773	0,00	0,00
55	1225,00	17,783	21,17	376,471	0,00	0,00
56	1250,00	25,00	27,65	691,240	0,00	0,00
57	1275,00	16,834	26,92	453,214	0,00	0,00
58	1283,667	12,500	25,92	323,972	0,00	0,00
59	1300,00	20,666	24,86	513,700	0,00	0,00
60	1325,00	25,00	26,73	668,177	0,00	0,00
61	1350,00	25,00	26,28	656,994	0,00	0,00
62	1375,00	25,00	25,98	649,563	0,00	0,00
63	1400,00	25,00	23,57	589,129	0,00	0,00
64	1425,00	25,00	15,95	398,644	0,00	0,00
65	1450,00	25,00	12,05	301,340	0,00	0,00
66	1475,00	25,00	11,62	290,599	0,00	0,00
67	1500,00	25,00	4,73	118,188	0,00	0,00
68	1525,00	25,00	9,00	225,022	0,00	0,00
69	1550,00	25,00	7,39	184,779	0,00	0,00
70	1575,00	25,00	2,64	66,076	0,00	0,014
71	1600,00	25,00	0,71	17,745	0,06	1,554
72	1625,00	25,00	2,32	58,076	0,01	0,179
73	1650,00	25,00	1,97	49,244	0,02	0,590
74	1675,00	25,00	0,02	0,435	0,80	19,957
75	1700,00	25,00	0,00	0,009	1,98	49,428
76	1725,00	25,00	0,52	12,876	0,19	4,691
77	1750,00	23,854	3,33	79,477	0,00	0,013
78	1772,707	12,50	1,32	16,555	0,04	0,439
79	1775,00	13,646	1,15	15,731	0,04	0,496
80	1800,00	25,00	1,91	47,730	0,01	0,330
81	1825,00	14,696	0,40	5,923	0,22	3,188
82	1829,392	12,500	0,62	7,719	0,02	0,302
83	1850,00	22,804	2,25	51,409	0,00	0,058
84	1875,00	25,00	5,36	134,009	0,00	0,00
85	1900,00	25,00	3,82	95,478	0,00	0,00

86	1925,00	25,00	6,30	157,621	0,00	0,00
87	1950,00	25,00	6,68	167,016	0,00	0,00
88	1975,00	25,00	12,68	317,071	0,00	0,00
89	2000,00	25,00	22,64	565,943	0,00	0,00
90	2025,00	25,00	20,61	515,311	0,00	0,00
91	2050,00	25,00	22,62	565,532	0,00	0,00
92	2075,00	25,00	21,59	539,836	0,00	0,00
93	2100,00	25,00	21,04	525,991	0,00	0,00
94	2125,00	25,00	21,39	534,702	0,00	0,00
95	2150,00	19,305	19,96	385,259	0,00	0,00
96	2163,609	12,500	21,26	265,691	0,00	0,00
97	2175,00	18,195	21,20	385,820	0,00	0,00
98	2200,00	25,00	19,13	478,244	0,00	0,00
99	2225,00	16,321	19,60	319,883	0,00	0,00
100	2232,641	12,500	20,29	253,670	0,00	0,00
101	2250,00	21,179	20,64	437,178	0,00	0,00
102	2275,00	25,00	18,92	472,987	0,00	0,00
103	2300,00	25,00	14,55	363,871	0,00	0,00
104	2325,00	25,00	11,94	298,595	0,00	0,00
105	2350,00	25,00	11,63	290,797	0,00	0,00
106	2375,00	25,00	10,18	254,520	0,00	0,00
107	2400,00	25,00	8,38	209,390	0,00	0,00
108	2425,00	25,00	6,59	164,704	0,00	0,00
109	2450,00	25,00	6,99	174,724	0,00	0,00
110	2475,00	25,00	5,54	138,400	0,00	0,00
111	2500,00	25,00	2,86	71,446	0,01	0,324
112	2525,00	25,00	0,37	9,198	0,21	5,236
113	2550,00	25,00	0,00	0,00	1,18	29,550
114	2575,00	25,00	0,03	0,785	0,88	21,912
115	2600,00	25,00	0,00	0,00	3,21	80,265
116	2625,00	25,00	0,00	0,00	4,20	104,935
117	2650,00	25,00	0,00	0,00	7,84	196,024
118	2675,00	25,00	0,00	0,00	12,82	320,494
119	2700,00	12,933	0,00	0,00	13,79	178,402
120	2700,866	12,500	0,00	0,00	13,76	171,953
121	2725,00	24,567	0,00	0,00	13,19	323,987
122	2750,00	25,00	0,00	0,00	14,74	368,431
123	2775,00	25,00	0,00	0,00	16,45	411,364
124	2800,00	25,00	0,00	0,00	15,74	393,400
125	2825,00	25,00	0,00	0,00	14,82	370,416
126	2850,00	25,00	0,00	0,00	14,52	334,768
127	2871,099	12,500	0,00	0,00	14,63	182,904
128	2875,00	14,451	0,00	0,00	14,46	208,982
129	2900,00	25,00	0,00	0,00	12,56	314,110
130	2925,00	25,00	0,00	0,00	10,45	261,196

131	2950,00	25,00	0,00	0,00	9,12	227,884
132	2975,00	25,00	0,00	0,00	7,67	191,841
133	3000,00	25,00	0,00	0,00	9,66	241,607
134	3025,00	25,00	0,00	0,00	8,57	214,322
135	3050,00	25,00	0,00	0,00	6,91	172,666
136	3075,00	25,00	0,00	0,00	6,07	151,711
137	3100,00	25,00	0,00	0,00	1,87	46,775
138	3125,00	25,00	0,39	9,833	0,18	4,440
139	3150,00	25,00	1,38	34,504	0,03	0,863
140	3175,00	25,00	1,26	31,538	0,04	0,975
141	3200,00	25,00	0,46	11,548	0,14	3,624
142	3225,00	25,00	0,53	13,361	0,14	3,380
143	3250,00	25,00	2,14	53,406	0,01	0,346
144	3275,00	25,00	5,83	145,855	0,00	0,00
145	3300,00	25,00	9,26	231,570	0,00	0,00
146	3325,00	25,00	12,71	317,731	0,00	0,00
147	3350,00	20,756	16,56	343,805	0,00	0,00
148	3366,513	12,500	18,50	231,308	0,00	0,00
149	3375,00	16,744	19,37	324,361	0,00	0,00
150	3400,00	25,00	20,46	511,508	0,00	0,00
151	3425,00	25,00	19,59	489,843	0,00	0,00
152	3450,00	25,00	16,87	421,813	0,00	0,00
153	3475,00	25,00	14,18	354,558	0,00	0,00
154	3500,00	25,00	11,47	286,699	0,00	0,00
155	3525,00	13,723	9,67	132,705	0,00	0,00
156	3527,447	12,50	9,52	119,033	0,00	0,00
157	3550,00	23,777	9,40	223,530	0,00	0,00
158	3575,00	25,00	12,58	314,543	0,00	0,00
159	3600,00	25,00	17,82	445,621	0,00	0,00
160	3625,00	25,00	23,17	579,237	0,00	0,00
161	3650,00	25,00	20,64	515,960	0,00	0,00
162	3675,00	25,00	16,17	404,215	0,00	0,00
163	3700,00	25,00	13,91	347,697	0,00	0,00
164	3725,00	25,00	11,94	298,479	0,00	0,00
165	3750,00	25,00	8,71	217,814	0,00	0,00
166	3775,00	15,490	10,00	154,970	0,00	0,00
167	3780,980	12,500	7,81	97,571	0,00	0,001
168	3800,00	22,010	0,00	0,00	4,00	88,052
169	3825,00	25,00	0,00	0,00	6,43	160,812
170	3850,00	25,00	0,00	0,00	4,44	111,073
171	3875,00	25,00	0,00	0,00	3,09	77,165
172	3900,00	25,00	0,00	0,00	1,49	37,354
173	3925,00	13,957	0,37	4,260	0,16	2,270
174	3927,913	12,500	0,49	6,18	0,10	1,222
175	3950,00	23,543	2,54	59,774	0,01	0,140
176	3975,00	24,490	5,17	126,526	0,00	0,00
177	3998,98	11,990	6,83	81,838	0,00	0,00

Tableau 20 : Tableau de cubature approchée de la variante 02

- **Les cubatures approchées :**

- ❖ Longueur Totale du Tracé de la variante N°02: **3998,98 m**
- ❖ Déblai Total de la variante N°02: **36452,460 m³**
- ❖ Remblai Total de la variante N°02: **7225,937m³**

Choix de Variante

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

Critères de choix	variante 01	variante 02	Evolution	
			V1	V2
Linéaire (m)	3997,253	3998,98	(+)	(+)
Nombre de rayon (U)	7	8	(+)	(-)
Pente (%)	$P_{\min} = -0,451 \%$ $P_{\max} = -0,501 \%$	$P_{\min} = -0,452 \%$ $P_{\max} = -1,083 \%$	(+)	(+)
Rampe (%)	$R_{\min} = 0,496 \%$ $R_{\max} = 0,689 \%$	$R_{\min} = 0,452 \%$ $R_{\max} = 0,506 \%$	(+)	(+)
Pourcentage alignement droit (%)	80,68%	77,70%	(+)	(+)
Pourcentage courbe (%)	19,31%	22,30%	(+)	(+)
Déblais (m3)	50930,182	36452,460	(-)	(+)
Remblais (m3)	5962,493	7225,937	(+)	(-)
		La Somme	07	06

Tableau 21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on remarque que les deux variantes présentent presque les mêmes évaluations. La variante choisie est la variante N 1 car elle présente une quantité de remblais moins que la deuxième variante.

ETUDE EN APD (étude la variante choisie)

- **ETUDE DU TRAFIC**
- **LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVE**
- **PROFIL EN LONG**
- **DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**
- **ETUDE CINEMATIQUE**
- **PROFIL EN TRAVERS**
- **LES CUBATURES**
- **IMPLANTATION**
- **ASSAISSEMENT**
- **SIGNALISATION**
- **DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Chapitre III :

ETUDE DU TRAFIC

CHAPITRE III :

II ETUDE DU TRAFIC

II.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 différentes tranches 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.

II.2 ANALYSE DU TRAFIC :

a. Cette analyse est réalisée par différents procédés 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 pourcentage 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 an durant un mois pendant la période où 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'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

II.3 DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :

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

II.4 MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra d'hierarchiser 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.

II.4.1 Prolongation de l'évolution passée :

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

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

Où:

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

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

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

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

II.4.3 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.

II.4.4 Modèle de facteurs croissance :

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

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

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

II.5 CALCUL DE LA CAPACITÉ :

II.5.1 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 campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible)
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route

II.5.2 Détermination de nombre de voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut. 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.

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

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

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

Où:

- (τ) : est le taux 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 (vallonée, 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 :

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

Avec :

- T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)
- Z : pourcentage de poids lourds (%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

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

Tableau 01: Valeurs du coefficient P

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 Pointe Horaire Normal :

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

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

Avec :

- $\left(\frac{1}{n}\right)$ 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 :

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

Avec :

- $K1$: Coefficient lié à l'environnement.
- $K2$: Coefficient de réduction de capacité.
- C_{th} : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

○ Valeurs de K_1 :

		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 02: Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement

○ Valeurs de K_2 :

Environnement	E1	E2	E3
K_2	0.75	0.85	0.90 a 0.95

Tableau 03: Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement

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

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

■ Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q_{adm} et on 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 :

$$\frac{S \times Q}{Q_{adm}}$$

Avec :

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

Application du Projet :

Donnees :

- TJMA = 3800 V/J
 - Taux de croissance : $\tau = 4\%$
 - 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 ≤ C_{th} ≤ 1800 UVP/h**
 - I_{CBR} = 7
- **Calcul du trafic à l'année de mise en service (2026) :**
- $$T_{2026} = TJMA * (1 + \tau)^3 = 3800 * (1 + 0.04)^3 \quad \Longrightarrow \quad T_{2026} = 4274 \text{ UVP/J}$$
- **Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon (2036) :**
- $$T_{2036} = T_{2026} * (1 + 0.05)^{10} = 4274 * (1 + 0.05)^{10} \quad \Longrightarrow \quad T_{2036} = 6327 \text{ UVP/J}$$
- **Calcul du trafic effectif :**
- $$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + P*Z] * T_n = [(1-0.35) + 3*0.35] * 6327 \quad \Longrightarrow \quad T_{\text{eff}} = 10756 \text{ UVP/J}$$
- **Calcul du débit de pointe horaire normal**
- $$: Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}} = 0.12 * 10756$$
- $$Q = 1291 \text{ UVP/h}$$

- **Calcul du débit admissible :**

$$Q_{adm} \text{ (UVP/h)} = K1 * K2 * C_{th} = 1.00 * 0.75 * 1800 \implies Q_{adm} = 1350 \text{ UVP/h}$$

- **Calcul du nombre de voies :**

Pour notre cas on compare Q à $Q_{admissible}$ et on prend le profil permettant d'avoir $Q_{admissible} \geq Q$ d'après le tableau de capacité des voies selon le B40.
Donc on a opté pour un profil d'une seule voie dans chaque sens : 2 x 3,50m

$$N = 1 \text{ voie/ Sens}$$

➤ Donc : Une Chaussée bidirectionnelle

CHAPITRE IV :

LES RACCORDEMENTS

PROGRESSIVES

CHAPITRE IV :

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 bonnes 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.

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

b. Le dévers maximal :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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 : $R \geq R_{Hnd}$ Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.
- ✓ **2^{ème} cas** : Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{Hnd}$ Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.
- ✓ **3^{ème} cas** : Si $R_{Hn} \leq R \leq R_{Hd}$ le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{Hn}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{Hn}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

- ✓ **4^{ème} cas** : Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$ la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

 **APPLICATION AU PROJET** : Calcul des dévers associé aux rayons

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

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

R3	1er cas	8 %
R4	2eme cas	3 %
R5	1er cas	8 %
R6	1er cas	8 %
R7	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 manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

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

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

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

Rôle et nécessité

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

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

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

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 : Éléments d'une clothoïde

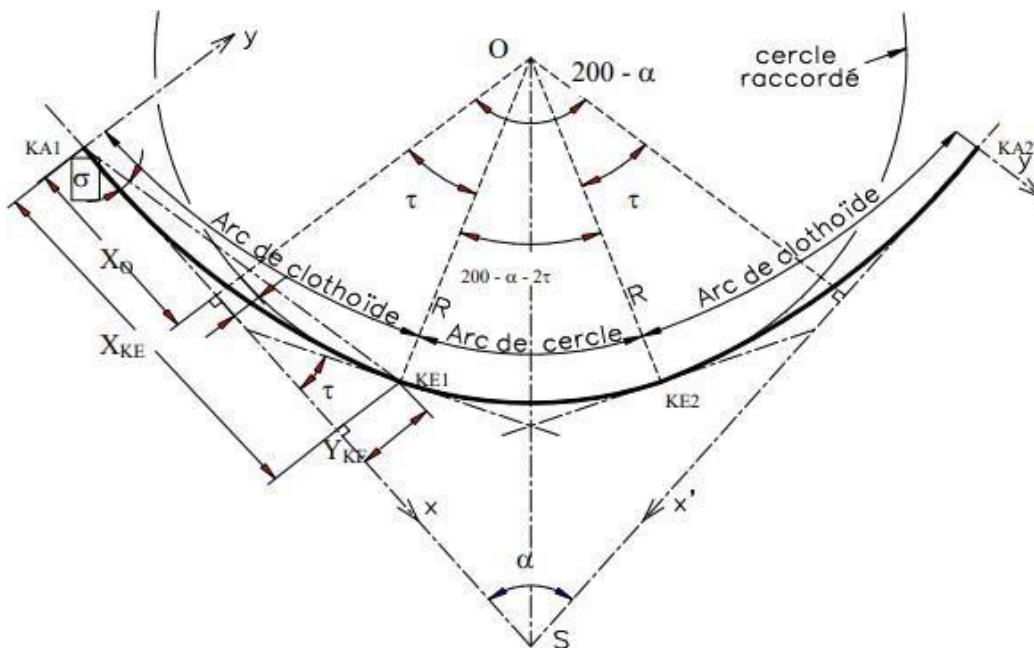


Figure IV.1 : éléments d'un clothoïde.

A. Clothoïde

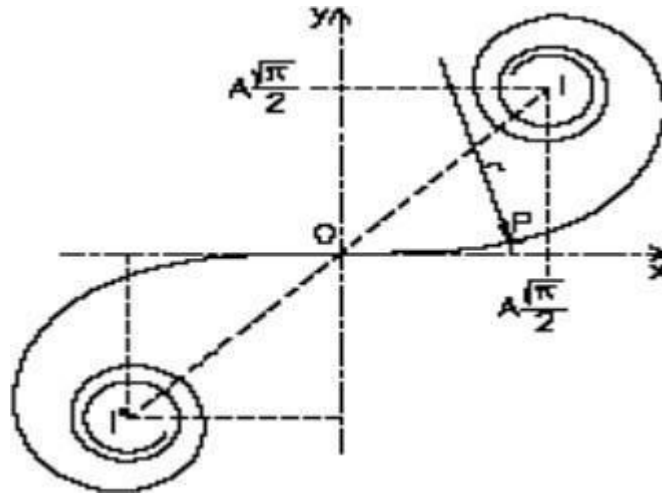


Figure IV.2 : Clothoïde

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

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

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.

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

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.

Règles générales de B040

i) $R \leq 1500 \text{ m} \quad \Delta R = 1$

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

ii) $1500 \text{ m} < R \leq 5000 \text{ m}$

$$L_2 \geq R/9$$

ii) $R > 5000 \text{ m} \quad \Delta R = 2,5$

$$L_2 = 7,75 \sqrt{R}$$

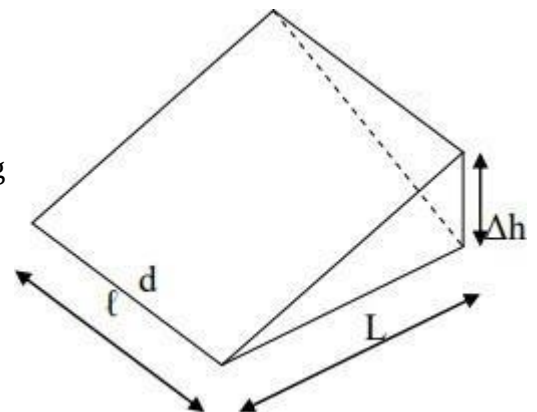
B.3 Condition de gauchissement :

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

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

✓ L : longueur de raccordement.

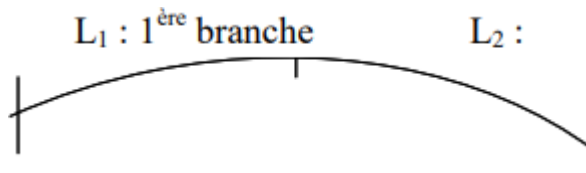
✓ l : largeur de la chaussée



CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

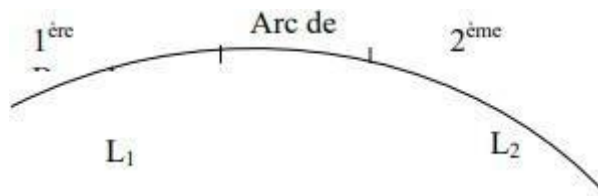
➤ Vérification de non chevauchement :

1^{er} cas : $\tau = \beta/2$



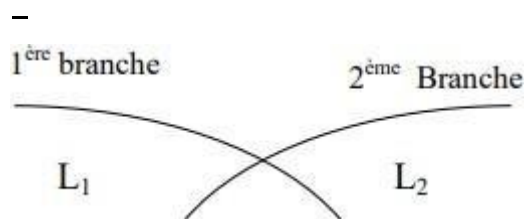
⇒ Clothoïde sans arc de cercle.

2^{ème} cas : $\tau < \beta/2$ –



⇒ Clothoïde avec arc de cercle.

3^{ème} cas : $\tau > \beta/2$



⇒ Clothoïde impossible

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

APPLICATION AU PROJET :

On va présenter quelques cas des différents virages et les autres sont récapitulés dans le tableau.

Virage 1

$$V_r=80 \text{ km/h} ; \quad d_{\max}=8.00\% ; \quad d_{\min}=-3\%$$

$$R=1800 \text{ m} ; \quad l=7\text{m} ; \quad \beta=2.4898 \text{ gr}$$

Condition dynamique :

$$L_1 = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127.R} - \Delta d \right) ; \quad L_1 = \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127.1800} - 0,11 \right) ; \quad L_1 = 29,15 \text{ m}$$

$$\text{Avec: } \Delta d = d_{\max} - d_{\min} \quad \Delta d = 8 - (-3) = 11 \%$$

■ Condition Optique :

$$L_2 = R/9 \quad L_2 = 1800/9 = 200 \text{ m}$$

■ Condition de gauchissement

$$L_3 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r ; \quad L_3 = 7 \times 0,11 \times 80 = 61.6 \text{ m} ; \quad L_3 = 61.6 \text{ m}$$

a. Longueur de clothoïde

$$L = \text{Max}(L_1, L_2, L_3) = 200.00 \text{ m}$$

b. Vérification du gauchissement

$$\tau = \frac{l}{2R} = \frac{20}{2.18} = 3.5367^\circ > \frac{\beta}{2} = 1.2449^\circ$$

Il y a Chevauchement donc pas de Clothoïde

Virage 4 :

$$V_r=80 \text{ km/h} ; \quad d_{\max}=8.00\% ; \quad d_{\min}=-3\%$$

$$R=950 \text{ m} ; \quad \Delta R=1 ; \quad l=7\text{m} ; \quad \beta=5.047 \text{ gr}$$

Condition dynamique :

$$L_1 = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{r^2}{127.R} - \Delta d \right) ; \quad L_1 = \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127.950} - 0,11 \right) ; \quad L_1 = 20,25 \text{ m}$$

$$\text{Avec: } \Delta d = d_{\max} - d_{\min} \quad \Delta d = 8 - (-3) = 11 \%$$

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

■ Condition Optique :

$$L_2 = \sqrt{24.R.\Delta R}$$
$$L_2 = \sqrt{24.950.1} = 150,99 \text{ m}$$

■ Condition de gauchissement

$$L_3 \geq L. \Delta d. Vr ; \quad L_3 = 7 \times 0.11 \times 80 = 61.6 \text{ m} ; \quad L_3 = 61.6 \text{ m}$$

b. Longueur de clothoïde

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 150.99 \text{ m}$$

b. Vérification du gauchissement

$$\tau = \frac{l}{2R} = \frac{150.99}{2.950} = 5.0591^\circ > \frac{\beta}{2} = 2.5235^\circ$$

Il y a Chevauchement donc pas de Clothoïde

Virage 7

$$V_r = 80 \text{ km/h} ; d_{\max} = 8.00\% ; d_{\min} = -3\%$$

$$R = 1000 \text{ m} ; \quad \Delta R = 1 ; \quad l = 7 \text{ m} ; \quad \beta = 20.156 \text{ gr}$$

Condition dynamique :

$$L_1 = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127.R} - \Delta d \right) ; \quad L_1 = \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127.1000} - 0.11 \right) ; \quad L_1 = 21,19 \text{ m}$$

$$\text{Avec: } \Delta d = d_{\max} - d_{\min} \quad \Delta d = 8 - (-3) = 11 \%$$

■ Condition Optique :

$$L_2 = \sqrt{24.R.\Delta R}$$
$$L_2 = \sqrt{24.1000.1} = 154,92 \text{ m}$$

■ Condition de gauchissement

$$L_3 \geq L. \Delta d. Vr ; \quad L_3 = 7 \times 0.11 \times 80 = 61.6 \text{ m} ; \quad L_3 = 61.6 \text{ m}$$

c. Longueur de clothoïde

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 154.92 \text{ m}$$

b. Vérification du gauchissement

$$\tau = \frac{l}{2R} = \frac{154.92}{2.1000} = 4.9337^\circ < \frac{\beta}{2} = 10.078^\circ$$

Pas de Chevauchement donc il ya une Clothoïde

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENT SPROGRESSIVES

➤ Détermination des longueurs des clothoïde :

	Conditions						
	Confort dynamique	Optique	Gauchissement	Chevauchement			
N° Virages	L1(m)	L2(m)	L3(m)	τ (gr)	Lmax(m)	$\beta/2$ (gr)	Résultat
1	29,15	200,00	61,60	3,5367	200,00	1,2449	Chevauchement
2	30,96	244,45	61,60	3,5368	244,45	1,2410	Chevauchement
3	27,91	177,77	61,60	3,5366	177,77	1,4194	Chevauchement
4	20,25	150,99	61,60	5,0591	150,99	2,5235	Chevauchement
5	35,53	547,72	61,60	3,4868	547,72	0,7735	Chevauchement
6	24,17	169,70	61,60	4,5014	169,70	0,8231	Chevauchement
7	21,19	154,92	61,60	4,9337	154,92	10,078	Pas Chevauchement

En conclusion du virage n 1 jusqu'au virage n 6 il y a chevauchement donc il n a pas de clothoïde car $\tau > \beta/2$. Par contre le virage n 7 présente pas de chevauchement donc il y a une clothoïde.

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENT SPROGRESSIVES

Paramètre de la clothoïde		Virage 7
Rayon(m)	R	1000
Longueur de la clothoïde(m)	L	154,92
Paramètre de la clothoïde(m)	$A = \sqrt{R} \times L$	393,59
Angle au sommet(gr)	$\alpha = 200 - \beta$	179,844
Angle au centre(gr)	$\beta = 200 - \alpha$	20,156
Angle des tangentes(gr)	$\tau = \frac{L}{2 \times R}$	4,9337
Angle au centre partie circulaire(gr)	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	10,28
Abscisse de l'extrémité de la clothoïde(m)	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40 \times R^4}$	154,92
Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde(m)	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6 \times R}$	4,00
Angle polaire(gr)	$\sigma = \arctan \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	1,479
Langueur de la partie circulaire(m)	$D_{Circle} = \frac{\pi \times R \times \gamma}{200}$	161,39
Langueur de la corde KA-KE(m)	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	154,97
Abscisse du centre(m)	$X_O = X_{KE} - R \times \sin \tau$	68,917
Ordonnées du centre(m)	$Y_O = Y_{KE} + R \times \cos \tau$	1000,294
Distance K _A centre(m)	$K_A - O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$	1002,665
Ripage(m)	$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R}$	1
Développée totale(m)	$DT = 2 \times L + D_{circle}$	471,23
Tangente courte(m)	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	46,51
Tangente longue(m)	$TL = X_{KE} - \frac{Y_{KE}}{\cos \tau}$	150,905

Tableau 03 : Paramètres de clothoïde

CHAPITRE V :

PROFIL EN LONG

CHAPITRE V :

III PROFIL EN LONG

III.1 DEFINITION

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).

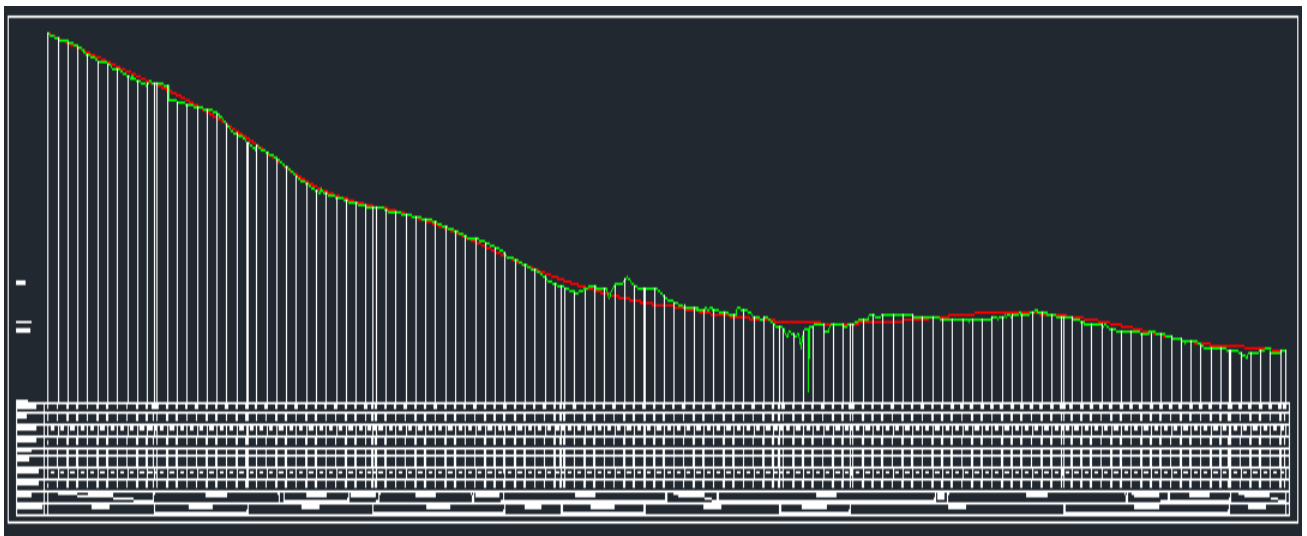


Figure 01 : Profil en long

III.2 Règles à respecter dans le trace du profil en long :

Parmi les règles à tenir en compte on peut citer :

- Assurer la coordination entre tracé en plan et profil en long.
- Respecter la valeur maximale et minimale des pentes et rampes.

-
- Assurer l'écoulement et l'évacuation des eaux de ruissellement de la chaussée tout le long du tracé.
 - Rechercher un équilibre entre le volume des déblais et remblais.
 - Eviter les angles aux rentrant pour raison de stagnation des eaux
 - Eviter les hauteurs excessives de remblai.
 - Assurer la visibilité de dépassement.
 - Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
 - Doit suivre autant que possible le terrain naturel en léger remblai.

III.3 La ligne rouge :

La ligne rouge a une influence sur le cout de la réalisation du projet, pour cela nous avons essayé de respecter :

Les rayons préconisés par les règlements actuels.

- Les déclivités (ne pas dépasser la valeur maximale).
- Eviter les angles rentrants en déblais (problèmes de stagnation des eaux).
- Assurer si possible une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Le profil en long nous donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permet de choisir la ligne du projet de façon à tenir compte du passage impératif en déblai dans les pentes.
- Equilibrer les surfaces remblai et déblai et éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité
- Assurer un confort dynamique pour l'utilisateur
- Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égales à 0.5%.

III.3.1 Eléments constituant la ligne rouge :

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

A. Les Alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

B. Déclivité :

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

B.1 Déclivité Minimale :

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

B.2 Déclivité Maximale :

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

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base

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

Tableau 01 : Valeur de déclivité maximale

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

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

Application du Projet :

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

C. Raccordement en Profil en Long :

C.1 Raccordements Verticaux :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à un autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

C2. Raccordement Convexe (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, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité.

Leur conception doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

Condition de Confort :

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

$$R_v = \frac{d_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 h_1})}$$

D₁ : la distance d'arrêt

h₀ : hauteur de l'œil

h₁ : hauteur de l'obstacle

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

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

a = 0.24 pour les catégories 1 et 2

a = 0.22 pour les catégories 3, 4 et 5

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

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

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

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

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de mêmes relations pour la vitesse $V = V_r + 20 = 80 \text{ km/h}$ et $d = 100 \text{ m}$

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

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

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

Rayon R_v	Vv1 Symbole	120	100	80	60	40	CATEGORIE 3-4-5
Unidirectionnel							
Min absolu	RV_{m1}	10000	4500	2000	800	250	
Min normal	RV_{n1}	15000	10000	4500	2000	800	
Bidirectionnel							
Min absolu	RV_{m2}	16000	8000	3500	1300	450	
Min normal	RV_{n2}	16000	16000	8000	3500	1300	
Dépassement	RVD	27000	16000	9000	5000	2300	

Tableau 02 : Récapitulatif des rayons en angle saillant

$RVm=3500 \text{ m}$ $RVn=8000 \text{ m}$ $RVD=9000 \text{ m}$

C3. Raccordement Concave (Angle Rentrant) :

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

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

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

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

Rayon minimal absolu :

$$\frac{Vr^2}{RVm'} = \frac{g}{30} \rightarrow RVm' = 0,30 \times Vr^2$$

$$RVm'(Vr) = 0,3 \times 80^2$$

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

Rayon minimal normal:

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

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

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

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

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

Rayon R'V	Vv1 Symbole	120	100	80	60	40	CATEGORIE 3-4-5
Min absolu							
Min	RVm'	3500	2400	1600	1100	500	
normal	RVn'	4500	3500	2400	1600	1100	

Tableau 03 : Rayons concaves (angle rentrant)

RVm'=1600

RVn' = 2400

III.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.

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 devrait 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

CHAPITRE VI :

Dimensionnement Du Corps De
Chaussée

CHAPITRE VI :

IV Dimensionnement Du Corps De Chaussée

IV.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 a 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 a toutes ces charges pendant sa durée de vie.

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

IV.2 Principe De La Construction 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 a cause de phénomène de surcharge.

❖ Des Intempéries :

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

❖ Des Efforts Tangentiels :

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

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

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

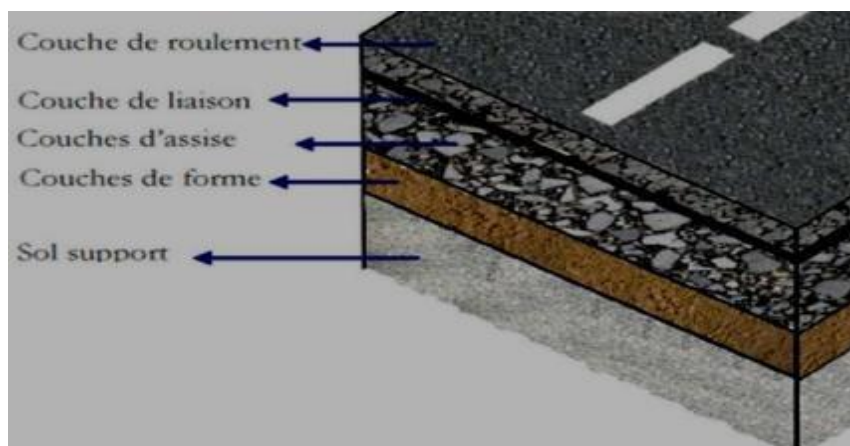


Figure 01: La Constitution d'une Chaussée

IV.3 La Chaussée :

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

À 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 à 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, à 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 à 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 à diminuer ou à 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

IV.3.1 Les Différents Types De Chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être 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 et 8 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 repartit 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 a long terme.

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

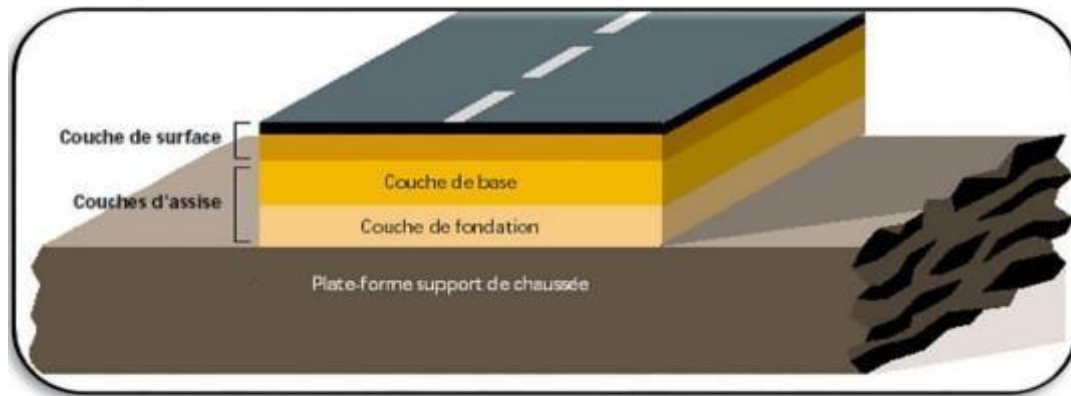


Figure 02 : Chaussée Souple

❖ **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 à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux

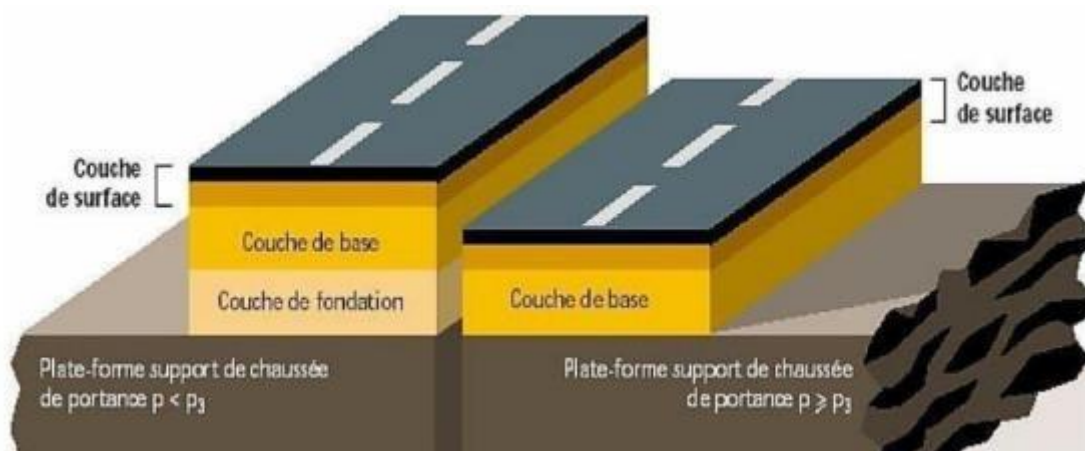


Figure 03 : Chaussée Semi-Rigides

❖ Chaussée Rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant a la couche de surface de chaussée souple), qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts a 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.

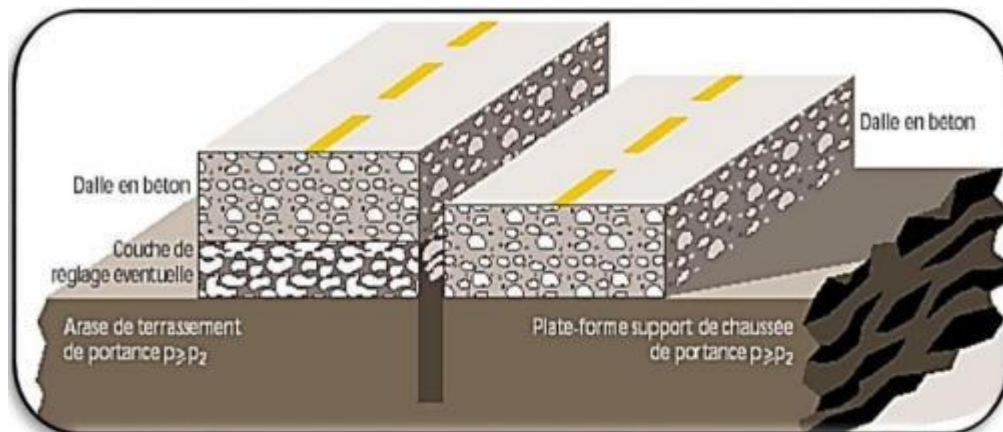


Figure 04 : Chaussée Rigide

➤ 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 :

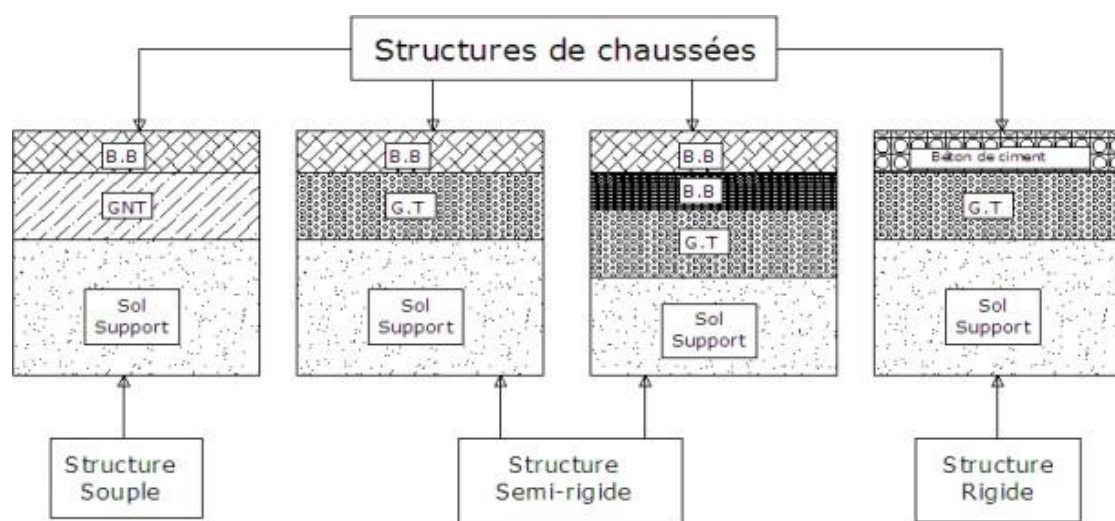


Figure 05 : Les Différentes Catégories De Chaussée

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

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

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

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

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

Réalisée conformément aux exigences arrêtées.

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

IV.4 Les Principales Méthodes De Dimensionnement :

On Distingue Deux Familles Des Méthodes :

- Les Méthodes Empiriques Dérivées Des Etudes 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 œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après :

$$E = \frac{100(\sqrt{P})(75 \log N / 10)}{I_{cbr} + 5}$$

Avec :

E: Epaisseur Equivalente

I: Indice CBR (Sol Support)

N: Désigne Le Nombre Journalier De Camion De Plus 1500 Kg A Vide

P: Charge Par Roue P = 6.5 T (Essieu 13 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 :

Matériaux Utilisés	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

Tableau 01 : Coefficient d'équivalence Des Matériaux

❖ **METHODE A.A.S.H.T.O :(AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS) :**

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

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

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

❖ **METHODE D'ASPHALT INSTITUTE :**

Elle est basée sur les résultats obtenus des essais « AASHTO », 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 15^{ème} Année Tj.
- Les Caractéristiques De Sol (Sj).

IV.5 Détermination De La Classe De Trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée a 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 :

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

Tableau 02 : Classe De Trafic

Le Trafic Cumulé Est Donné Par La Formule :

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

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

N : durée de vie (N = 10 Ans)

IV.6 Détermination De La Classe Du Sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compact  e 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 :

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

Tableau 03 : Classe De Sol

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

Cette méthode est d  riv  e des essais AASHTO, elle est bas  e sur la détermination du trafic équivalent donn  e par l'expression :

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

T  q = 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 t_{eq} , ICBR) a 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.

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

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique

❖ La Démarche Du Catalogue :

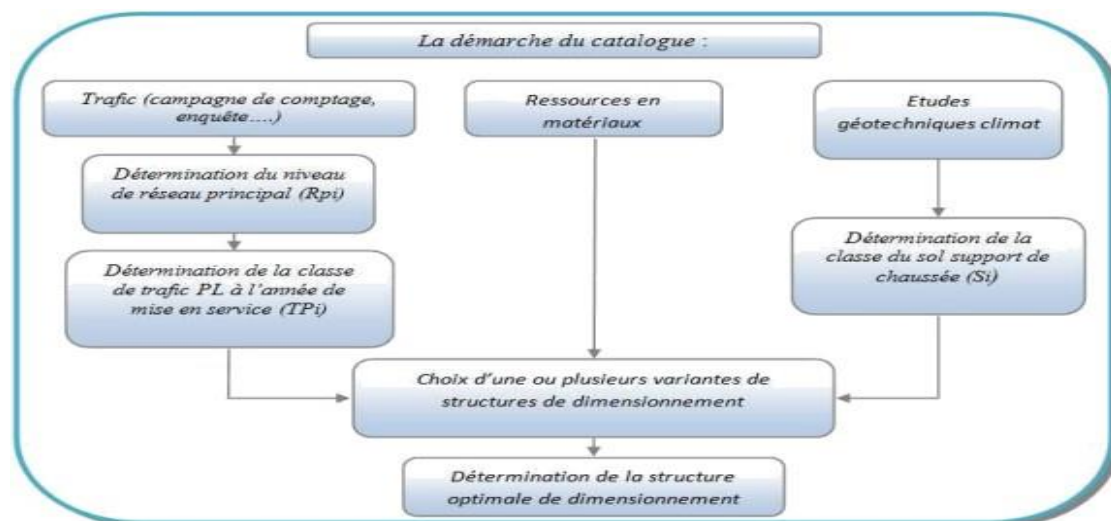


Figure 06 : Les Démarches Du Catalogue

IV.9 APPLICATION AU PROJET :

Donnees :

- TJMA = 3800 V/J
- Taux de croissance : $\tau = 4\%$
- Pourcentage du poids lourd : **Z=35%**
- Année de comptage : **2023**
- Année de mise en service : **2026**
- Durée de vie : **10 ans**
- $I_{CBR} = 7$

$$N_0 = (TJMA_{2023} \times \% \text{ pl})$$



$$N_0 = (3800 \times 0,35) = 1330 \text{ pl/j/sens}$$

$$N_1 = (1+\tau)^3 \times T_0$$



$$N_1 = (1+0.04)^2 \times 1330 = 1496 \text{ pl/j/sens}$$

$$N_{10} = (1+\tau)^n \times T_1$$



$$N_{10} = (1+0.04)^{10} \times 1496 = 2215 \text{ pl/j/sens}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5 \times (75 + 50 \times \log 2215/10)}}{7+5} = 49.19 \approx 49 \text{ cm}$$

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

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (a _i)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	6,00	2,00	12,00
GC	18	1	18.00
TUF	25	0,75	18.75
TOTAL	49.00		48.75

TABLEAU.VII. 4:Epaisseur du corps de chaussée

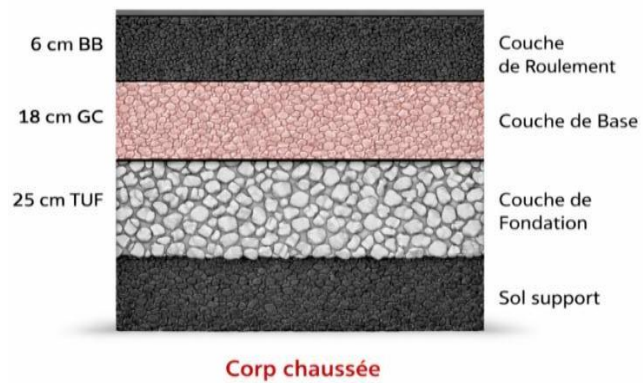


FIGURE.VII. 6:corps de chaussée de notre projet

CHAPITRE VII :

ETUDE CINEMATIQUE

CHAPITRE VII :

V 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 nécessaires à l'évaluation de la visibilité qui conditionne le comportement de l'utilisateur 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 d_0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

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

- **En palier :** $d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{f_{rl}}$
- **En rampe :** $d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} - e)}$
- **En pente :** $d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} + e)}$

Avec :

- V_r : vitesse de référence en Km/h.
- e : déclivité.
- f_{rl} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r .

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

Tableau 01: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

✓ Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.43$.

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 :

$$d_1 = V \times t$$

Avec :

v : vitesse en m/s

t : temps en seconde

VII.4 DISTANCE D'ARRÊT :

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

$$d = d_1 + d_0$$

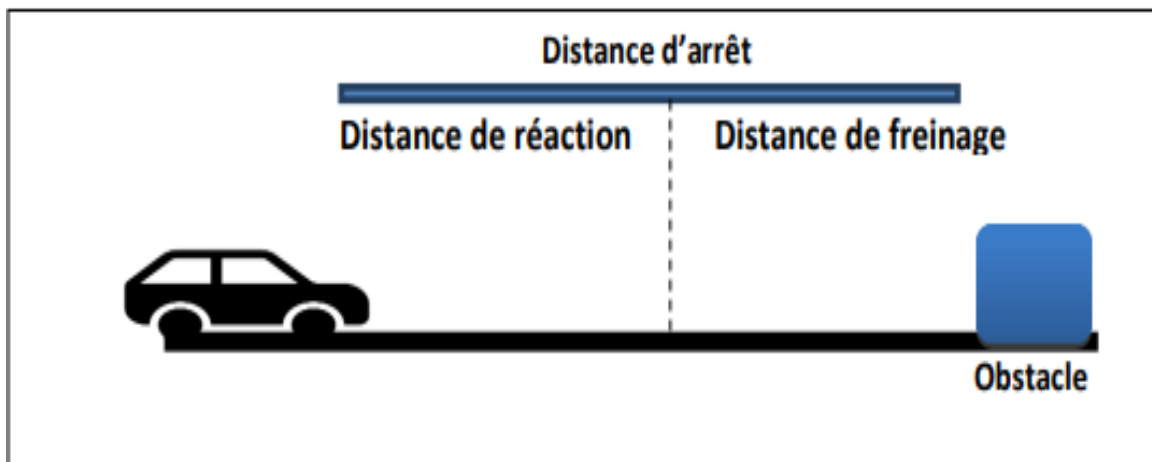


Figure 01 : La distance d'arrêt

- En alignement droit :
 - Pour $V_r \leq 60$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d_1 = d_0 + 0.56 \times V_r$
 - Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d_1 = d_0 + 0.50 \times V_r$

- En courbe :

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

- Pour $V_r \leq 60$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d_1 = 1,25 \times d_0 + 0.56 \times V_r$
- Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d_1 = 1,25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

❖ APPLICATION AU PROJET :

N °	Déclivités	d ₀ (m) Distance de freinage	d(m) Distance d'arrêt	d(m) Distance d'arrêt en courbe
01	P=-0,451%	60,16	100,16	115,20
02	P=0,496%	58,85	98,85	113,56
03	P=-0,466%	60,18	100,18	115,22
04	P=0,689%	58,59	98,59	113,23
05	P=-0,501%	60,23	100,23	115,28
06	R=0,499%	58,85	98,85	113,56
07	P=-0,477%	60,20	100,20	115,25
08	P=-0,457%	60,17	100,17	115,21

Tableau 02 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt -perception)

VII.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 d_p , la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s

$$d_p = d + \frac{6}{3,5} \times V_r$$

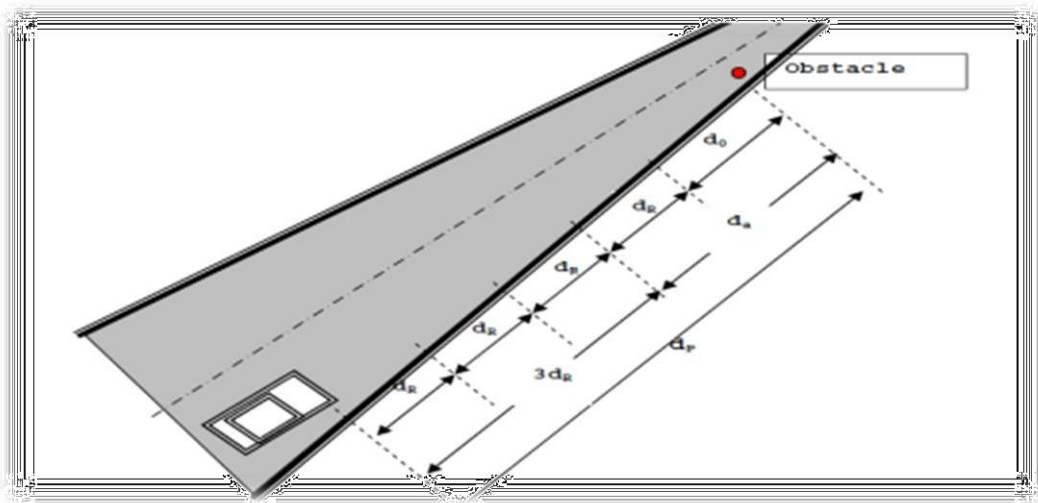


Figure 02: Distance de perception

VII.6 Manœuvre de dépassement :

- d_{vdm} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.
- d_{vdn} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.
- d_{md} : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

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	/

Tableau 03: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de d_{vdm} , d_{vdn} et d_{md} en fonction de la vitesse.

- Application :

$V_r = 80 \text{ Km/h}$ $d_{vdm} = 320 \text{ m}$ $d_{vdn} = 480 \text{ m}$ $d_{md} = 200 \text{ m}$

CHAPITRE VIII

Profile En Travers

CHAPITRE VIII

VI Profil En Travers

VI.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....).

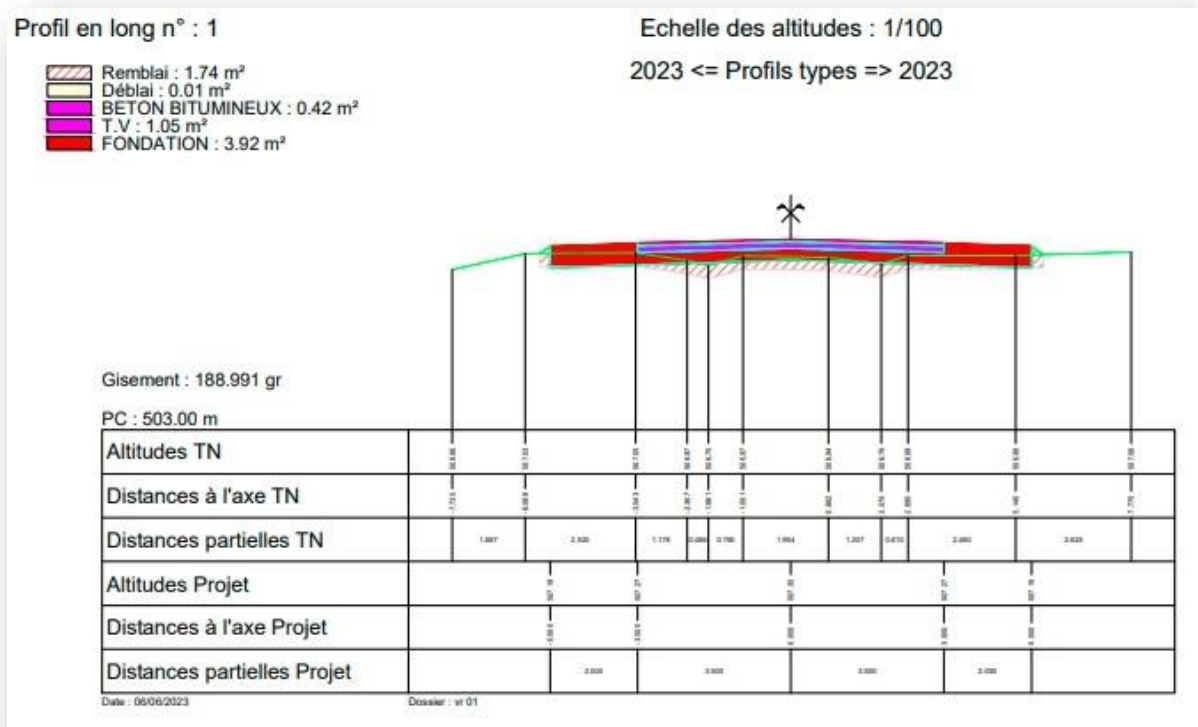


Figure 01 : Profil en travers de notre projet

VI.2 TYPES DE PROFIL EN TRAVERS:

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

VI.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).

VI.2.2 Profil en travers courants :

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

VI.3 Les éléments de composition du profil en travers:

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

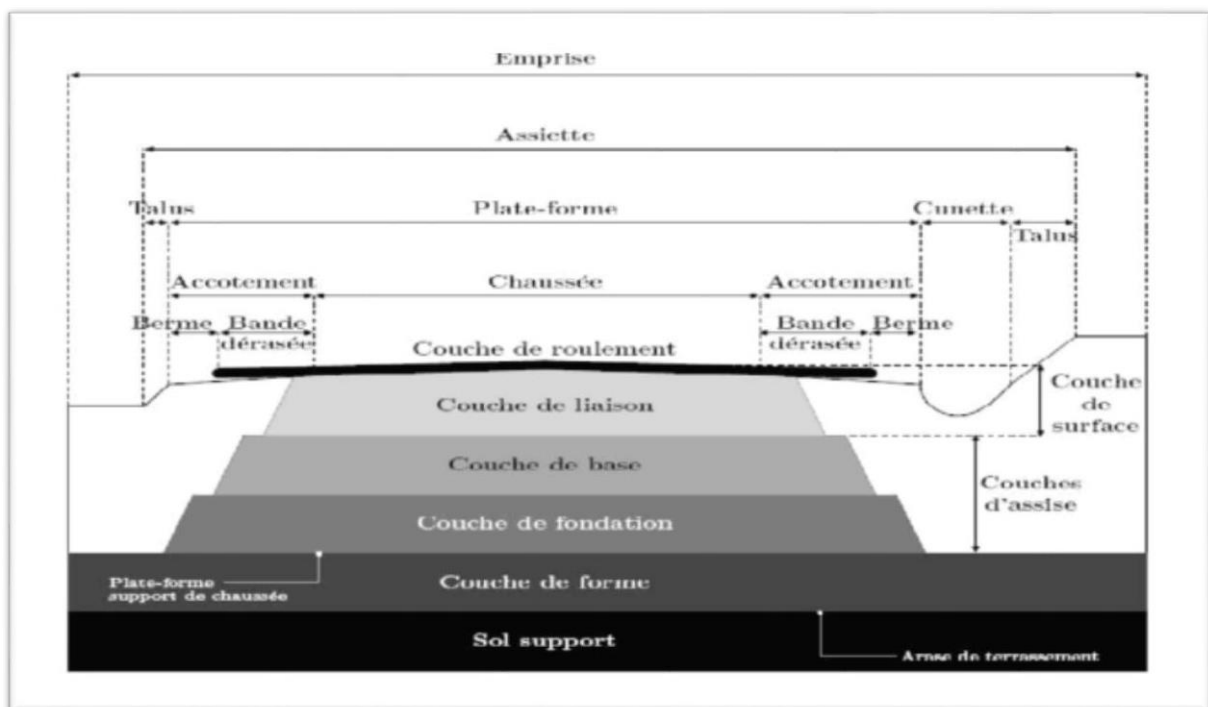


Figure 02: Les éléments constitutifs du profil en travers.

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.

VI.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 : $3.50 \times 2 = 7$ m
- Accotement : $2 \times 2 = 4$ m.
- Plate-forme : 11 m.

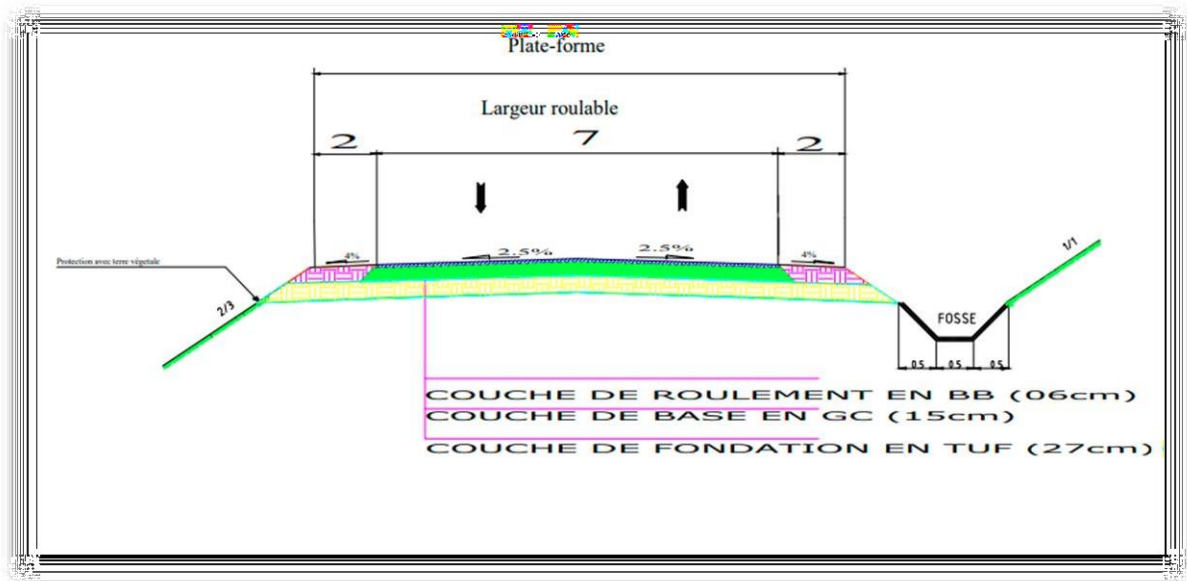


Figure 03 : Profil en travers type

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

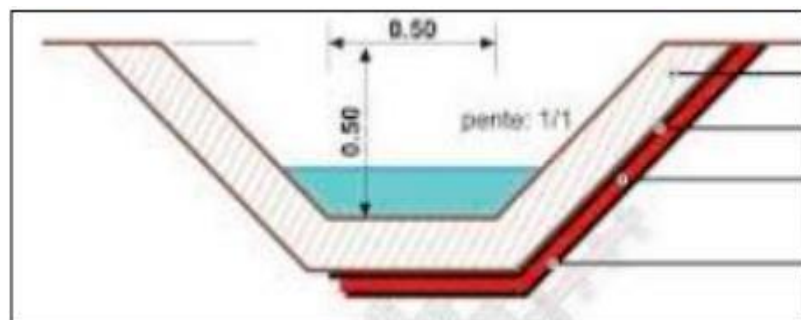


Figure 04 : Dimensions du fossé.

CHAPITRE IX :

LES CUBATURES

CHAPITRE IX :

VII LES CUBATURES

VII.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.

VII.2 DEFINITION

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais 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.

VII.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.

VII.4 METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

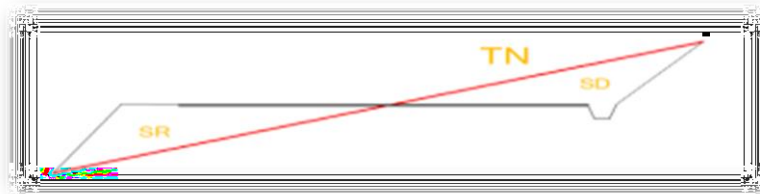


Figure 01 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.

VII.4.1 FORMULE DE SARRAUS :

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

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

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

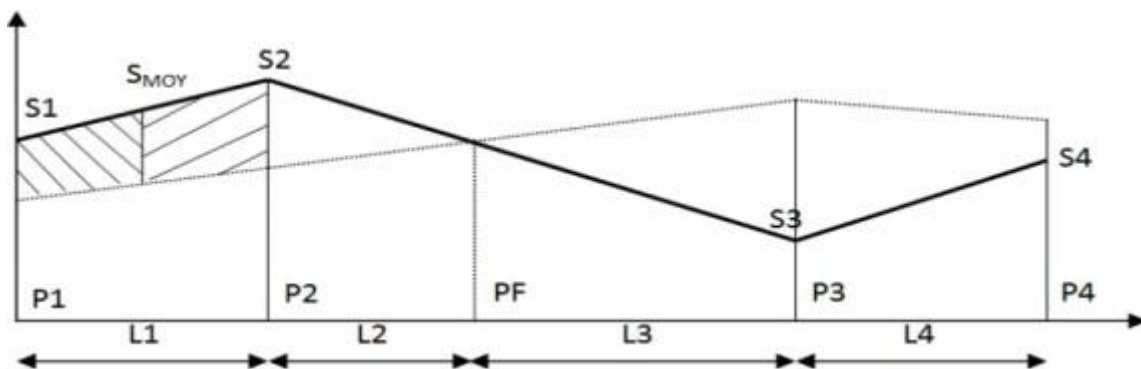


Figure 02: Schéma représentant la surface entre profil.

- **PF** : profil fictive, surface nulle.
- **Si** : surface de profil en travers Pi.
- **Li** : distance entre ces deux profils.
- **S_{moy}** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour un calcul plus simple on à considérer que :

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

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

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

Le volume total V :

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

VII.4.2 Méthode de 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.

VII.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.

VII.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 remblais.

Méthode	Linéaire
Volume cumulé déblais (m ³)	50930,182 m ³
Volume cumulé remblais (m ³)	5962,493m ³
Excès de déblais (m ³)	44967.689 m ³

Tableau 01 : volume cumulé de déblais et remblais

➤ **Calcul de cubature :**

- **Décapage de la terre végétale :**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Emprise (m)			Décapage du TN				
			Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Largeur	Surface (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	PK=0.00m	12,500	7,325	7,237	14,562	0,300	14,562	182,03	54,609	54,609
P2	PK=25.00m	25,000	7,065	7,411	14,475	0,300	14,475	361,88	108,564	163,173
P3	PK=50.00m	25,000	7,172	7,598	14,770	0,300	14,770	369,25	110,775	273,948
P4	PK=75.00m	25,000	7,343	7,861	15,204	0,300	15,204	380,10	114,03	387,978
P5	PK=100.00m	25,000	7,540	8,049	15,589	0,300	15,589	389,74	116,73	504,708
P6	PK=125.00m	25,000	7,675	8,093	15,768	0,300	15,768	394,20	118,26	622,968
P7	PK=150.00m	25,000	7,843	8,396	16,239	0,300	16,239	405,98	121,794	744,762
P8	PK=175.00m	25,000	8,276	8,415	16,691	0,300	16,691	417,28	125,184	869,946
P9	PK=200.00m	25,000	8,125	8,238	16,363	0,300	16,363	409,08	122,724	992,67
P10	PK=225.00m	25,000	8,184	8,242	16,426	0,300	16,426	410,65	123,195	1115,865
P11	PK=250.00m	25,000	8,122	8,054	16,176	0,300	16,176	404,39	121,317	1237,182
P12	PK=275.00m	25,000	8,068	8,155	16,222	0,300	16,222	405,56	121,668	1358,85
P13	PK=300.00m	25,000	8,045	8,124	16,169	0,300	16,169	404,24	121,172	1482,122
P14	PK=325.00m	25,000	7,995	8,156	16,150	0,300	16,150	403,75	121,125	1603,247
P15	PK=350.00m	25,000	7,990	8,068	16,058	0,300	16,058	401,45	120,435	1723,682
P16	PK=375.00m	25,000	7,939	7,981	15,920	0,300	15,920	398,00	119,40	1843,082
P17	PK=400.00m	25,000	8,002	8,056	16,058	0,300	16,058	401,46	120,438	1963,520
P18	PK=425.00m	25,000	8,245	8,435	16,680	0,300	16,680	417,00	125,10	2088,62
P19	PK=450.00m	17,766	8,416	8,508	16,924	0,300	16,924	300,68	90,204	2178,824
P20	PK=460.533m	12,500	8,439	8,466	16,904	0,300	16,904	211,31	63,393	2242,217
P21	PK=475.00m	19,734	8,411	8,436	16,848	0,300	16,848	332,47	99,741	2341,958
P22	PK=500.00m	25,000	8,553	8,520	17,073	0,300	17,073	426,83	128,049	2470,007
P23	PK=525.00m	15,467	8,439	8,251	16,690	0,300	16,690	258,14	77,442	2547,449
P24	PK=525.00m	12,500	8,391	8,224	16,615	0,300	16,615	207,69	62,307	2609,756
P25	PK=550.00m	20,033	8,427	8,242	16,669	0,300	16,669	367,27	110,181	2719,937

P26	PK=575.00m	25,000	8,170	8,126	16,297	0,300	16,297	407,41	122,223	2842,16
P27	PK=600.00m	25,000	7,876	7,870	15,746	0,300	15,746	393,66	118,098	2960,258
P28	PK=625.00m	25,000	7,840	7,811	15,651	0,300	15,651	391,28	117,384	3077,642
P29	PK=650.00m	25,000	7,618	7,942	15,560	0,300	15,560	389,01	116,703	3194,345
P30	PK=675.00m	25,000	7,487	7,794	15,281	0,300	15,281	382,02	114,606	3308,951
P31	PK=700.00m	25,000	7,420	7,710	15,130	0,300	15,130	378,25	113,475	3422,426
P32	PK=725.00m	25,000	7,380	7,613	14,993	0,300	14,993	374,82	112,446	3534,872
P33	PK=750.00m	25,000	7,358	7,507	14,865	0,300	14,865	371,62	111,486	3646,358
P34	PK=775.00m	25,000	7,229	7,363	14,592	0,300	14,592	364,79	109,437	3755,795
P35	PK=800.00m	25,000	7,167	7,301	14,468	0,300	14,468	361,71	108,513	3864,308
P36	PK=825.00m	25,000	5,626	5,515	11,142	0,300	11,142	278,54	83,562	3947,87
P37	PK=850.00m	25,000	5,833	5,712	11,545	0,300	11,545	288,64	86,592	4061,462
P38	PK=875.00m	25,000	5,909	5,775	11,684	0,300	11,684	292,11	87,633	4149,095
P39	PK=900.00m	25,000	7,045	5,646	12,691	0,300	12,691	317,27	95,181	4244,276
P40	PK=925.00m	25,000	5,520	5,560	11,080	0,300	11,080	277,00	83,10	4327,376
P41	PK=950.00m	25,000	5,821	5,775	11,596	0,300	11,596	289,91	86,973	4414,349
P42	PK=975.00m	25,000	5,812	5,765	11,576	0,300	11,576	289,40	86,82	4501,169
P43	PK=1000.00m	25,000	5,819	6,013	11,832	0,300	11,832	295,81	88,743	4589,912
P44	PK=1025.00m	21,409	6,298	6,157	12,454	0,300	12,454	266,64	79,992	4669,904
P45	PK=1042.819m	12,500	6,350	6,171	12,521	0,300	12,521	156,51	46,953	4716,857
P46	PK=1050.00m	16,091	6,355	6,174	12,529	0,300	12,529	201,60	60,48	4777,337
P47	PK=1075.00m	25,000	6,578	6,318	12,896	0,300	12,896	322,40	96,72	4874,057
P48	PK=1100.00m	25,000	6,778	6,789	13,567	0,300	13,567	339,18	101,754	4975,811
P49	PK=1125.00m	14,295	6,619	6,603	13,222	0,300	13,222	189,01	56,703	5032,514
P50	PK=1128.59m	12,500	6,606	6,608	13,214	0,300	13,214	165,18	49,554	5082,068
P51	PK=1150.00m	23,205	6,564	6,817	13,381	0,300	13,381	310,51	93,153	5175,221
P52	PK=1175.00m	25,000	6,335	6,647	12,982	0,300	12,982	324,55	97,365	5272,586
P53	PK=1200.00m	25,000	6,137	6,422	12,558	0,300	12,558	313,96	94,188	5366,774
P54	PK=1225.00m	25,000	5,790	6,159	11,948	0,300	11,948	298,71	89,613	5456,387

P55	PK=1250.00m	25,000	5,636	5,667	11,303	0,300	11,303	282,57	84,771	5541,158
P56	PK=1275.00m	25,000	5,846	5,610	11,457	0,300	11,457	286,42	85,926	5627,084
P57	PK=1300.00m	25,000	5,570	5,666	11,236	0,300	11,236	280,91	84,273	5711,357
P58	PK=1325.00m	25,000	7,155	7,119	14,274	0,300	14,274	356,84	107,052	5818,409
P59	PK=1350.00m	25,000	7,239	7,279	14,518	0,300	14,518	362,95	108,885	5927,294
P60	PK=1375.00m	25,000	7,402	7,414	14,816	0,300	14,816	370,39	111,117	6038,411
P61	PK=1400.00m	25,000	7,412	7,449	14,861	0,300	14,861	371,52	111,456	6149,867
P62	PK=1425.00m	25,000	7,265	7,084	14,349	0,300	14,349	358,73	107,619	6257,486
P63	PK=1450.00m	25,000	7,204	7,097	14,300	0,300	14,300	357,51	107,253	6364,739
P64	PK=1475.00m	25,000	7,233	7,340	14,573	0,300	14,573	364,31	109,293	6474,032
P65	PK=1500.00m	25,000	7,088	7,353	14,441	0,300	14,441	361,02	108,306	6582,338
P66	PK=1525.00m	25,000	7,635	7,606	15,241	0,300	15,241	381,02	114,306	6696,644
P67	PK=1550.00m	25,000	7,807	7,580	15,387	0,300	15,387	384,67	115,401	6812,045
P68	PK=1575.00m	25,000	7,660	7,760	15,419	0,300	15,419	385,49	115,647	6927,692
P69	PK=1600.00m	25,000	7,732	7,824	15,556	0,300	15,556	388,90	116,67	7044,362
P70	PK=1625.00m	25,000	8,074	8,101	16,174	0,300	16,174	404,36	121,308	7165,67
P71	PK=1650.00m	25,000	8,222	8,102	16,324	0,300	16,324	408,11	122,433	7288,103
P72	PK=1675.00m	25,000	8,102	8,106	16,208	0,300	16,208	405,19	121,557	7409,66
P73	PK=1700.00m	20,484	8,155	8,278	16,433	0,300	16,433	336,62	100,986	7510,646
P74	PK=1675.00m	12,500	8,382	8,586	16,968	0,300	16,968	212,10	63,63	7574,276
P75	PK=1700.00m	17,016	8,464	8,746	17,210	0,300	17,210	292,84	87,852	7662,128
P76	PK=1725.00m	25,000	8,645	8,590	17,235	0,300	17,235	430,88	129,264	7791,392
P77	PK=1750.00m	18,659	8,458	8,497	16,955	0,300	16,955	316,37	94,911	7886,303
P78	PK=1775.00m	12,500	8,332	8,566	16,898	0,300	16,898	211,22	63,366	7949,669
P79	PK=1800.00m	18,841	8,619	8,739	17,357	0,300	17,357	327,02	98,106	8047,775
P80	PK=1825.00m	25,000	8,281	8,507	16,788	0,300	16,788	419,70	125,91	8173,685
P81	PK=1850.00m	12,500	8,294	8,520	16,815	0,300	16,815	420,36	126,108	8299,793
P82	PK=1875.00m	25,000	8,369	8,553	16,922	0,300	16,922	423,05	126,915	8426,708
P83	PK=1900.00m	25,000	8,033	8,083	16,116	0,300	16,116	402,89	120,867	8547,575

P84	PK=1925.00m	25,000	7,973	8,085	16,058	0,300	16,058	401,45	120,435	8668,01
P85	PK=1950.00m	25,000	7,669	8,040	15,709	0,300	15,709	392,74	117,822	8785,832
P86	PK=1975.00m	25,000	7,868	8,144	16,012	0,300	16,012	400,30	120,09	8905,922
P87	PK=2000.00m	25,000	8,304	8,039	16,344	0,300	16,344	408,59	122,577	9028,499
P88	PK=2025.00m	19,059	7,705	7,789	15,494	0,300	15,494	295,30	88,59	9117,089
P89	PK=2038.117m	12,500	7,674	7,727	15,401	0,300	15,401	192,51	57,753	9174,842
P90	PK=2050.00m	18,441	7,655	7,655	15,310	0,300	15,310	282,34	84,702	9259,544
P91	PK=2075.00m	25,000	7,49	7,400	14,890	0,300	14,890	372,26	111,678	9371,222
P92	PK=2100.00m	19,217	7,303	7,289	14,592	0,300	14,592	280,40	84,12	9455,342
P93	PK=2113.433m	12,500	7,279	7,269	14,548	0,300	14,548	181,85	54,555	9509,897
P94	PK=2125.00m	18,283	7,257	7,254	14,510	0,300	14,510	265,29	79,587	9589,484
P95	PK=2150.00m	25,000	7,195	7,202	14,397	0,300	14,397	359,92	107,976	9697,46
P96	PK=2175.00m	25,000	7,349	7,324	14,673	0,300	14,673	366,83	110,049	9807,509
P97	PK=2200.00m	25,000	7,403	7,333	14,735	0,300	14,735	368,38	110,514	9918,023
P98	PK=2225.00m	25,000	7,504	7,492	14,996	0,300	14,996	374,90	112,47	10030,493
P99	PK=2250.00m	25,000	7,672	7,717	15,390	0,300	15,390	384,74	115,422	10145,915
P100	PK=2275.00m	25,000	7,764	7,811	15,575	0,300	15,575	389,38	116,814	10262,729
P101	PK=2300.00m	25,000	7,778	7,778	15,567	0,300	15,567	389,16	116,748	10379,477
P102	PK=2325.00m	25,000	7,909	7,864	15,772	0,300	15,772	394,31	118,293	10497,77
P103	PK=2350.00m	25,000	8,107	8,048	16,155	0,300	16,155	403,87	121,161	10618,931
P104	PK=2375.00m	25,000	8,290	8,180	16,470	0,300	16,470	411,75	123,525	10742,456
P105	PK=2400.00m	25,000	8,409	8,288	16,697	0,300	16,697	417,43	125,229	10867,685
P106	PK=2425.00m	25,000	8,462	8,377	16,839	0,300	16,839	420,97	126,291	10993,976
P107	PK=2450.00m	25,000	8,505	8,588	17,093	0,300	17,093	427,32	128,196	11122,172
P108	PK=2475.00m	25,000	8,540	8,588	17,127	0,300	17,127	428,19	128,457	11250,629
P109	PK=2500.00m	18,105	8,567	8,596	17,163	0,300	17,163	310,75	93,225	11343,854
P110	PK=2511.211m	12,500	8,595	8,561	17,156	0,300	17,156	214,45	64,335	11408,189
P111	PK=2550.00m	19,395	8,588	8,573	17,161	0,300	17,161	332,84	99,852	11508,041
P112	PK=2550.00m	25,00	8,618	8,585	17,203	0,300	17,203	430,08	129,024	11637,065

P113	PK=2575.00m	25,000	8,692	8,718	17,410	0,300	17,410	435,24	130,572	11767,637
P114	PK=2600.00m	25,000	8,742	8,625	17,367	0,300	17,367	434,17	130,251	11897,888
P115	PK=2625.00m	16,362	8,619	8,659	17,278	0,300	17,278	282,70	84,81	11982,698
P116	PK=2632.723m	12,500	8,609	8,603	17,212	0,300	17,212	215,15	64,545	12047,243
108,P1 17	PK=2650.00m	21,138	8,499	8,397	16,896	0,300	16,896	357,16	107,148	12154,391
P118	PK=2675.00m	25,000	8,165	8,058	16,222	0,300	16,222	405,56	121,668	12276,059
P119	PK=2700.00m	25,000	7,952	7,971	15,922	0,300	15,922	398,06	119,418	12395,477
P120	PK=2725.00m	25,000	7,762	7,963	15,725	0,300	15,725	393,13	117,939	12516,416
P121	PK=2750.00m	25,000	7,687	7,779	15,466	0,300	15,466	386,65	115,995	12632,411
P122	PK=2775.00m	25,000	7,558	7,594	15,152	0,300	15,152	378,80	113,64	12746,051
P123	PK=2800.00m	25,000	7,465	7,534	14,999	0,300	14,999	374,97	112,491	12858,542
P124	PK=2825.00m	25,000	7,420	7,471	14,891	0,300	14,891	372,28	111,684	12970,226
P125	PK=2850.00m	25,000	7,341	7,346	14,688	0,300	14,688	367,19	110,157	13080,383
P126	PK=2875.00m	25,000	7,250	7,193	14,442	0,300	14,442	361,06	108,318	13188,701
P127	PK=2900.00m	25,000	7,131	7,163	14,294	0,300	14,294	357,36	107,208	13295,909
P128	PK=2925.00m	25,000	7,050	7,141	14,191	0,300	14,191	354,77	106,431	13402,34
P129	PK=2950.00m	25,000	5,511	7,028	12,540	0,300	12,540	313,49	94,047	13496,387
P130	PK=2975.00m	25,000	5,647	5,585	11,232	0,300	11,232	280,80	84,24	13580,627
P131	PK=3000.00m	25,000	5,977	5,938	11,915	0,300	11,915	297,88	89,364	13669,991
P132	PK=3025.00m	25,000	6,109	6,091	12,200	0,300	12,200	305,00	91,50	13761,491
P133	PK=3050.00m	25,000	6,221	6,206	12,427	0,300	12,427	310,68	93,204	13854,695
P134	PK=3075.00m	25,00	6,364	6,363	12,727	0,300	12,727	318,19	95,457	13950,152
P135	PK=3100.00m	25,00	6,254	6,309	12,562	0,300	12,562	314,06	94,218	14044,37
P136	PK=3125.00m	25,00	6,312	6,375	12,687	0,300	12,687	317,18	95,154	14139,524
P137	PK=3150.00m	25,00	6,431	6,489	12,919	0,300	12,919	322,99	96,897	14236,421
P138	PK=3175.00m	25,00	6,670	6,687	13,357	0,300	13,357	333,92	100,176	14336,597
P139	PK=3200.00m	25,00	6,933	6,876	13,810	0,300	13,810	345,24	103,572	14440,169
P140	PK=3225.00m	25,00	7,089	6,949	14,038	0,300	14,038	350,95	105,285	14545,454
P141	PK=3250.00m	25,00	7,053	6,815	13,868	0,300	13,868	346,71	104,013	14649,467

P142	PK=3275.00m	16,163	6,936	6,788	13,724	0,300	13,724	221,82	66,546	14716,013
P143	PK=3300.00m	12,500	6,886	6,759	13,645	0,300	13,645	170,56	51,168	14767,181
P144	PK=3300.00m	15,515	6,790	6,718	13,508	0,300	13,508	209,58	62,874	14830,055
P145	PK=3313.356m	12,500	6,689	6,616	13,305	0,300	13,305	166,31	49,893	14879,948
P146	PK=3325.000m	18,322	6,601	6,504	13,105	0,300	13,105	240,11	72,033	14951,981
P147	PK=3350.00m	25,00	6,342	6,169	12,512	0,300	12,512	312,79	93,837	15045,818
P148	PK=3375.00m	25,00	6,120	5,929	12,049	0,300	12,049	301,21	90,363	15136,181
P149	PK=3400.00m	25,00	6,033	5,814	11,847	0,300	11,847	296,17	88,851	15225,032
P150	PK=3425.00m	25,00	6,086	5,915	12,001	0,300	12,001	300,03	90,009	15315,041
P151	PK=3450.00m	25,00	6,199	6,139	12,338	0,300	12,338	308,44	92,532	15407,573
P152	PK=3475.00m	12,511	6,290	6,235	12,526	0,300	12,526	156,71	47,013	15454,586
P153	PK=3475.023m	12,500	6,290	6,235	12,526	0,300	12,526	156,57	46,971	15501,557
P154	PK=3500.00m	24,989	6,322	6,235	12,557	0,300	12,557	313,78	94,134	15595,691
P155	PK=3525.00m	25,00	6,302	6,222	12,523	0,300	12,523	313,08	93,924	15689,615
P156	PK=3550.00m	25,00	6,166	6,021	12,187	0,300	12,187	304,68	91,404	15781,019
P157	PK=3575.00m	25,00	5,815	5,692	11,506	0,300	11,506	287,65	86,295	15867,314
P158	PK=3600.00m	25,00	7,116	7,142	14,529	0,300	14,529	363,22	108,966	15976,28
P159	PK=3625.00m	25,00	7,489	7,983	15,472	0,300	15,472	386,80	116,04	16092,32
P160	PK=3650.00m	25,00	7,477	8,114	15,591	0,300	15,591	389,77	116,931	16209,251
P161	PK=3675.00m	25,00	7,443	7,984	15,428	0,300	15,428	385,69	115,707	16324,958
P162	PK=3700.00m	25,00	7,545	8,094	15,639	0,300	15,639	390,98	117,294	16442,252
P163	PK=3725.00m	25,00	7,685	8,218	15,903	0,300	15,903	397,58	119,274	16561,526
P164	PK=3750.00m	25,00	7,795	8,803	16,098	0,300	16,098	402,46	120,738	16682,264
P165	PK=3775.00m	20,818	8,081	8,725	16,806	0,300	16,806	349,86	104,958	16787,222
P166	PK=3791.636m	12,500	7,770	8,296	16,066	0,300	16,066	200,83	60,249	16847,471
P167	PK=3800.00m	16,682	7,364	7,699	15,064	0,300	15,064	251,29	75,387	16922,858
P168	PK=3825.00m	25,00	7,431	7,437	14,868	0,300	14,868	371,71	111,513	17034,,371
P169	PK=3850.00m	25,00	7,648	7,734	15,383	0,300	15,383	384,57	115,371	17149,742
P170	PK=3875.00m	25,00	7,792	7,933	15,725	0,300	15,725	393,12	117,936	17267,678
P171	PK=3900.00m	25,00	7,906	7,988	15,893	0,300	15,893	397,33	119,199	17386,877

P172	PK=3925.00m	25,00	7,984	8,038	16,022	0,300	16,022	400,56	120,168	17507,045
P173	PK=3950.00m	25,000	8,089	8,112	16,201	0,300	16,201	405,03	121,509	17628,554
P174	PK=3975.00m	23,627	8,108	8,083	16,191	0,300	16,191	382,54	114,762	17743,316
P175	PK=3997.253m	11,127	8,090	8,030	16,121	0,300	16,121	179,37	53,811	17797,127
Volume total de décapage (m³)									17797,127	

Tableau 02 : Calcul de volume de décapage de terre végétale

- **Calcul de cubature de terrassement :**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	PK=0.00m	12,500	3,90	3,49	7,39	92,339	92,339	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	PK=25.00m	25,000	2,66	3,84	6,49	162,351	254,689	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	PK=50.00m	25,000	3,80	5,66	9,46	236,595	491,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	PK=75.00m	25,000	5,66	7,69	13,35	333,744	825,028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P5	PK=100.00m	25,000	7,12	9,29	16,41	410,303	1235,,332	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P6	PK=125.00m	25,000	8,02	10,11	18,12	453,099	1688,430	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P7	PK=150.00m	25,000	9,50	12,99	22,49	562,248	2250,678	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P8	PK=175.00m	25,000	11,86	13,04	24,90	622,547	2873,225	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P9	PK=200.00m	25,000	11,30	11,77	23,07	576,636	3449,861	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P10	PK=225.00m	25,000	10,99	11,30	22,29	557,142	4007,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P11	PK=250.00m	25,000	10,47	10,23	20,70	517,456	4524,459	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P12	PK=275.00m	25,000	10,21	10,64	20,86	521,438	5045,897	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P13	PK=300.00m	25,000	10,28	10,63	20,91	522,660	5568,557	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P14	PK=325.00m	25,000	10,01	10,66	20,67	516,752	6085,308	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P15	PK=350.00m	25,000	9,90	10,20	20,10	502,530	6587,838	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P16	PK=375.00m	25,000	9,36	9,56	18,92	472,928	7060,766	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P17	PK=400.00m	25,000	9,65	9,62	19,28	481,937	7542,703	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P18	PK=425.00m	25,000	11,43	12,36	23,79	594,867	8137,570	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P19	PK=450.00m	17,766	12,20	12,29	24,49	435,052	8572,622	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P20	PK=460.533m	12,500	12,30	12,61	24,91	311,316	8883,938	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P21	PK=475.00m	19,734	12,50	13,10	25,60	505,188	9389,126	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P22	PK=500.00m	25,000	13,95	13,67	27,61	690,372	10079,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P23	PK=525.00m	15,467	13,04	11,95	24,99	386,579	10466,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P24	PK=530.934m	12,500	12,56	11,60	24,16	302,045	10768,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P25	PK=550.00m	22,033	13,13	11,72	24,85	547,432	11315,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

P26	PK=575.00m	25,000	10,82	10,62	21,44	536,018	11851,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P27	PK=600.00m	25,000	8,67	8,74	17,41	435,205	12286,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P28	PK=625.00m	25,000	8,42	8,13	16,56	413,911	12700,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P29	PK=650.00m	25,000	7,11	8,62	15,73	393,237	13093,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P30	PK=675.00m	25,000	6,14	7,22	13,37	334,156	13428,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P31	PK=700.00m	25,000	5,05	5,45	10,50	262,521	13690,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P32	PK=725.00m	25,000	4,90	5,33	10,24	255,916	13946,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P33	PK=750.00m	25,000	5,04	5,84	10,88	271,934	14218,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P34	PK=775.00m	25,000	3,63	3,80	7,43	185,778	14404,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P35	PK=800.00m	25,000	3,57	4,11	7,68	191,909	14596,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P36	PK=825.00m	25,000	1,16	1,33	2,48	62,055	14658,19	0,01	0,00	0,01	0,198	0,198
P37	PK=850.00m	25,000	0,07	0,32	0,39	9,859	14668,05	0,14	0,06	0,21	5,213	5,411
P38	PK=875.00m	25,000	0,00	0,11	0,11	2,732	14670,78	0,47	0,29	0,76	18,973	24,384
P39	PK=900.00m	25,000	2,41	1,21	3,62	90,457	14761,24	0,00	0,01	0,01	0,265	24,649
P40	PK=925.00m	25,000	1,43	1,34	2,76	69,074	14830,31	0,00	0,00	0,00	0,050	24,699
P41	PK=950.00m	25,000	0,12	0,20	0,32	8,001	14838,31	0,09	0,08	0,17	4,321	29,019
P42	PK=975.00m	25,000	0,09	0,21	0,31	7,650	14845,96	0,15	0,10	0,24	6,081	35,100
P43	PK=1000.00m	25,000	0,04	0,00	0,04	1,064	14847,03	0,56	1,10	1,66	41,520	76,621
P44	PK=1025.00m	21,409	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	2,75	2,36	5,11	109,326	185,947
P45	PK=1042.81m	12,500	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	3,10	2,47	5,57	69,673	255,620
P46	PK=1050.00m	16,091	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	3,21	2,54	5,75	92,520	348,140
P47	PK=1075.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	4,51	3,43	7,94	198,420	546,560
P48	PK=1100.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	6,15	6,16	12,32	307,958	854,518
P49	PK=1125.00m	14,295	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	5,19	5,22	10,42	148,932	1003,45
P50	PK=1128.59m	12,500	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	5,13	5,25	10,38	129,74	1133,19
P51	PK=1150.00m	23,205	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	5,07	5,84	10,91	253,105	1386,295
P52	PK=1175.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	3,87	4,93	8,80	220,031	1606,326
P53	PK=1200.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	14847,03	2,58	3,61	6,18	154,601	1760,928
P54	PK=1225.00m	25,000	0,09	0,00	0,09	2,288	14849,31	0,56	1,70	2,25	56,339	1817,267
P55	PK=1250.00m	25,000	1,16	1,16	2,32	57,971	14907,289	0,01	0,01	0,02	0,566	1817,832

P56	PK=1275.00m	25,000	0,07	0,60	0,67	16,734	14924,02	0,09	0,02	0,12	2,885	1820,717
P57	PK=1300.00m	25,000	1,19	0,86	2,04	51,009	14975,03	0,00	0,01	0,02	0,408	1821,125
P58	PK=1325.00m	25,000	3,26	3,13	6,39	159,842	15134,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P59	PK=1350.00m	25,000	3,88	4,09	7,97	199,280	15334,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P60	PK=1375.00m	25,000	5,15	5,20	10,35	258,752	15592,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,,125
P61	PK=1400.00m	25,000	5,34	5,52	10,85	271,373	15864,27	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P62	PK=1425.00m	25,000	3,77	3,04	6,81	170,327	16034,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P63	PK=1450.00m	25,000	3,26	2,91	6,17	154,358	16188,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P64	PK=1475.00m	25,000	4,69	5,02	9,71	242,772	16431,73	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P65	PK=1500.00m	25,000	3,03	3,85	6,87	171,833	16603,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P66	PK=1525.00m	25,000	6,76	6,59	13,35	333,828	16937,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P67	PK=1550.00m	25,000	7,12	6,32	13,44	336,040	17273,43	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P68	PK=1575.00m	25,000	7,29	7,65	14,94	373,376	17646,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P69	PK=1600.00m	25,000	7,63	7,96	15,59	389,823	18036,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P70	PK=1625.00m	25,000	10,29	10,45	20,74	518,503	18555,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P71	PK=1650.00m	25,000	11,44	10,72	22,16	553,981	19109,11	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P72	PK=1675.00m	25,000	10,26	10,24	20,50	512,450	19621,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P73	PK=1700.00m	20,484	11,15	11,58	22,73	465,658	20087,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P74	PK=1715.96m	12,500	13,74	15,14	28,87	360,901	20448,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P75	PK=1725.00m	25,000	15,02	16,59	31,61	537,834	20985,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P76	PK=1750.00m	25,000	15,08	14,71	29,79	744,689	21730,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P77	PK=1775.00m	25,000	13,28	13,32	26,60	496,263	22226,91	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P78	PK=1787.31m	25,000	12,52	13,66	26,18	327,258	22554,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P79	PK=1800.00m	25,000	15,08	15,76	30,84	580,961	23135,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P80	PK=1825.00m	25,000	12,50	13,58	26,08	652,030	23787,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P81	PK=1850.00m	25,000	12,46	13,48	25,94	648,483	24435,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,215
P82	PK=1875.00m	25,000	13,31	14,28	27,59	689,658	25125,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P83	PK=1900.00m	25,000	10,05	10,18	20,23	505695	25630,99	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P84	PK=1925.00m	25,000	9,48	9,95	19,43	485,756	26116,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P85	PK=1950.00m	25,000	7,76	9,31	17,07	426,655	26543,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125

P86	PK=1975.00m	25,000	8,99	9,68	18,67	466,662	27010,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P87	PK=2000.00m	25,000	12,17	10,53	22,69	567,342	27577,41	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P88	PK=2025.00m	19,059	7,52	7,90	15,43	293,988	27871,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P89	PK=2038.117m	12,500	7,23	7,44	14,67	183,341	28054,74	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P90	PK=2050.00m	18,441	6,98	6,98	13,97	257,594	28312,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P91	PK=2075.00m	25,000	5,22	4,92	10,14	253,455	28565,79	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P92	PK=2075.00m	25,000	4,20	4,17	8,37	160,911	28726,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P93	PK=2100.00m	25,000	4,05	4,04	8,09	101,144	28827,84	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P94	PK=2125.00m	25,000	3,97	4,00	7,98	145,844	28973,69	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P95	PK=2150.00m	25,000	3,50	3,53	7,03	175,674	29149,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P96	PK=2175.00m	25,000	5,11	4,92	10,03	250,641	29400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P97	PK=2200.00m	25,000	5,32	4,73	10,04	251,097	29651,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P98	PK=2225.00m	25,000	5,84	5,78	11,62	290,579	29941,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P99	PK=2250.00m	25,000	7,12	7,22	14,34	358,541	30300,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P100	PK=2275.00m	25,000	7,77	7,78	15,54	388,567	30688,79	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P101	PK=2300.00m	25,000	7,80	8,01	15,81	395,327	31084,11	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P102	PK=2325.00m	25,000	8,60	8,61	17,21	430,291	31514,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P103	PK=2350.00m	25,000	10,01	9,84	19,85	496,157	32010,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P104	PK=2375.00m	25,000	11,13	11,17	22,30	557,524	32568,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P105	PK=2400.00m	25,000	12,39	12,12	24,51	612,781	33180,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P106	PK=2425.00m	25,000	12,68	12,68	25,36	633,954	33814,82	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P107	PK=2450.00m	25,000	14,93	14,66	29,59	739,663	34554,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P108	PK=2475.00m	25,000	14,60	14,56	29,17	729,187	35283,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P109	PK=2500.00m	18,105	14,48	14,27	28,75	520,516	35804,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P110	PK=2511.21m	12,500	14,84	14,46	29,30	366,249	36170,43	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P111	PK=2525.00m	19,395	15,08	14,74	29,82	578,290	36748,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P112	PK=2550.00m	12,500	14,92	14,55	29,46	736,607	37485,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P113	PK=2575.00m	25,000	15,74	15,41	31,15	778,762	38264,09	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P114	PK=2600.00m	25,000	14,94	14,79	29,73	743,183	39007,28	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P115	PK=2625.00m	16,362	15,01	15,17	30,18	493,802	39501,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125

P116	PK=2632.73m	12,500	14,60	14,56	29,15	364,389	39865,47	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P117	PK=2650.00m	21,138	13,31	12,97	26,27	555,393	40420,86	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P118	PK=2675.00m	25,000	10,55	10,28	20,82	520,555	40941,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P119	PK=2700.00m	25,000	9,21	9,21	18,42	460,462	41401,88	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P120	PK=2725.00m	25,000	8,07	9,06	17,13	428,143	41830,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P121	PK=2750.00m	25,000	7,26	7,64	14,90	372,591	42202,61	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P122	PK=2775.00m	25,000	6,39	6,51	12,90	322,604	42525,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P123	PK=2800.00m	25,000	5,67	5,91	11,58	289,532	42814,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P124	PK=2825.00m	25,000	5,33	5,52	10,85	271,303	43086,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P125	PK=2850.00m	25,000	4,57	4,49	9,06	226,480	43312,53	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P126	PK=2875.00m	25,000	3,91	3,63	7,54	188,466	43501,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P127	PK=2900.00m	25,000	3,18	3,29	6,47	161,711	43662,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P128	PK=2925.00m	25,000	2,69	3,11	5,80	144,928	43807,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P129	PK=2950.00m	25,000	1,74	2,44	4,18	104,415	43912,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P130	PK=2975.00m	25,000	1,09	1,32	2,41	60,223	43972,27	0,00	0,00	0,00	0,00	1821,125
P131	PK=3000.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	0,99	0,88	1,86	46,539	1868,024
P132	PK=3025.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	1,83	1,78	3,62	90,399	1958,423
P133	PK=3050.00m	25,000	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	2,51	2,46	4,97	124,251	2082,675
P134	PK=3075.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	3,49	3,49	6,98	174,511	2257,186
P135	PK=3100.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	2,87	3,01	5,88	147,108	2404,295
P136	PK=3125.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	3,24	3,43	6,67	166,833	2571,12
P137	PK=3150.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	4,06	4,23	8,29	207,300	2778,428
P138	PK=3175.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	5,41	5,60	11,01	275,294	3053,722
P139	PK=3200.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	7,23	7,03	14,25	356,336	3410,058
P140	PK=3225.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	8,05	7,41	15,45	386,329	3796,38
P141	PK=3250.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	7,51	6,70	14,21	355,371	4151,75
P142	PK=3275.00m	16,163	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	7,07	6,61	13,68	221,155	4372,91
P143	PK=3282.32m	12,500	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	6,80	6,40	13,20	165,011	4537,92
P144	PK=3300.00m	15,515	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	6,18	5,89	12,07	187,338	4725,26
P145	PK=3313,35m	12,500	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	5,50	5,26	10,75	134,432	4859,69

P146	PK=3325.00m	18,322	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	4,83	4,52	9,35	171,38	5031,07
P147	PK=3350.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	3,04	2,48	5,52	138,072	5169,14
P148	PK=3375.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43972,27	1,57	0,97	2,55	63,666	5232,81
P149	PK=3400.00m	25,00	0,00	0,00	0,06	1,549	43973,82	1,03	0,40	1,43	35,679	5268,493
P150	PK=3425.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	1,53	0,97	2,50	62,417	5330,909
P151	PK=3450.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,26	2,09	4,36	108,904	5439,813
P152	PK=3475.00m	12,511	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,64	2,62	5,26	65,826	5505,639
P153	PK=3475,023m	12,500	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,64	2,62	5,26	65,774	5571,413
P154	PK=3500.00m	24,989	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,98	2,78	5,76	143,966	5715,378
P155	PK=3525.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,94	2,77	5,71	142,683	5858,061
P156	PK=3550.00m	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43973,82	2,34	1,73	4,07	101,678	5959,739
P157	PK=3575.00m	25,00	0,15	0,39	0,54	13,616	4343987,44	0,07	0,04	0,11	2,754	5962,493
P158	PK=3600.00m	25,00	3,39	4,44	7,83	195,693	44183,13	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P159	PK=3625.00m	25,00	7,46	9,72	17,18	429,609	44612,74	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P160	PK=3650.00m	25,00	6,63	9,23	15,87	396,734	45009,48	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P161	PK=3675.00m	25,00	6,17	8,21	14,38	359,513	45366,99	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P162	PK=3700.00m	25,00	7,07	9,07	16,14	403,415	45772,408	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P163	PK=3725.00m	25,00	8,24	10,18	18,42	460,610	46233,018	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P164	PK=3750.00m	25,00	8,80	11,05	19,85	496,313	46729,331	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P165	PK=3775.00m	20,818	11,45	14,19	25,64	533,845	47263,176	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P166	PK=3791.636m	12,500	8,80	10,76	19,56	244,457	47507,633	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P167	PK=3800.00m	16,682	5,20	6,50	11,70	195,123	47702,755	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P168	PK=3825.00m	25,00	5,21	5,28	10,49	262,166	47964,921	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P169	PK=3850.00m	25,00	7,10	7,31	14,41	360,191	48325,112	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P170	PK=3875.00m	25,00	8,15	8,69	16,83	420,857	48745,969	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P171	PK=3900.00m	25,00	8,99	9,26	18,25	4546,132	49202,101	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P172	PK=3925.00m	25,00	9,70	9,78	19,49	487,139	49689,240	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P173	PK=3950.00m	25,000	10,46	10,55	21,01	525,269	50214,510	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P174	PK=3975.00m	23,627	10,41	10,32	20,73	489,788	50704,298	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493
P175	PK=3997.73m	11,127	10,28	10,02	20,30	225,885	50930,182	0,00	0,00	0,00	0,00	5962,493

Tableau 03 : Calcul de cubature de terrassement

-
- Longueur Totale du Tracé : **3997,253 m**
 - Surface totale de décapage : **59217,53 m²**
 - Volume total de décapage : **17797,127m³**
 - Déblai Total : **50930,182 m³**
 - Remblai Total : **5962,493 m³**

CHAPITRE X :

IMPLANTATON

CHAPITRE X :

VIII IMPLANTATON

VIII.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.

VIII.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.

VIII.3 IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS

VIII.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.

VIII.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.

VIII.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.

VIII.4 IMPLANTATION DE COURBES :

VIII.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.

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.

a. Méthode d'implantation des parties 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.

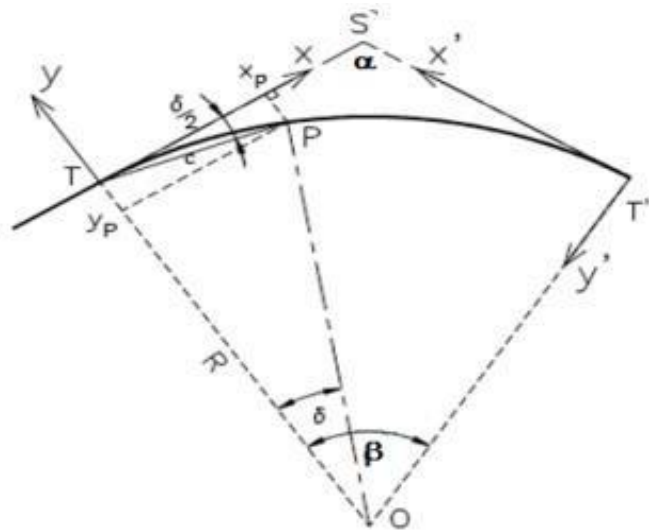


Figure 01 : Implantation partie circulaire

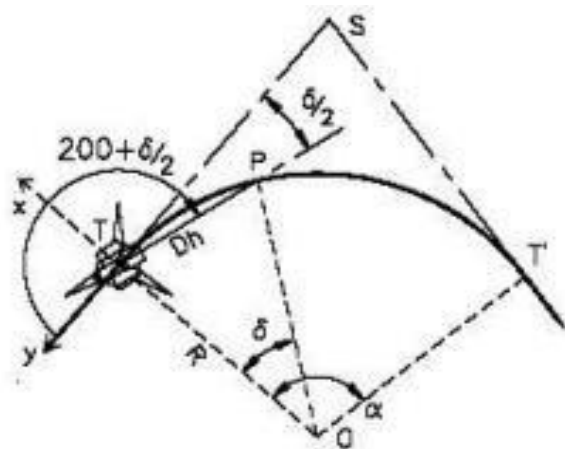


Figure 02 : Coordonnées polaires

b. Raccordement progressif :

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

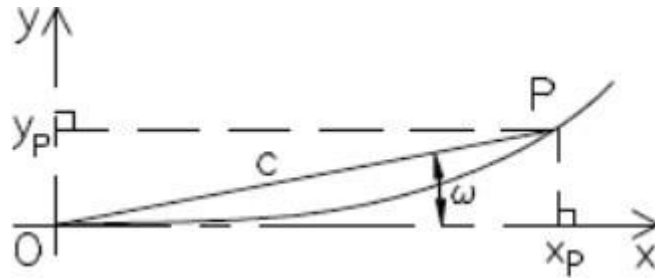


Figure 03 : Méthode d'implantation

- **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 :**

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

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

VIII.4.2 Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils :

Profil n°	Abscisse	Z	Point d'axe	
		Projet	X	Y
P1	PK=0.00m	415,952	295521,171	3014082,185
P2	PK=25.00m	415,783	295516,576	3014106,759
P3	PK=50.00m	415,727	295511,980	3014131,333
P4	PK=75.00m	415,614	295507,384	3014155,907
P5	PK=100.00m	415,501	295502,789	3014180,481
P6	PK=125.00m	415,389	295498,193	3014205,055
P7	PK=150.00m	415,276	295493,598	3014229,629
P8	PK=175.00m	415,163	295489,002	3014254,203
P9	PK=200.00m	415,051	295484,407	3014278,777
P10	PK=225.00m	414,938	295479,811	3014303,351
P11	PK=250.00m	414,825	295475,216	3014327,925
P12	PK=275.00m	414,715	295470,620	3014352,499
P13	PK=300.00m	414,617	295466,025	3014377,073
P14	PK=325.00m	414,531	295461,429	3014401,647
P15	PK=350.00m	414,457	295456,834	3014426,221
P16	PK=375.00m	414,396	295452,238	3014450,795
P17	PK=400.00m	414,348	295447,643	3014475,369
P18	PK=425.00m	414,312	295443,047	3014499,943
P19	PK=450.00m	414,288	295438,452	3014524,517

P20	PK=460.533m	414,282	295436,515	3014534,870
P21	PK=475.00m	414,277	295433,913	3014549,101
P22	PK=500.00m	414,279	295429,686	3014573,741
P23	PK=503.37m	414,293	295425,802	3014598,437
P24	PK=525.00m	414,298	295424,931	3014604,307
P25	PK=550.00m	414,319	295422,161	3014623,171
P26	PK=575.00m	414,359	295418,530	3014647,906
P27	PK=600.00m	414,410	295414,899	3014672,641
P28	PK=625.00m	414,474	295411,268	3014697,375
P29	PK=650.00m	414,551	295407,637	3014722,101
P30	PK=675.00m	414,640	295404,000	3014746,800
P31	PK=700.00m	414,741	295400,375	3014771,580
P32	PK=725.00m	414,855	295396,743	3014796,315
P33	PK=750.00m	414,979	295393,112	3014821,050
P34	PK=775.00m	415,103	295389,481	3014845,785
P35	PK=800.00m	415,227	295385,850	3014870,520
P36	PK=825.00m	415,351	295382,219	3014895,255
P37	PK=850.00m	415,475	295378,588	3014919,989
P38	PK=875.00m	415,599	295374,957	3014944,724
P39	PK=900.00m	415,722	295371,326	3014969,459
P40	PK=925.00m	415,834	295367,694	3014994,194
P41	PK=950.00m	415,930	295364,063	3015018,929
P42	PK=975.00m	416,011	295360,432	3015043,664
P43	PK=1000.00m	416,076	295356,801	3015068,399
P44	PK=1025.00m	416,126	295353,170	3015093,134
P45	PK=1042.819m	416,151	295350,582	3015110,764
P46	PK=1050.00m	416,159	295349,550	3015117,870
P47	PK=1075.00m	416,178	295346,141	3015142,637
P48	PK=1100.00m	416,180	295343,013	3015167,440
P49	PK=1125.00m	416,167	295340,167	3015192,277
P50	PK=1148.59m	416,164	295339,781	3015195,847
P51	PK=1150.00m	416,139	295337,499	3015217,135

P52	PK=1175.00m	416,094	295334,835	3015241,929
P53	PK=1200.00m	416,034	295332,171	3015266,850
P54	PK=1225.00m	415,959	295329,507	3015291,707
P55	PK=1250.00m	415,868	295326,842	3015316,565
P56	PK=1275.00m	415,761	295324,178	3015341,423
P57	PK=1300.00m	415,645	295321,514	3015366,280
P58	PK=1325.00m	415,528	295318,849	3015391,138
P59	PK=1350.00m	415,411	295316,185	3015415,996
P60	PK=1375.00m	415,295	295313,521	3015440,853
P61	PK=1400.00m	415,178	295310,857	3015465,711
P62	PK=1425.00m	415,062	295308,192	3015490,569
P63	PK=1450.00m	414,945	295305,528	3015515,426
P64	PK=1475.00m	414,829	295302,864	3015540,284
P65	PK=1500.00m	414,712	295300,200	3015565,141
P66	PK=1525.00m	414,596	295297,535	3015589,999
P67	PK=1550.m	414,479	295294,871	3015614,857
P68	PK=1575.00m	414,363	295292,207	3015639,714
P69	PK=1600.00m	414,254	295289,542	3015664,572
P70	PK=1625.00m	414,166	295286,878	3015689,430
P71	PK=1650.00m	414,099	295284,214	3015714,287
P72	PK=1675.00m	414,052	295281,550	3015739,145
P73	PK=1700.00m	414,027	295278,885	3015764,002
P74	PK=1715.969m	414,021	295277,184	3015779,880
P75	PK=1725.00m	414,022	295276,196	3015788,857
P76	PK=1750.00m	414,038	295273,197	3015813,677
P77	PK=1775.00m	414,075	295269,811	3015838,446
P78	PK=1787.319m	414,101	295268,001	3015850,631
P79	PK=1800.00m	414,132	295266,088	3015863,167
P80	PK=1825.00m	414,211	295262,319	3015887,881
P81	PK=1850.00m	414,310	295258,549	3015912,595
P82	PK=1875.00m	414,431	295254,779	3015937,310
P83	PK=1900.00m	414,572	295251,009	3015962,024

P84	PK=1925.00m	414,734	295247,240	3015986,738
P85	PK=1950.00m	414,906	295243,470	3016011,452
P86	PK=1975.00m	415,078	295239,700	3016036,166
P87	PK=2000.00m	415,250	295235,930	3016060,880
P88	PK=2025.00m	415,405	295232,161	3016085,594
P89	PK=2038.117m	415,466	295230,183	3016098,562
P90	PK=2050.00m	415,508	295228,318	3016110,297
P91	PK=2075.00m	415,560	295223,915	3016134,906
P92	PK=2100.00m	415,559	295218,866	3016159,390
P93	PK=2113.433m	415,537	295215,888	3016172,489
P94	PK=2125.00m	415,506	295213,244	3016183,749
P95	PK=2150.00m	415,401	295207,528	3016208,087
P96	PK=2175.00m	415,276	295201,813	3016232,425
P97	PK=2200.00m	415,151	295196,098	3016256,763
P98	PK=2225.00m	415,025	295190,383	3016281,101
P99	PK=2250.00m	414,900	295184,668	3016305,439
P100	PK=2275.00m	414,775	295178,952	3016329,777
P101	PK=2300.00m	414,650	295173,237	3016354,115
P102	PK=2325.00m	414,525	295167,522	3016378,453
P103	PK=2350.00m	414,407	295161,807	3016402,791
P104	PK=2375.00m	414,302	295156,092	3016427,139
P105	PK=2400.00m	414,210	295150,376	3016451,467
P106	PK=2425.00m	414,130	295144,661	3016475,805
P107	PK=2450.00m	414,062	295138,946	3016500,143
P108	PK=2475.00m	414,007	295133,231	3016524,481
P109	PK=2500.00m	413,965	295127,516	3016548,818
P110	PK=2511.211m	413,950	295124,953	3016559,732
P111	PK=2525.00m	413,935	295121,819	3016573,161
P112	PK=2550.00m	413,918	295116,232	3016597,528
P113	PK=2575.00m	413,913	295110,767	3016621,824
P114	PK=2600.00m	413,920	295105,423	3016646,346
P115	PK=2625.00m	413,940	295100,202	3016670,795

P116	PK=2632.723m	413,949	295098,614	3016678,353
P117	PK=2650.00m	413,973	295095,074	3016695,263
P118	PK=2675.00m	414,018	295089,952	3016719,733
P119	PK=2700.00m	414,075	295084,830	3016744,202
P120	PK=2725.00m	414,145	295079,708	3016768,672
P121	PK=2750.00m	414,228	295074,586	3016793,142
P122	PK=27750.00m	414,323	295069,464	3016817,611
P123	PK=2800.00m	414,431	295064,342	3016842,081
P124	PK=2825.00m	414,551	295059,220	3016866,515
P125	PK=2850.00m	414,675	295054,098	3016891,020
P126	PK=2875.00m	414,800	295048,976	3016915,490
P127	PK=2900.00m	414,925	295043,853	3016939,960
P128	PK=2925.00m	415,050	295038,731	3016964,429
P129	PK=2950.00m	415,174	295033,609	3016988,899
P130	PK=2975.00m	415,299	295028,487	3017013,369
P131	PK=3000.00m	415,424	295023,365	3017037,838
P132	PK=3025.00m	415,549	295018,243	3017062,308
P133	PK=3050.00m	415,674	295013,121	3017086,778
P134	PK=3075.00m	415,798	295007,999	3017111,247
P135	PK=3100.00m	415,923	295002,877	3017135,717
P136	PK=3125.00m	416,042	294997,755	3017160,187
P137	PK=3150.00m	416,145	294992,632	3017184,656
P138	PK=3175.00m	416,232	294987,510	3017209,126
P139	PK=3200.00m	416,304	294982,388	3017233,596
P140	PK=3225.00m	416,360	294977,266	3017258,065
P141	PK=3250.00m	416,401	294972,144	3017282,535
P142	PK=3275.00m	416,426	294967,022	3017307,005
P143	PK=3282.326m	416,430	294965,521	3017314,175
P144	PK=3325.00m	416,435	294961,773	3017331,447
P145	PK=3313.356m	416,433	294958,771	3017344,462
P146	PK=3325.00m	416,428	294956,092	3017355,793
P147	PK=3350.00m	416,406	294950,339	3017380,122
P148	PK3375.00m	416,369	294944,586	3017404,451

P149	PK=3400.00m	416,316	294938,833	3017428,780
P150	PK=3425.00m	416,247	294933,080	3017453,109
P151	PK=3450.00m	416,162	294927,327	3017477,438
P152	PK=3475.00m	416,062	294921,574	3017501,767
P153	PK=3475.023m	416,062	294921,568	3017501,789
P154	PK=3500.00m	415,947	294916,125	3017526,165
P155	PK=3525.00m	415,828	294911,287	3017550,692
P156	PK=3550.00m	415,709	294907,065	3017575,332
P157	PK=3575.00m	415,590	294903,459	3017600,070
P158	PK=3600.00m	415,471	294900,473	3017624,891
P159	PK=3625.00m	415,351	294898,109	3017649,778
P160	PK=3650.00m	415,236	294896,367	3017674,717
P161	PK=3675.00m	415,121	294895,249	3017699,691
P162	PK=3700.0m	415,007	294894,756	3017724,685
P163	PK=3725.00m	414,893	294894,888	3017749,684
P164	PK=3750.00m	414,779	294895,645	3017774,672
P165	PK=3775.00m	414,664	294897,026	3017799,634
P166	PK=3791.636m	414,588	294898,290	3017816,221
P167	PK=3800.00m	414,550	294898,995	3017824,555
P168	PK=3825.00m	414,436	294901,103	3017849,466
P169	PK=3850.0m	414,322	294903,211	3017874,377
P170	PK=3875.00m	414,208	294905,319	3017899,288
P171	PK=3900.00m	414,093	294907,426	3017924,199
P172	PK=3925.00m	413,979	294909,534	3017949,110
P173	PK=3950.00m	413,865	294911,642	3017974,021
P174	PK=3975.00m	413,751	294913,750	3017998,932
P175	PK=3997.253m	413,649	294915,626	3018021,106

Tableau 06 : Listing d'implantation des points d'axe

CHAPITRE XI :

ASSAINISSEMENT

IX CHAPITRE XI :

X ASSAINISSEMENT

X.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.

X.2 Drainage des eaux souterraines:

X.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 détrempe 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

X.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.

X.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 un point considéré.

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, nettoyer 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 entraînés, par les eaux superficielles.

e. Ovoïde :

Lorsque les débits sont importants et entraînent de gros diamètres, 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.

X.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.

X.5 Données pluviométriques :

La wilaya d'Illizi est caractérisée par un climat désertique et très sec, avec des pluies extrêmement irrégulières.

Le mois de juillet est le plus chaud de l'année, tandis que janvier est le mois le plus froid, avec des vents généralement faibles à modérés..

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

- Pluie moyenne journalière P_j
- L'exposant climatique b
- Le coefficient de variation climatique C_v

X.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

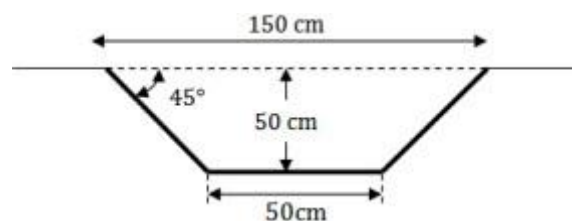


Figure 01 : Dimensionnement des fossés

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 .

X.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.

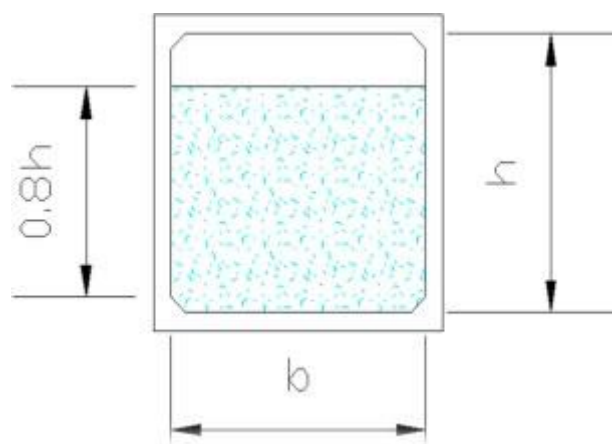


Figure 02 : Dimensionnement d'un dalot

CHAPITRE XII :

SIGNALISATION

CHAPITRE XII :

XI LA SIGNALISATION ROUTIERE :

XI.1 INTRODUCTION :

Le développement de la circulation à grande vitesse impose à l'ingénieur routier de réaliser une signalisation impeccable, qui doit provoquer chez l'automobiliste des réflexes instantanés.

Cette signalisation doit être homogène, rapidement visible et compréhensible, suffisante et non surabondante. Elle doit être établie aussi sérieusement et minutieusement que la signalisation ferroviaire.

XI.2 L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XI.3 CATEGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

XI.4 REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

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

a) Uniformité :

L'uniformité implique l'interdiction d'utiliser, sur toutes les voiries, des signaux non réglementaires.

b) Homogénéité :

L'homogénéité existe que dans des conditions identiques, l'utilisateur rencontre des signaux de même valeur, de même portée et implantés suivant les mêmes règles.

c) Simplicité :

La simplicité s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

d) Continuité :

Il s'agit d'un principe de signalisation directionnelle (principe de politesse), la politesse exige de guider l'utilisateur.

e) Cohérence :

Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation, cohérence avec les règles de circulation, cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

f) Concentration et visibilité :

Il s'agit de deux principes antagonistes, il faut regrouper les panneaux, sous réserve de ne pas nuire à leur lisibilité.

g) Pose correcte :

La qualité de la pose et sa maintenance ce sont des facteurs essentiels de la crédibilité de la signalisation

XI.5 TYPES DE SIGNALISATION :

XI.5.1 SIGNALISATION VERTICALE :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a) Signaux de danger :

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

Elle doit appeler de façon tout spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leurs vigilances doivent redoubler en raison de la présence d'obstacle.

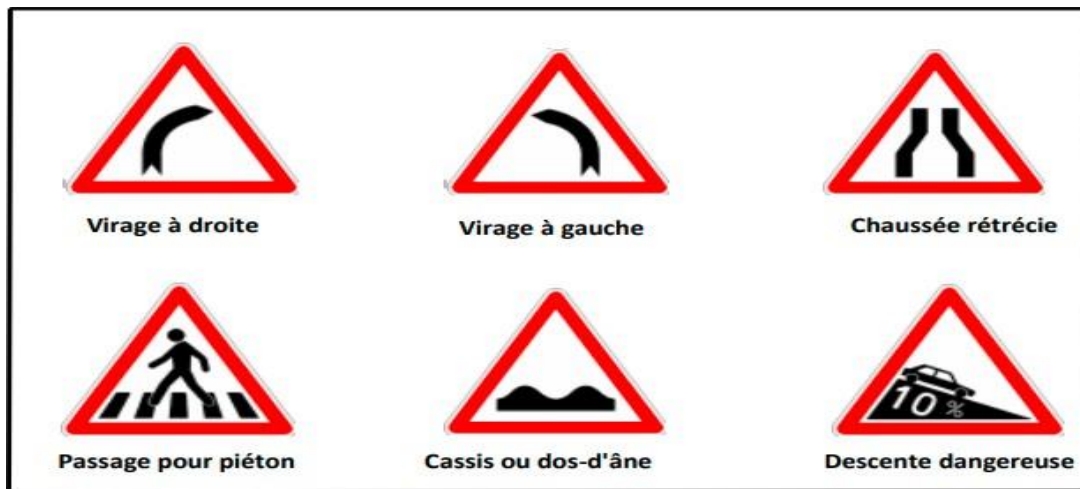


Figure 01 : Les signaux de danger

b) Signaux comportant une prescription absolue :

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

c) Signaux à simple indication :

Panneaux en général de forme rectangulaire des fois terminées en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.

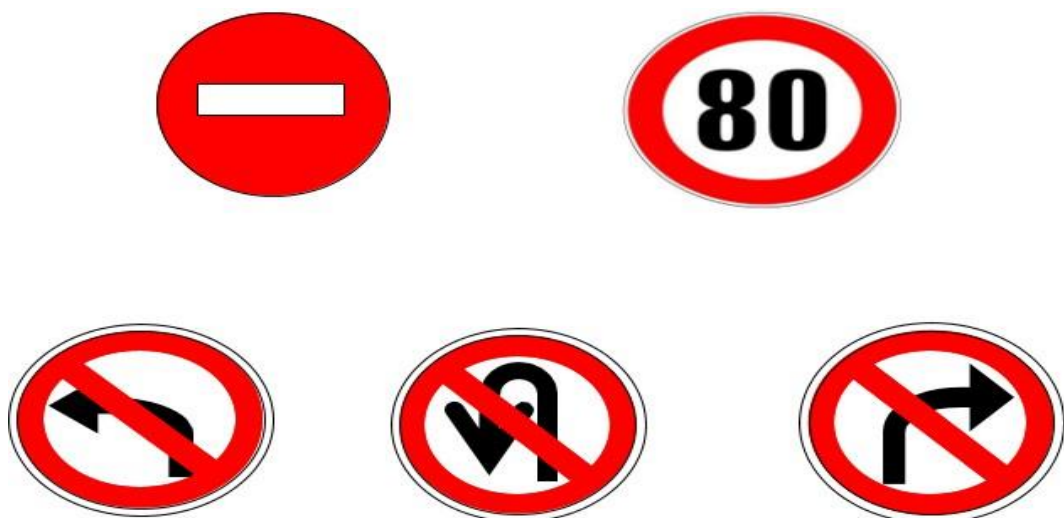


Figure 02 : Les signaux d'interdiction de type C

d) Signaux de direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

4.2. Signalisation horizontale :

La signalisation horizontale est représentée par des marques sur les chaussées, à indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinal :

a.1) Lignes continue :

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

Nous avons dans la figure suivante la ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement.



Figure 03 : Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement

a.2) Lignes discontinue :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers (1/3) de leur intervalle.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13m, elles sont définies par rapport à une valeur unité T.

Leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant ci-dessous :

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du Trait (en m)	Intervalle entre 2 Trait successifs(m)	Rapport plein/vide
Ligne longitudinale axiale	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Ligne longitudinale de rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
Ligne transversale	T'2	0,5	0,5	1

Tableau 01: Modulation des lignes discontinue

Pour les routes, autoroutes et en milieu urbain, il existe 3 modulations différentes

(T1, T'1 et T3) pour les lignes axiales et 2 modulations (T2 et T'3) pour les lignes de rives (Lignes séparant l'accotement de la chaussée)

a.3) Marques sur chaussée :

Nous avons dans la figure suivante les types de modulation

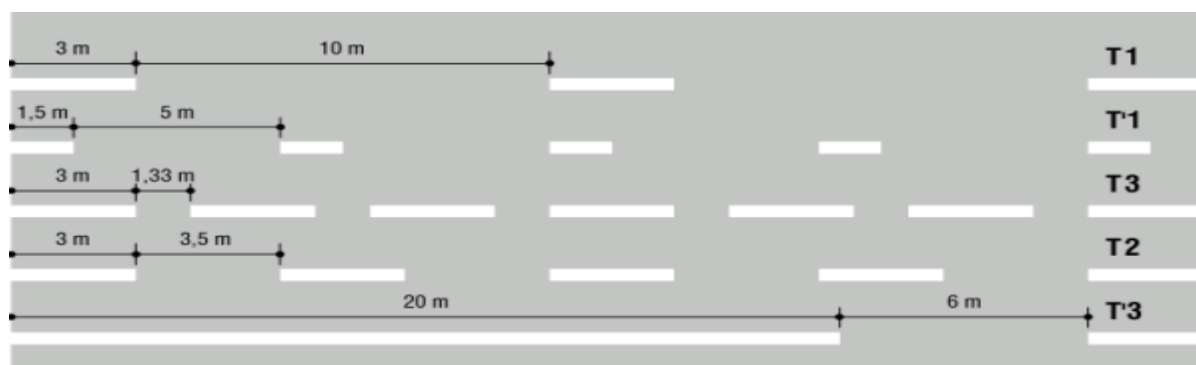


Figure 04 : Types de modulation

Avec :

T1, T'1 et T3 : Pour les lignes axiales ;

T2 et T'3 : Pour les lignes dérivées.

a.4) Les lignes mixtes :

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

b) Marques transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage on distingue :

b.1) Les lignes transversales :

Pour les lignes transversales, la modulation T'2 comporte alternativement 0,5 mètre de trait et 0,5 mètre de vide.

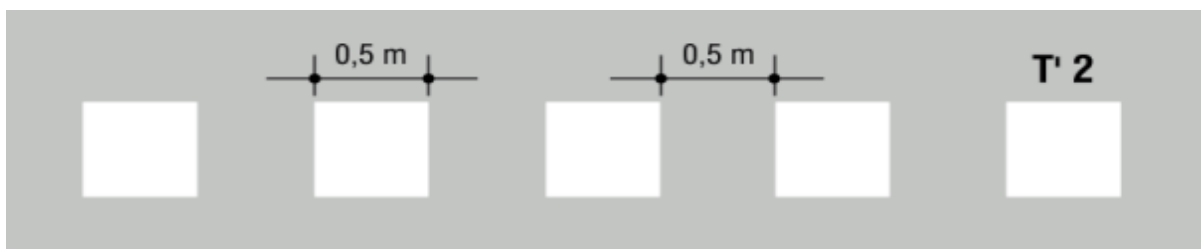


Figure 05: Les lignes transversales

b.2) Ligne de stop :

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

b.3) Ligne de cédez le passage :

Une marque routière transversale discontinue blanche qui a pour objet d'indiquer aux conducteurs la règle de priorité s'appliquant à l'intersection de deux voies.

b.4) Ligne feux de circulation :

C'est une ligne discontinue qui indique l'emplacement où les véhicules doivent s'arrêter en amont des feux tricolores.

Autres Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

c) Signalisations :

- Les flèches de rabattement :
- Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

5. La largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "U" différente selon le type de route.

On adopte les valeurs suivantes pour "U" :

- U= 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne ;
- U= 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation ;
- U= 5 cm sur toutes les autres routes ;
- U= 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

Par exemple, en milieu urbain "2U" représente une ligne de 10 cm de large (2x5 cm).

La valeur de "U" doit être homogène sur tout un itinéraire.

En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

XI.6 ECLAIRAGE :

XI.6.1 Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

XI.7 Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

8. Paramètres de l'implantation des luminaires :

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée

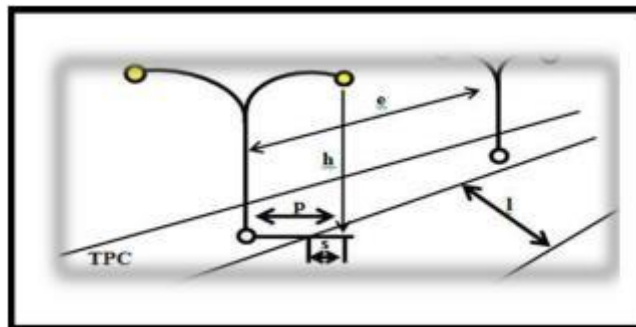


Figure 06 : Paramètre de l'implantation

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

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

l: la largeur (l) de la chaussée.

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

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

CHAPITRE XIII :

DEVIS QUANTITATIF ET
ESTIMATIF (DQE)

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF(DQE)

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 rempliment du matériels	F	1	3 000 000,00	3 000 000,00
II	A- Terrassement				
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 sujétions de mise en œuvre	M3	17797	250,00	4 449 250,00
2	Travaux de terrassement des déblais 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 sujétions de mise en œuvre	M3	50930	400,00	20 372 000,00
3	Déblais mis en remblai	M3	5962	500,00	2 981 000,00
III	B- CORPS DE CHAUSSEE				
1	Exécution de la couche de fondation en TUF de carrière sélectionné sur une épaisseur de 25 cm y/c réglage, arrosage compactage, essai de compacité finition et toutes sujétions de mise en œuvre	M3	10992	1 200,00	13 190 400,00
2	Exécution de la couche de base en grave concassé 0/31,5 sur une épaisseur de 15 cm y/c réglage, arrosage compactage, essai de compacité finition et toutes sujétions de mise en œuvre	M3	8354	2 500,00	20 885 000 ,00
3	Couche d'imprégnation en Cut Back 0/1	M2	27980	200,00	5 596 000,00
4	Exécution d'un revêtement en Béton Bitumineux sur 06 cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	T	3 861	12 000,00	46 332 000,00

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	3997,253	300,00	1 199 175,90
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	7994,506	300,00	2 398 351,80
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			123 278 177,70
		TVA 19 %			23422853,76
		Total en TTC			146 701 031,46

Cent quarante-six millions sept cent un mille trente dinar algérien et quarante six centime

CONCLUSION

CONCLUSION

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de renforcer le réseau routier local et régional.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans le sud du pays où nous a été confié un tronçon routier. Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route. Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics. De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances

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.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels l'AUTOCAD et COVADIS version (9.1).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Normes techniques d'aménagement des routes « B40 »
- 2) Les cours de routes (université de Mostaganem)
- 3) Signalisation routière
- 4) DTP de la wilaya « ILLIZI »
- 5) Anciennes mémoires de fin d'étude
- 6) H. ADJAL (2022) : Etude et conception d'un tronçon routier (CW) reliant Zemmoura - Ammi Moussa sur 3 km du PK06+520 au PK09+631.
- 7) 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 .