



N° d'ordre : M/GCA/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : VOA

Thème

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE BAHARA ENTRE LA
WILAYA DE MOSTAGANEM ET LA WILAYA DE CHELEF SUR 4 KM.**

Présenté par :

- Abdelmoumen Oussama
- Labdi Mohamed

Soutenu le 24 /06/ 2020 devant le jury composé de :

Président : Mr Mebrouki Abdelkader

Examineur: Mr Zaoui Mohamed

Encadrant : Mme Guerzou Tourkia

Co-Encadrant : Mr Zelmat Yassine

Année Universitaire : 2019 / 2020

Dédicaces

Je dédis ce modeste travail, qui est le fruit récolté après tant d'années d'efforts :

A nos très chers parents qui nous ont soutenues & encouragés durant mes études, Eux qui nous ont toujours apporté leur soutien moral et matériel depuis nos premiers jours à l'université.

A nos très chers frères Aucune dédicace ne serait exprimer assez, nous vous diront tout simplement un grand merci.

A nos très chers amis en témoignage de l'amitié sincère qui nous ont liées et des bons moments passés ensemble.

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs aides matérielle et morale durant toute la période de notre formation.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur **Mme Tourkia GUERZOU** et **MR ZELMAT YASSINE** pour nous avoir guidés dans la réalisation de cette étude et le soutien scientifique et moral qu'il nous a apporté.

Nos plus grands remerciements vont:

- Au la D.T.P de Mostaganem.

Nous tenons également à remercier les membres du jury

- **Mre ZAOUI MOHAMED**
- **Mre MEBROUKI ABDELKADER**

Pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et qui nous feront le plaisir d'apprécier

Nous également remercions tous nos enseignants durant toute notre formation et surtout **MR ZELMAT** et **Melle TOURKIA**

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici notre profonde gratitude.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification du terrain dénivelée cumulé	9
Tableau 2 : Sinuosité	9
Tableau 3 : Environnement de la route	10
Tableau 4 : Vitesse de référence	10
Tableau 5 : Devers	12
Tableau 6 : Coefficient transversal ft	12
Tableau 7 : Coefficient F''	12
Tableau 8 : Les coordonnées des points au sommet de la route existante V01	16
Tableau 9 : Les valeurs des gisements, de distances et des angles aux centres de V01	17
Tableau 10 : Calcul les dénivelée de V1	18
Tableau 11 - : Tableau récapitulatif	22
Tableau 12 - : Les éléments des raccordements	23
Tableau 13 - les coordonnées des points au sommet de la route existante V02	29
Tableau 14 - : les valeurs des gisements, de distance et des angles aux centres de V02	30
Tableau 15 Calcul les dénivelée de V02	30
Tableau 16 - Tableau récapitulatif	34
Tableau 17 : Les éléments des raccordements	35
Tableau 18 - : Cubatures approchées V02	37
Tableau 19 le choix de variante	41
Tableau 20 - Les coordonnées des sommets	42
Tableau 21 Les paramètres des deux clothoïdes	48
Tableau 22 - les paramètres de clothoïde	49
Tableau 23 Valeur de fl	51
Tableau 24 - de visibilité de manœuvre de dépassement	53
Tableau 25 Trafic effectifs	58
Tableau 26 Valeurs de K1	59
Tableau 27 - Valeurs de K2	59
Tableau 28 - Valeurs de Cth	59
Tableau 29 - : Valeur de déclivité maximale	63
Tableau 30 Rayon verticaux en angle rentrant	64
Tableau 31 - Rayon verticaux en angle rentrant	64
Tableau 32 - Rayons verticaux en angles saillant	64
Tableau 33 - Différentes couches du corps de chaussée	80

Tableau 34 - : la cubature	82
Tableau 35 - : Implantation de l'arc de cercle de virage N° 01	88
Tableau 36 - : tableau de décapage du T.N	103
Tableau 37 - Devis estimatif	106

Sommaire

Dédicase

Remerciment

Liste des figures

Liste des tableaux

résumé

Abstract

مختصرة نبذة

I-INTRODUCTION

II-PRESENTATION ET CONTEXTE DU PROJET

II-1 Contexte de projet	2
II-2 : Découpage administratif	3
II-3 : Infrastructures routières :	3
II-4 : Infrastructures portuaires :	3

III-DONNEES DE BASE

III-1 levé topographique :	4
III-2 : Catégorie de la route :	4
III-3 : Trafic :	5

IV -ETUDE DE VARIANTES

IV-1 : Introduction :	6
IV-2 : Le tracé en plan :	6
IV-3 : Règle à respecter dans le tracé en plan :	6
IV-4 : Les différentes étapes :	7
IV-5 : Détermination des coordonnées des sommets :	7
IV-6 : Calcul de l'axe :	7
IV-7 : Calcul de gisements de distance et des angles au centre :	7
IV-8 : Vitesse de référence :	8
IV-9 : Courbure en plan :	10
IV-10 : Le choix des rayons :	10
IV-11 : Devers :	11
IV-12 : Détermination des dévers aux rayons en plan :	13
IV-13 : Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :	13
IV-14 : Pourcentage en alignement droit et en courbe :	14
IV-15 : Déclivités-profil en long :	14

IV-16 : Calcul des Cubatures Approchée :	14
--	----

V. ETUDE DE LA VARIANTE 01

V-1 : L'axe de la variante :	16
V-2 : calcul de l'axe :	16
V-3 : Environnement de la rote :	18
V-4 : Vitesse de référence :	22
V-4 : Vitesse de référence :	22
V-5 : Courbure en plan :	22
V-6 : Le choix des rayons :	23
V-7 : les éléments de chaque raccordement circulaire :	23
V-8 : Pourcentage Alignement Droit :	23
V-9 : Pourcentage Courbe :	24
V-10 : Les dévers associé aux rayons en plan :	24
V-11 : Déclivités-Profil en long (variante N° 02) :	24
V-12 : Calcul des Cubatures :	25

VI. ETUDE DE LA VARIANTE 02

VI-1 : L'axe de la variante :	29
VI-2 : calcul de l'axe :	29
V-3 : Environnement de la rote :	30
V-4 : Vitesse de référence :	34
V-5 : Courbure en plan :	34
V-6 : Le choix des rayons :	35
V-7 : les éléments de chaque raccordement circulaire :	35
V-8 : Pourcentage Alignement Droit :	36
V-9 : Pourcentage Courbe :	36
V-10 : Les dévers associé aux rayons en plan :	36
V-11 : Déclivités-Profil en long (variante N° 02) :	36
V-12 : Calcul des Cubatures :	37

VII.LE CHOIX DE LA VARIANTE

VII-1 : Justification :	41
-------------------------	----

VIII. ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE

VIII-1 : Coordonnées de l'axe :	42
VIII-2 : Rayons de courbures :	42
VIII-3 : Raccordement progressive :	42

VIII-4 : Propriétés de la clothoïde :	43
VIII-5 : Longueur de ces raccords :	44
VIII-6 : La condition de confort dynamique :	44
VIII-7 : La condition Optique :	44
VIII-8 : Condition de gauchissement :	44
VIII-9 : Vérification de non chevauchement :	46
VIII-10 : Paramètre de la clothoïde :	47

IX. PARAMATRES CINEMATIQUES

IX-1 : Distance de freinage :	51
IX-2 : Distance d'arrêt en alignement droit (d_1) :	51
IX-3 : Distance d'arrêt en courbes (d_2)	52
IX-4 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement :	52
IX-5 : Distance de sécurité entre véhicules :	53

X. L'ETUDE DU TRAFIC

X-1 : Introduction :	55
X-2 : Analyse de trafics :	55
X-3 : Différentes types de trafics :	55
X-4 : Modèles de présentation de trafic :	56
X-5 : Prolongation de l'évolution passée :	56
X-6 : Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :	57
X-7 : Modèle gravitaire :	57
X-8 : Modèle de facteurs croissance :	57
X-9 : Donnée de trafics :	57
X-10 : Calcul de la capacité :	58

XI. PROFIL EN LONG

XI-1 : Définition :	62
XI-2 : Ligne rouge :	62
XI-3 : Les alignements :	62
XI-4 : Déclivité :	62
XI-5 : Déclivité minimale :	62
XI-6 : Déclivité maximale :	63
XI-7 : Comportement des véhicules dans les rampes :	63

XI-8 : Rayons de raccordement :	63
XI-9 : Condition de confort :	64
XI-10 : Condition de visibilité :	64
XI-11 : Rayon en angle rentrant :	64
XI-12 : Rayon en angle saillant :	64
XI-13 : Calcul du profil en long :	65
XI-14 : Raccordement parabolique :	66
XI-15 : Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :	66
XI-16 : Dans le cas où les déclivités sont de même sens :	67
XI-17 : La flèche es donnée par :	67

XII. PROFIL EN TRAVERS

XII-1 : Définition :	69
XII-2 : Point fictif :	69
XII-3 : Profil en travers courant :	69
XII-4 : Profil en travers type :	69

XIII. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE

XIII-1 : Définition :	81
XIII-2 : Les efforts dus aux véhicules :	71
XIII-3 : Résistance des sols de fondation :	71
XIII-4 : Définition de la chaussée :	72
XIII-5 : Les différentes catégories de chaussées :	72
XIII-6 : Choix du type de chaussée :	74
XIII-7 : Dimensionnement du corps de chaussée :	74
XIII-8 : Méthode de C.B.R :	74
XIII-9 : Notion d'épaisseur équivalente :	75
XIII-10 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :	76

XIV. CUBATURE

XIV-1 : Définition :	81
XIV-2 : Méthode de calcul :	81
XIV-3 : cas de déblai ;	81
XIV-5 : Cas de profil mixte :	82
XIV-6 : Calcul des cubatures :	82

XV. IMPLANTATION

XV-1 : Définition :	86
---------------------	----

XV-2 : Plan de piquetage des axes des voies :	86
XV-3 : Implantation planimétrique des sommets des alignements :	86
XV-4 : Implantation de courbes :	86
XV-5 : Piquetage par coordonnées rectangulaires :	87
XV-6 : Implantation par coordonnées Polaires :	87
XV-7 : Piquetage en altimétrie :	89

XVI. ASSAINISSEMENT

XVI-1 : Introduction :	94
XVI-2 : Objectif de l'assainissement :	94
XVI-3 : Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :	94
XVI-4 : Quelques définitions :	95
XVI-5 : Drainage de la route :	96
XVI-6 : Choix des ouvrages d'évacuation :	96
XVI-7 : Conclusion :	96

XVII. SIGNALISATION

XVII-1 : Introduction :	98
XVII-2 : Signalisation :	98
XVII-3 : Objectifs de signalisation routière :	98
XVII-4 : Types de signalisation :	99
XVII-5 : Les critères de conception de la signalisation :	100
XVII-6 : Dispositif de retenue :	100

XVIII. TABLAEU DE DECAPAGE DU T.N

XIX. ESTIMATION DU COUT DU PROJET

CONCLUSION GENERALE :

3.1	Valeurs de K_1	15
3.2	Valeurs de K_2	15
3.3	Valeurs de Capacité théorique C_{th}	16
3.4	Calcul du nombre de voie.....	16
3.5	Application au projet	16

Chapitre IV Etude géométrique

4.1	Introduction	18
4.2	Environnement de la route	18
4.3	Profilé : Tabulations	18
4.4	Sinuosité	25
4.5	Catégorie de la route.....	26
4.6	La vitesse de référence	27
4.7	Conclusion.....	27

Chapitre V Etude A.P.S

5.1	L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes.....	29
5.2	Traçage l'axe de la route.....	29
5.3	Détermination les angles des raccordements circulaires	35

5.4	Détermination les rayons en plan et les éléments de raccordements.....	38
5.5	Détermination de la longueur totale du tracé	39
5.6	Verification du pourcentage des alignements droits dans le tracé	40
5.7	Vérification du pourcentage des courbes dans le tracé	40
5.8	Détermination les angles des raccordements circulaires	45
5.9	Détermination les rayons en plan et les éléments de raccordements	46
5.10	Sinuosité	46
5.11	Détermination de la longueur totale du tracé.....	47
5.12	Verification du pourcentage des alignements droits dans le tracé	47
5.13	Vérification du pourcentage des courbes dans le tracé.....	47
5.14	Rayon en plan.....	48
5.15	Calcul des cubatures approchées.....	48
5.16	choix de la variante	50
5.17	conclusion	52

Chapitre VI **Tracé en plan**

6.1	Définition	61
6.2	Règles à respecter dans le tracé en plan	61
6.3	Les éléments du tracé en plan.....	61
6.4	Courbes en plan.....	62
6.5	Devers maximal.....	63
6.6	Les Courbes De Raccordement.....	64
6.7	Types De Courbe De Raccordement	65
6.8	Les conditions de raccordement.....	65
6.9	Trace en plan de la route	66

Chapitre VII **Raccordement progressif et l'implantation**

7.1	Définition de raccordement progressif.....	69
7.2	Détermination de la longueur de la clothoïde	69
7.3	Vérification de non chevauchement	70
7.4	Définition de l'implantation.....	71
7.5	Implantation planimétrique des sommets des alignements	71
7.6	Implantation des courbes	71
7.7	Raccordement progressif	73
7.8	Application au projet	73

Chapitre VIII **Etude cinématique**

8.1	Distance de freinage.....	87
8.2	Temps de réaction.....	88
8.3	Distance d'arrêt.....	89
8.4	Manœuvre de dépassement	90
8.5	Espacement entre deux véhicules.....	90
8.6	Application au projet	91

Chapitre IX **Profil en long**

9.1	Définition	94
------------	------------------	----

9.2	Les déclivités qui sans cela seraient presque imperceptibles.....	94
9.3	Les éléments de composition du profil en long	94
9.4	Déclivités	95
9.5	Raccordements en profil en long.....	95
9.6	Raccordements Convexes (Angle Saillant)	96
9.7	Raccordements Concaves (Angle Rentrant)	97
9.8	Condition esthétique	97
9.9	Profil en long de la route	97

Chapitre X Dimensionnement du corps de chaussées

10.1	Introduction.....	100
10.2	La chaussée.....	101
10.3	Les différentes catégories de chaussée.....	102
10.4	Les principales méthodes de dimensionnement	103
10.5	Method C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	103
10.6	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)	104
10.7	Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves (B60-B61)	104
10.8	Application au projet.....	105
10.9	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	106
10.10	Conclusions.....	107

Chapitre XI Assainissements routier

11.1	Définition	110
11.2	Différents systèmes d'assainissement.....	110
11.3	Le drainage	110
11.4	Drainage de la route	111
11.5	Drainage Superficiel.....	111
11.6	Le système passage submersibles.....	112

Chapitre XII Profil en travers

12.1	Définition	115
12.2	Différent type de profils en travers	115
12.3	Les éléments de composition du profiles en travers	115
12.4	Les éléments constitutifs du profil en type sont.....	117
12.5	Conclusion	118

Chapitre XIII cubatures

13.1	Introduction.....	120
13.2	Méthode de calcul	120
13.3	Calcul des surfaces	121
13.4	Epure de Lalanne	122
13.5	Principe de l'épure de Lalanne	122
13.6	Etablissement de l'épure de Lalanne	123

13.7	Ligne de répartition des sens de transport.....	123
13.8	Mouvement des terres	124
13.9	Moment de transport	124
13.10	Application au projet	127

Chapitre XIV Signalisation

14.1	Historique de la signalisation	129
14.2	Glissière Sécurité	129
14.3	signalisation routière	129
14.4	L’objet de la signalisation routière.....	129
14.5	Catégories de signalisation	130
14.6	Règles à respecter pour la signalisation.....	130
14.7	Types de signalisation.....	130
14.8	Forme des Signaux (Signalisation Verticale)	131
14.9	Application au projet	135

Chapitre XV Devis quantitatif et estimatif

15.1	Définition.....	138
15.2	Bordereau des prix	138
15.3	Calculs détails de devis quantitatif et estimatif du projet.....	138
15.4	Devis quantitatif et estimatif.....	141

	Conclusion général	143
--	---------------------------------	------------

Bibliographie

ANNEXES

RESUME

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste à étudier en avant-projet sommaire et en avant-projet détaillée d'un évitement reliant la wilaya de Mostaganem avec la wilaya Chelef en ville Bahara sur 4 Km et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier

Dans notre projet de bretelle autoroutière, nous avons introduit le long des deux tracés des courbes de raccordement, respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale.

Avec la catégorie de notre route est la catégorie 01. Et

- Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA (2016)) = 7858 V/j
- Pourcentage de poids lourds : 14%
- Taux d'accroissement = 4 %
- Durée d'étude et d'exécution : n= 4 ans
- Durée de vie : 20 ans

Les calculs sont faits manuellement et modélisé par le logiciel COVADIS 2013

ABSTRACT

Our end-of-study project is a part of a new route which consists of studying a preliminary and detailed preliminary draft of a sidestep road section connecting Mostaganem district with Chelef district in Bahara city on 4 km and this within the framework of the forecasts of the national regional planning scheme of the road master plan

In our project, we have introduced connection curves long the two roads, respecting the standards imposed by the B40 to ensure the comfort and safety of the user because any negligence can be deadly.

The category of our road is cat 01. And

- Average Annual Daily Traffic TJMA (2016) = 7858V / d
- The percentage (%) of heavy vehicles Z = 14%
- Annual traffic growth ratio τ = 4%
- Study and execution time: n = 4 years
- Lifespan: 20 years

The calculations are done manually and modeled by the COVADIS 2013 software

مختصرة نبذة

مشروع نهاية الدراسة هو جزء من مسار جديد يتكون من دراسة مسودة أولية ومفصلة لطريق اجتنابي الرابط بين ولاية مستغانم و ولاية الشلف في مدينة بحارة بطول 5 كم وهذا في إطار توقعات مخطط التخطيط الإقليمي الوطني للخطة الرئيسية للطريق

في مشروع منحدر الطريق السريع، قدمنا منحنيات اتصال على طول المسارين، مع مراعاة المعايير التي تفرضها B40 لضمان راحة وأمان المستخدم لأن أي إهمال يمكن أن يكون قاتلاً.
مع فئة طريقنا هي الفئة 01. و

• متوسط الحركة اليومية اليومية = 7858 TJMA (2016) س.ح.ث / يوم

• النسبة المئوية (%) من مركبات البضائع الثقيلة = 14%

• معدل نمو الحركة السنوية $\tau = 4\%$

• وقت الدراسة و التنفيذ : ن = 4 سنوات

• عمر الطريق: 20 سنة

يتم إجراء العمليات الحسابية يدويًا وعلى طريق برنامج COVADIS 2013

I. INTRODUCTION

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

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

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste à étudier en avant-projet sommaire et en avant-projet détaillée un évitement reliant la wilaya de Mostaganem à la wilaya de Chelef au ville de BAHARA sur 4 Km et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier.

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 ».

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

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.

II. PRESENTATION ET CONTEXTE DU PROJET

Suite à la demande de la direction des travaux publics de la wilaya de Mostaganem ; du ministère des travaux publics de la république algérienne démocratique et populaire, désignée par le terme « client », le projet concernant l'étude préliminaire, avant-projet sommaire et avant-projet détaillé d'un évitement reliant la wilaya de Mostaganem à la wilaya de Chelef au ville BAHARA sur 4 KM.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme de développement pour desservir le réseau routier et en particulier, relier la ville de MOSTAGANEM à la wilaya de CHELEF afin d'assurer le transport de la marchandise et des voyageurs.



Figure N° 01 : tronçon de notre projet.

II-1 Contexte de projet :

Mostaganem est une ville de très grande importance par sa situation géographique. La zone d'étude est comprise dans la région Nord-Ouest du schéma national d'aménagement du territoire constituée des wilayas d'Oran, Tlemcen, Ain T'émouchent, Relizane, Mascara, Mostaganem, et au Nord centre, Chelef, Khemis Méliana, Blida et Alger.

Situé dans la zone de plaine littorale les plus riches, la vocation principale de la région reste agricole.

L'industrie dans l'ensemble de la région s'est développée grâce à la disponibilité de nombreux ports et d'infrastructures routières et ferroviaires. Les ressources humaines qualifiées ont été des facteurs favorables au développement industriels.

La ville de Mostaganem est reliée au reste du pays par les routes nationales RN 11, RN 90, RN 90A, RN 23 et RN 17.

La wilaya de MOSTAGANEM située dans l'ouest nord de l'Algérie, elle a une superficie de 2269 km² et une population de 723000 habitants.

II-2 : Découpage administratif :

- 10 Dairas.
- 32 Communes.
- 4 Subdivisions de travaux publics (STP).
- 7 Unités d'Intervention Routière (UIR).
- 4 Maisons cantonnières.

II-3 : Infrastructures routières :

- RN : 332 km
- CW : 654 km
- CC : 840 Km
- Les ouvrages d'art sur RN : 36.
- Les ouvrages d'art sur CW : 24.

II-4 : Infrastructures portuaires :

- 1 Phare.
- 1 port commercial.
- 3 ports de pêche.

L'objet de l'étude dans sa globalité est de chercher de nouvelles variantes de tracé plus proches des routes actuelles telles que la RN 90A et la RN 23. Et de s'approcher des grandes agglomérations de la région capables d'attirer des volumes de trafic plus importants assurant ainsi une meilleure liaison entre Mostaganem et l'autoroute Est-Ouest.

III. DONNEES DE BASE

III-1 : levé topographique :

Toute étude et conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude on dispose d'un levé topographique établi à l'échelle 1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

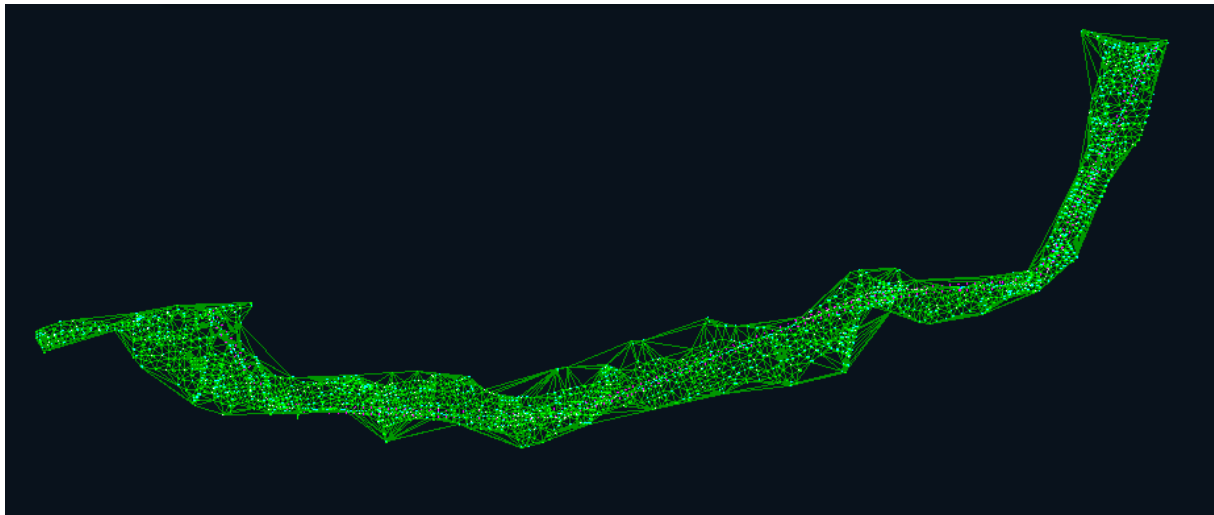


Figure N° 02 : levé topographique

III-2 : Catégorie de la route :

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

Les routes Algérienne sont classées cinq catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économique et les centres industriels lourdes considérés deux a deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légers 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.

La catégorie de notre route est la catégorie 01.

III-3 : Trafic :

- Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA (2016)) = 7858 V/j
- Pourcentage de poids lourds : 14%
- Taux d'accroissement = 4 %
- Durée d'étude et d'exécution : n= 4 ans
- Durée de vie : 20 ans

IV.ETUDE DE VARIANTES

IV-1 : Introduction :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles.

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent :

- Le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre à génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci.
- Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments. Les exigences qui ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usages et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

IV-2 : Le tracé en plan :

Le tracé en plan est une succession des droites reliées par les liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assurés par la couche de roulement.

IV-3 : Règle à respecter dans le tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.

- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40 % et 60 % de la longueur total de tracé

C'est en respectant ces règles que le choix des variantes a été réalisé. Notre présent travail s'est basé sur la comparaison de deux variantes et nous avons essayez d'opter pour la variante la plus avantageuse.

IV-4 : Les différentes étapes :

L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes :

- Détermination, des coordonnées définissant l'axe de la route.
- L'environnement de la route.
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité.
- Vitesse de référence Vr.
- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Détermination des déclivités (Profil en long).
- Cubatures approchées.

IV-5 : Détermination des coordonnées des sommets :

On détermine à partir du plan topographique et pour chaque variante, les coordonnées planimétriques de tous les sommets des alignements droits.

IV-6 : Calcul de l'axe :

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles aux centres de chaque raccordement ainsi que toutes les distances nécessaires aux calculs de nos variantes.

IV-7 : Calcul de gisements de distance et des angles au centre :

IV-7-1 : Gisement :

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

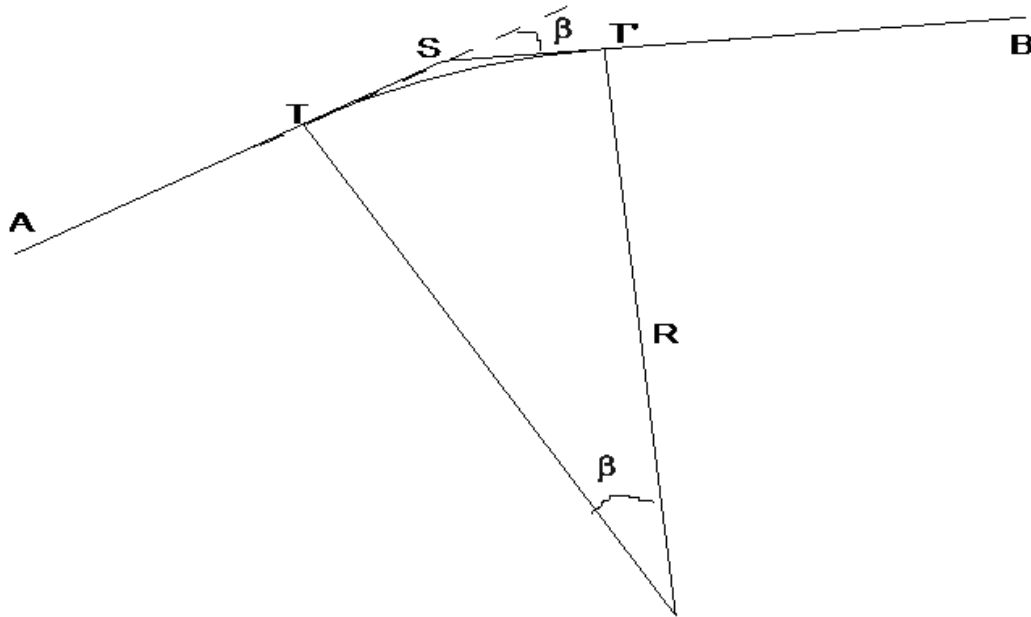


Figure N° 03 : Détermination de l'angle au centre.

Exemple : Calcul du Gisement de la direction SB

$$G_{SB} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_B - X_S}{Y_B - Y_S}$$

IV-7-2 : Distance :

La distance SB est donnée par la relation : $SB = \sqrt{(X_B - X_S)^2 + (Y_B - Y_S)^2}$

IV-7-3 : l'angle au centre :

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

IV-7-4 : Environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne : DC
- La sinuosité "σ"

IV-7-4-1 : Dénivelée cumulée moyenne :

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40).

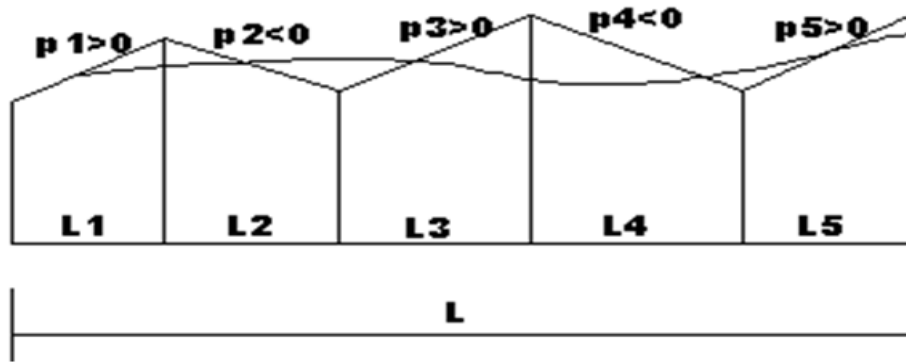


Figure N° 4 : Dénivelée cumulée moyenne

$$DC = \frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L}$$

Avec :

DC :dénivelé cumulée moyenne

Pi :La pente

L : la longueur du tracé

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie au sein desquels les couts d'aménagements d'itinéraires aux caractéristiques comparables sont relativement stables.

Tableau N° 01 : Classification du terrain dénivelée cumulée

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$DC \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$DC > 4\%$

IV-7-4-2 : Sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

Tableau N° 02 : Sinuosité.

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

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

IV-7-4-3 Environnement :

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

Tableau N° 03 : Environnement de la route.

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

IV-8 : Vitesse de référence :

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 set donc fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

Tableau N° 04 : Vitesse de référence.

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

IV-9 : Courbure en plan :

IV-9-1 : Le rayon minimal absolu RHm :

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

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

IV-9-2 : Le rayon minima normal RHN:

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à $d_{max} = -2\%$ pour les Catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à 6% ($d_{max} = -3\%$) pour la catégorie 5.

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

IV-9-3 : Le rayon de devers minimal RHd :

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

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

IV-9-4 : Le rayon non déversé RHnd :

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

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

IV-10 : Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, aucun rayon ne doit être inférieur au rayon minimum absolu RHm. On doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

IV-11 : Devers :

IV-11-1 : Devers en alignement :

En alignement 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 indépendant de la route : intensité et durée de la pluie.
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface.

IV-11-2 : Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

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

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

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

IV-11-3 : Devers d_{min} et d_{max} :

Tableau N° 05 : Devers.

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
dmin	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
dmax	7%	7%	8%	8%	9%

IV-11-4 : Coefficient transversal f_t :

Tableau N° 06 : Coefficient transversal f_t

Vr	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	/

IV-11-5 : Coefficient F'' en fonction de la catégorie :

Tableau N° 07 : coefficient F''

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

IV-12 : Détermination des dévers aux rayons en plan :

1^{er} cas :

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

2^{ème} cas :

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

3^{ème} cas :

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

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

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 $1/R$.

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

IV-13 : Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :

➤ **La tangente :** $ST = ST' = R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}$

➤ **Bissectrice :** $B_{iss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$

➤ **La développée :** $D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$

➤ **la flèche :** $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

IV-14 : Pourcentage en alignement droit et en courbe :

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est le plus court, mais ce tracé représente des inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 60 %.

IV-15 : Déclivités-profil en long :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé.

Pratiquement le profil en long d'une route est composé d'éléments de ligne droite, raccordés par des courbes (cercle, parabole).

On appelle rampe : La progression croissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

On appelle pente : La progression décroissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

IV-16 : Calcul des Cubatures Approchée :

IV-16-1 : Méthode de calcul approximatif :

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \cdot d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2} \right) \cdot d_2 + \dots + \left(\frac{S_{n-1} + S_n}{2} \right) \cdot d_n$$

Par conséquent : $d_1/2, d_1 + d_2/2, d_2 + d_3 \dots$ etc. constitue les distances

Application entre profils :

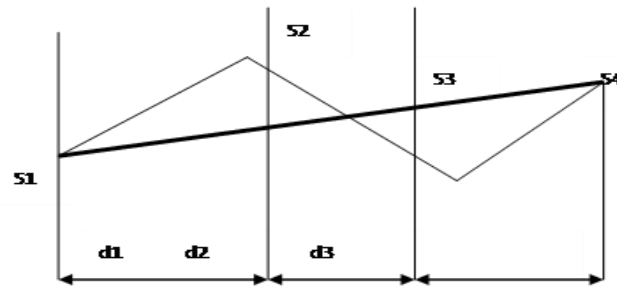


Figure N° 05 : Calcul de cubature

IV-16-2 : Méthode de calcul des surfaces :

a)-En remblai :

A : largeur de la chaussée + 2 accotements.

$$\text{Tg } \alpha = P = 2/3 = h/c$$

$$c = 3h/2$$

h : différence de niveau entre la cote de projet et la cote terrain naturel.

$$B = A + 2c = A + 3h$$

D'où: $S = (A + B) h/2$

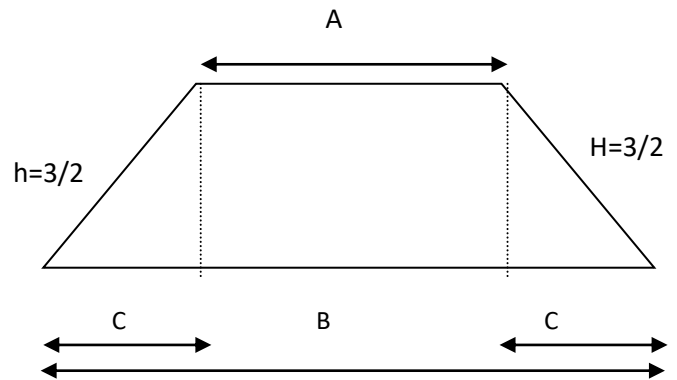


Figure N° 06 : Cubature approchée "cas de remblai"

$$SR = Ah + 3 h^2/2$$

b)-En Déblai:

h : différence entre CTN et CP

A : largeur de la chaussée + les accotements + les fossés.

$$SD = Ah + h^2$$

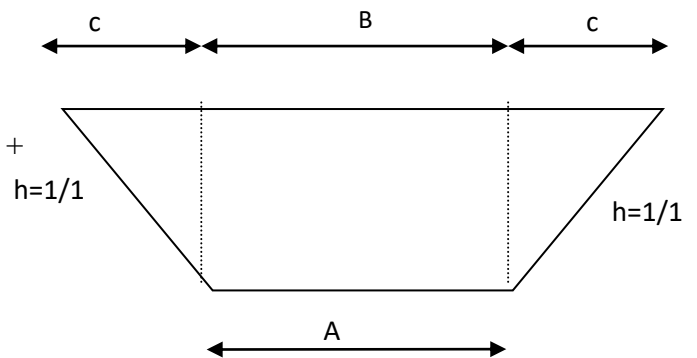


Figure N° 07 : Cubature approchée " cas de déblai "

V. ETUDE DE LA VARIANTE 01

La variante une est composée des alignements droits AS1, S1S2, S2S3, S3S4, S4B raccordé par des arcs de cercle de Rayon R1, R2, R3 et R4.

V-1 : L'axe de la variante :

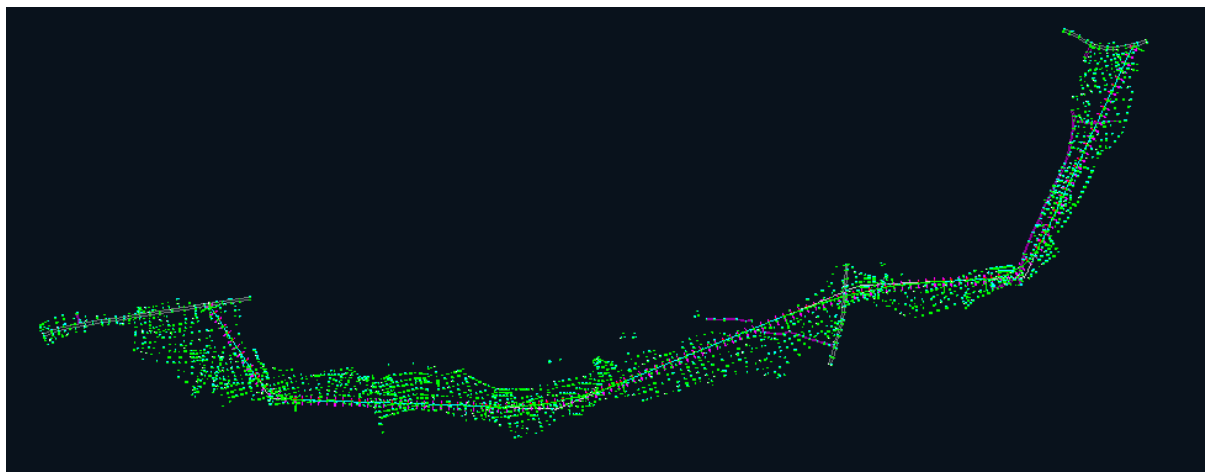


Figure N° 08 : Tracé en plan de variante 01.

V-2 : calcul de l'axe :

V-2-1 : les coordonnées planimétriques des sommets :

Tableau N° 08 : les coordonnées des points au sommet de la route existante V01.

Pts	X	Y
A	290583,90	4027270,09
S1	290771,21	4026986,52
S2	291645,53	4026953,84
S3	292579,51	4027332,86
S4	293080,01	4027358,15
B	293412,82	4028063,85

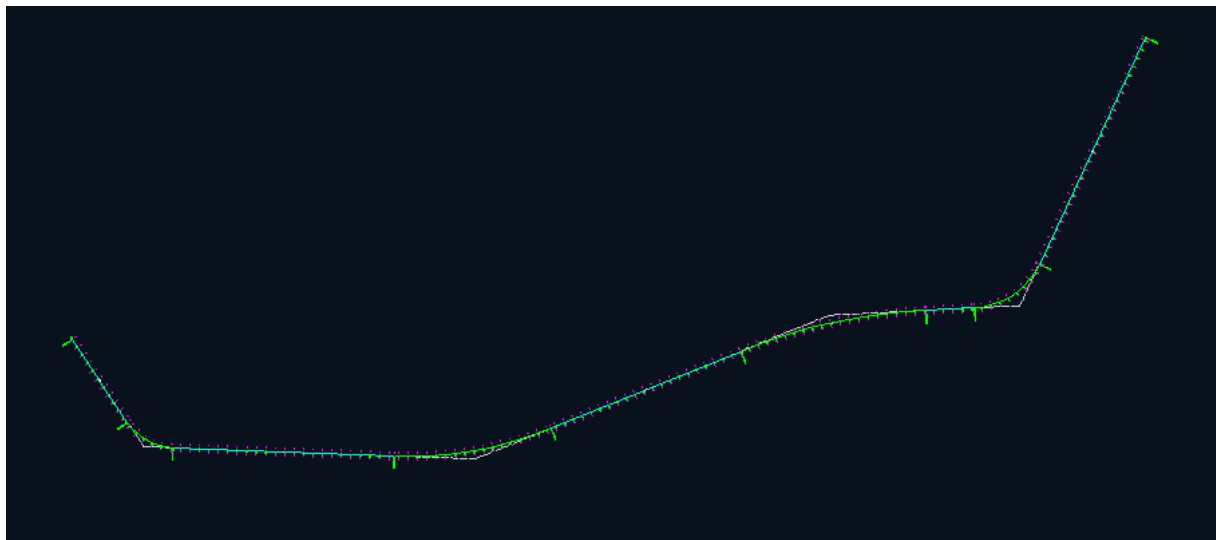


Figure N° 09 : L'axe de variante 01.

V-2-2 : Calcul, de gisements, de distances et des angles aux centres

Le calcul de l'angle "α" se fait comme suit :

$$G'_{AS1} = \text{Artg} \left| \frac{\Delta x}{\Delta y} \right| = \text{Artg} \left| \frac{(x_{S1} - x_A)}{(y_{S1} - y_A)} \right| .$$

Si : $\Delta x > 0, \Delta y > 0 \Rightarrow G_{AS1} = G'_{AS1}$

$\Delta x > 0, \Delta y < 0 \Rightarrow G_{AS1} = 200 - G'_{AS1}$

$\Delta x < 0, \Delta y > 0 \Rightarrow G_{AS1} = 400 - G'_{AS1}$

$\Delta x < 0, \Delta y < 0 \Rightarrow G_{AS1} = 200 + G'_{AS}$

Tableau N° 09 : Les valeurs des gisements, de distances et des angles aux centres de V01.

N ° de virage	Les directions	Valeurs de Δx et Δy	Gisements en (grd)		L'angle au sommet α en (grd)
Virage 1	AS ₁	Δx = 187.31 m	G _{AS1}	233.44	54.41
		Δy = -283.57 m			
Virage 2	S ₁ S ₂	Δx = 874.32 m	G _{S1 S2}	287.85	219.94
		Δy = -32.68 m			
Virage 3	S ₂ S ₃	Δx = 933.98 m	G _{S2 S3}	67.91	19.19
		Δy = 379.02m			
Virage 4	S ₃ S ₄	Δx = 500.50m	G _{S3 S4}	87.10	61.86
		Δy = 25.29 m			
Virage 5	S ₄ B	Δx = 332.81 m	G _{S4 B}	25.24	
		Δy = 705.70m			

V-3 : Environnement de la rote :

V-3-1 : La dénivelée cumulée moyenne :

Tableau N° 10 : Calcul les dénivelée de V1.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			ΔH
			X	Y	Z	
P1	0,000	12,500	290583,900	4027270,088	9,350	0,000
P2	25,000	25,000	290597,679	4027249,228	10,672	1,322
P3	50,000	25,000	290611,459	4027228,368	11,993	1,322
P4	75,000	25,000	290625,238	4027207,509	13,315	1,322
P5	100,000	25,000	290639,017	4027186,649	14,637	1,322
P6	125,000	25,000	290652,796	4027165,789	15,958	1,322
P7	150,000	25,000	290666,575	4027144,929	17,280	1,322
P8	175,000	25,000	290680,355	4027124,069	18,602	1,322
P9	200,000	25,000	290694,134	4027103,209	19,923	1,322
P10	225,000	25,000	290707,913	4027082,349	21,245	1,322
P11	250,000	18,869	290721,692	4027061,490	22,563	1,318
P12	262,739	12,500	290728,714	4027050,861	23,223	0,659
P13	275,000	18,631	290735,882	4027040,917	23,847	0,624
P14	300,000	25,000	290752,882	4027022,626	25,089	1,242
P15	325,000	25,000	290772,681	4027007,409	26,289	1,200
P16	350,000	25,000	290794,730	4026995,688	27,448	1,158
P17	375,000	25,000	290818,418	4026987,786	28,564	1,117
P18	400,000	15,095	290843,089	4026983,924	29,639	1,075
P19	405,189	12,500	290848,270	4026983,641	29,857	0,218
P20	425,000	22,405	290868,067	4026982,901	30,672	0,815
P21	450,000	25,000	290893,049	4026981,967	31,663	0,991
P22	475,000	25,000	290918,032	4026981,033	32,612	0,949
P23	500,000	25,000	290943,014	4026980,099	33,520	0,908
P24	525,000	25,000	290967,997	4026979,166	34,386	0,866
P25	550,000	25,000	290992,979	4026978,232	35,210	0,824
P26	575,000	25,000	291017,962	4026977,298	35,993	0,782
P27	600,000	25,000	291042,945	4026976,364	36,734	0,741
P28	625,000	25,000	291067,927	4026975,430	37,433	0,699
P29	650,000	25,000	291092,910	4026974,497	38,090	0,657
P30	675,000	25,000	291117,892	4026973,563	38,705	0,616
P31	700,000	25,000	291142,875	4026972,629	39,279	0,574
P32	725,000	25,000	291167,857	4026971,695	39,812	0,532
P33	750,000	25,000	291192,840	4026970,761	40,302	0,491
P34	775,000	25,000	291217,822	4026969,828	40,751	0,449

P35	800,000	25,000	291242,805	4026968,894	41,168	0,417
P36	825,000	25,000	291267,788	4026967,960	41,584	0,416
P37	850,000	25,000	291292,770	4026967,026	42,000	0,416
P38	875,000	25,000	291317,753	4026966,092	42,415	0,416
P39	900,000	25,000	291342,735	4026965,159	42,831	0,416
P40	925,000	25,000	291367,718	4026964,225	43,247	0,416
P41	950,000	25,000	291392,700	4026963,291	43,662	0,416
P42	975,000	19,180	291417,683	4026962,357	44,068	0,406
P43	988,359	12,500	291431,033	4026961,858	44,273	0,205
P44	1000,000	18,320	291442,668	4026961,491	44,444	0,171
P45	1025,000	25,000	291467,665	4026961,161	44,789	0,344
P46	1050,000	25,000	291492,663	4026961,455	45,102	0,313
P47	1075,000	25,000	291517,645	4026962,374	45,384	0,282
P48	1100,000	25,000	291542,597	4026963,918	45,634	0,251
P49	1125,000	25,000	291567,502	4026966,085	45,854	0,219
P50	1150,000	25,000	291592,345	4026968,873	46,042	0,188
P51	1175,000	25,000	291617,111	4026972,282	46,199	0,157
P52	1200,000	25,000	291641,784	4026976,309	46,325	0,126
P53	1225,000	25,000	291666,349	4026980,951	46,419	0,094
P54	1250,000	25,000	291690,789	4026986,206	46,482	0,063
P55	1275,000	25,000	291715,091	4026992,070	46,514	0,032
P56	1300,000	25,000	291739,239	4026998,540	46,515	0,001
P57	1325,000	25,000	291763,217	4027005,611	46,484	-0,031
P58	1350,000	25,000	291787,011	4027013,280	46,422	-0,062
P59	1375,000	25,000	291810,606	4027021,541	46,329	-0,093
P60	1400,000	18,114	291833,987	4027030,389	46,205	-0,124
P61	1411,228	12,500	291844,415	4027034,553	46,139	-0,066
P62	1425,000	19,386	291857,176	4027039,732	46,049	-0,090
P63	1450,000	25,000	291880,341	4027049,132	45,863	-0,187
P64	1475,000	25,000	291903,506	4027058,533	45,653	-0,209
P65	1500,000	25,000	291926,672	4027067,934	45,443	-0,210
P66	1525,000	25,000	291949,837	4027077,335	45,233	-0,210
P67	1550,000	25,000	291973,002	4027086,735	45,022	-0,210
P68	1575,000	25,000	291996,167	4027096,136	44,812	-0,210
P69	1600,000	25,000	292019,332	4027105,537	44,602	-0,210
P70	1625,000	25,000	292042,498	4027114,938	44,392	-0,210
P71	1650,000	25,000	292065,663	4027124,338	44,181	-0,210
P72	1675,000	25,000	292088,828	4027133,739	43,971	-0,210
P73	1700,000	25,000	292111,993	4027143,140	43,761	-0,210
P74	1725,000	25,000	292135,158	4027152,541	43,551	-0,210

P75	1750,000	25,000	292158,323	4027161,942	43,340	-0,210
P76	1775,000	25,000	292181,489	4027171,342	43,130	-0,210
P77	1800,000	25,000	292204,654	4027180,743	42,920	-0,210
P78	1825,000	25,000	292227,819	4027190,144	42,710	-0,210
P79	1850,000	25,000	292250,984	4027199,545	42,499	-0,210
P80	1875,000	25,000	292274,149	4027208,945	42,289	-0,210
P81	1900,000	25,000	292297,315	4027218,346	42,079	-0,210
P82	1925,000	25,000	292320,480	4027227,747	41,869	-0,210
P83	1950,000	12,944	292343,645	4027237,148	41,658	-0,210
P84	1950,887	12,500	292344,467	4027237,481	41,651	-0,007
P85	1975,000	24,556	292366,882	4027246,368	41,448	-0,203
P86	2000,000	25,000	292390,269	4027255,201	41,238	-0,210
P87	2025,000	25,000	292413,801	4027263,642	41,028	-0,210
P88	2050,000	25,000	292437,470	4027271,690	40,817	-0,210
P89	2075,000	25,000	292461,269	4027279,343	40,607	-0,210
P90	2100,000	25,000	292485,193	4027286,598	40,397	-0,210
P91	2125,000	25,000	292509,235	4027293,453	40,187	-0,210
P92	2150,000	25,000	292533,387	4027299,907	39,976	-0,210
P93	2175,000	25,000	292557,644	4027305,957	39,766	-0,210
P94	2200,000	25,000	292581,998	4027311,602	39,556	-0,210
P95	2225,000	25,000	292606,442	4027316,840	39,345	-0,210
P96	2250,000	25,000	292630,971	4027321,670	39,128	-0,217
P97	2275,000	25,000	292655,577	4027326,091	38,887	-0,241
P98	2300,000	25,000	292680,253	4027330,101	38,621	-0,266
P99	2325,000	25,000	292704,992	4027333,699	38,330	-0,291
P100	2350,000	25,000	292729,788	4027336,885	38,014	-0,316
P101	2375,000	25,000	292754,634	4027339,656	37,673	-0,341
P102	2400,000	25,000	292779,522	4027342,014	37,307	-0,366
P103	2425,000	25,000	292804,446	4027343,956	36,916	-0,391
P104	2450,000	14,221	292829,399	4027345,482	36,499	-0,416
P105	2453,442	12,500	292832,837	4027345,660	36,440	-0,059
P106	2475,000	23,279	292854,367	4027346,748	36,058	-0,382
P107	2500,000	25,000	292879,335	4027348,009	35,592	-0,466
P108	2525,000	25,000	292904,304	4027349,270	35,101	-0,491
P109	2550,000	25,000	292929,272	4027350,531	34,585	-0,516
P110	2575,000	15,546	292954,240	4027351,793	34,043	-0,541
P111	2581,092	12,500	292960,324	4027352,100	33,908	-0,136
P112	2600,000	21,954	292979,135	4027353,945	33,477	-0,431
P113	2625,000	25,000	293003,583	4027359,092	32,886	-0,591
P114	2650,000	25,000	293027,198	4027367,247	32,270	-0,616

P115	2675,000	25,000	293049,612	4027378,283	31,628	-0,641
P116	2700,000	25,000	293070,476	4027392,027	30,962	-0,666
P117	2725,000	25,000	293089,463	4027408,265	30,271	-0,691
P118	2750,000	25,000	293106,277	4027426,743	29,554	-0,716
P119	2775,000	23,511	293120,657	4027447,174	28,813	-0,741
P120	2797,023	12,500	293131,127	4027466,536	28,139	-0,674
P121	2800,000	13,989	293132,397	4027469,229	28,046	-0,093
P122	2825,000	25,000	293143,061	4027491,841	27,255	-0,792
P123	2850,000	25,000	293153,725	4027514,452	26,438	-0,817
P124	2875,000	25,000	293164,388	4027537,064	25,597	-0,842
P125	2900,000	25,000	293175,052	4027559,675	24,730	-0,867
P126	2925,000	25,000	293185,716	4027582,287	23,838	-0,892
P127	2950,000	25,000	293196,379	4027604,899	22,922	-0,917
P128	2975,000	25,000	293207,043	4027627,510	21,980	-0,942
P129	3000,000	25,000	293217,707	4027650,122	21,013	-0,967
P130	3025,000	25,000	293228,370	4027672,734	20,021	-0,992
P131	3050,000	25,000	293239,034	4027695,345	19,004	-1,017
P132	3075,000	25,000	293249,698	4027717,957	17,978	-1,026
P133	3100,000	25,000	293260,361	4027740,568	16,952	-1,026
P134	3125,000	25,000	293271,025	4027763,180	15,925	-1,026
P135	3150,000	25,000	293281,689	4027785,792	14,899	-1,026
P136	3175,000	25,000	293292,352	4027808,403	13,872	-1,026
P137	3200,000	25,000	293303,016	4027831,015	12,846	-1,026
P138	3225,000	25,000	293313,680	4027853,627	11,819	-1,026
P139	3250,000	25,000	293324,343	4027876,238	10,793	-1,026
P140	3275,000	25,000	293335,007	4027898,850	9,766	-1,026
P141	3300,000	25,000	293345,671	4027921,462	8,740	-1,026
P142	3325,000	25,000	293356,334	4027944,073	7,714	-1,026
P143	3350,000	25,000	293366,998	4027966,685	6,687	-1,026
P144	3375,000	25,000	293377,662	4027989,296	5,661	-1,026
P145	3400,000	25,000	293388,325	4028011,908	4,634	-1,026
P146	3425,000	25,000	293398,989	4028034,520	3,608	-1,026
P147	3450,000	16,212	293409,653	4028057,131	2,581	-1,026
P148	3457,423	3,712	293412,819	4028063,845	2,277	-0,305
	LT	3457,423			ΣΔH	-7,073

$$\Sigma\Delta H = -7.073 \text{ m}$$

$$\Sigma\text{Dist} = \text{LT} = 3457,423 \text{ m}$$

$$D_c = \left| \frac{-7,073}{3457,423} \right| = 0,20\% < 1,5 \%$$

On peut-on conclure toute en se référant au tableau N° 01 de la page 10 que : **Terrain est plat.**

V-3-2 : Sinuosité :

Is est nulle car on a évité de prendre des rayons inférieurs ou égaux à 200 m (la topographie du lieu le permet).

$$\sigma = 0$$

On peut-on conclure toute en se référant au tableau N° 02 de la page 10 que : **Sinuosité faible.**

V-3-3 : Environnement :

Nous avons un terrain Plat et une Sinuosité faible cela correspond à un Environnement **E1.**

V-3-4 : La catégorie de route de notre projet :

D'après la norme B40 on a la catégorie : **CAT 1**

V-4 : Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

La catégorie de notre tronçon est CAT1 et Environnement E1.

D'après le tableau de vitesse de référence page 11 N° 04 **Vr = 100 km/h.**

V-5 : Courbure en plan :

V-5-1 : Devers :

Tableau N° 11 : Tableau récapitulatif

dmax =	dmin =	ft =	d =	F''=
7,00%	-2,50%	0,11	0,05	0,06

Les valeurs des rayons en plan calculé à partir des formules de la page N° 11 et N° 12, sont comme suit :

Rayon Minimal Absolu: **RHm = 437 m.**

Rayon Minimal Normal: **RHN = 667 m.**

Rayon Minimal Déversé: **RHd = 1575 m.**

Rayon Non Déversé: **RHnd = 2250 m.**

V-6 : Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

R1= 150 m R2 = 1000 m R2 = 1500 m R2 = 200 m

V-7 : les éléments de chaque raccordement circulaire :

Tableau N° 12 : Les éléments des raccordements.

N° de virage	α (grade)	R (m)	T (m)	Bi (m)	Lc (m)
1	54.41	150	77.10	18.83	128.13
2	19.94	1000	175.78	16.26	313.06
3	19.19	1500	253.57	21.3	451.92
4	61.86	200	119.83	33.37	194.24
				Σ	1087.35

Détermination de la longueur totale du tracé

a) *La Longueur totale de tracé mesurée* : $L_t=3457.583$ m

$L_t = 3457.423$ m

b) *Longueur totale des courbes* :

$L_c = L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} + L_{c4}$

$L_c = 1087.35$ m

c) *Longueur totale des alignements droits* :

$L_{AD} = L_t - L_c$

$L_{AD} = 3457.423 - 1087.35 = 2370.07$ m

$L_{AD} = 2370.07$ m

V-8 : Pourcentage Alignement Droit :

Vérification du pourcentage des alignements droits dans le tracé:

Le tracé rectiligne est considéré comme le tracé le plus court d'une route, mais il présente des inconvénients dans les grandes alignements droits parce qu'il cause la fatigue au conducteur (monotone dans la conduite), en même temps ils sont gênants en nuit du fait de l'éblouissement causé par les phares, et encore, ils permettent la conduite avec une vitesse excessive qui peut être la cause des graves accidents.

Donc il est préférable de remplacer les lignes droites par des alignements droits et des courbes, en respectant le pourcentage d'alignement droit qui a compris entre 20% et 60%

$$20\% \leq \frac{LAD}{LT} \leq 60\%$$

$$20\% \leq \frac{LAD}{LT} = \frac{2370.073}{3457.423} \times 100 = 69\% \leq 60\% \dots\dots\dots \text{Condition non vérifiée}$$

V-9 : Pourcentage Courbe :

Vérification du pourcentage des courbes dans le tracé :

Le pourcentage des courbes dans une section de route doit être compris entre 40% et 80%

$$40\% \leq \frac{LC}{LT} \leq 80\%$$

$$40\% \leq \frac{LC}{LT} = \frac{1087.35}{3457.423} \times 100 = 31\% \leq 80\% \dots\dots\dots \text{Condition non vérifiée}$$

V-10 : Les dévers associé aux rayons en plan :

R₁ = 150 m

R₂ = 1000 m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

R₃ = 1500m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

R₄ = 200

V-11 : Déclivités-Profil en long (variante N° 02) :

Rampe = 5.287 %

Rampe = 1.663 %

Pente = -0.841 %

Pente = -4.106 %

V-12 : Calcul des Cubatures :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais		Remblais	
			Surf. (m ²)	Volume (m ³)	Surf. (m ²)	Volume (m ³)
P1	0,000	12,500	9,44	118,061	0,01	0,163
P2	25,000	25,000	2,50	62,455	0,45	11,357
P3	50,000	25,000	0,00	0,000	18,11	452,849
P4	75,000	25,000	0,00	0,000	26,90	672,620
P5	100,000	25,000	0,00	0,000	40,27	1006,798
P6	125,000	25,000	0,00	0,000	51,42	1285,470
P7	150,000	25,000	0,00	0,000	55,24	1381,096
P8	175,000	25,000	0,00	0,000	27,79	694,821
P9	200,000	25,000	0,00	0,000	13,55	338,700
P10	225,000	25,000	4,74	118,561	0,53	13,254
P11	250,000	18,869	32,65	616,033	0,00	0,000
P12	262,739	12,500	53,48	668,506	0,00	0,000
P13	275,000	18,631	72,71	1354,711	0,00	0,000
P14	300,000	25,000	105,89	2647,220	0,00	0,000
P15	325,000	25,000	135,82	3395,476	0,00	0,000
P16	350,000	25,000	153,04	3826,077	0,00	0,000
P17	375,000	25,000	160,90	4022,597	0,00	0,000
P18	400,000	15,095	160,66	2425,058	0,00	0,000
P19	405,189	12,500	160,00	2000,003	0,00	0,000
P20	425,000	22,405	156,42	3504,730	0,00	0,000
P21	450,000	25,000	140,42	3510,440	0,00	0,000
P22	475,000	25,000	108,77	2719,157	0,00	0,000
P23	500,000	25,000	61,21	1530,349	0,00	0,000
P24	525,000	25,000	16,00	399,906	0,07	1,804
P25	550,000	25,000	0,00	0,000	36,79	919,639
P26	575,000	25,000	0,00	0,000	117,74	2943,389
P27	600,000	25,000	0,00	0,000	200,85	5021,293
P28	625,000	25,000	0,00	0,000	235,22	5880,566
P29	650,000	25,000	0,00	0,000	405,97	10149,132
P30	675,000	25,000	0,00	0,000	298,02	7450,436
P31	700,000	25,000	0,00	0,000	208,24	5206,105
P32	725,000	25,000	0,00	0,000	134,42	3360,483
P33	750,000	25,000	0,00	0,000	82,24	2055,982
P34	775,000	25,000	1,36	33,919	21,31	532,736
P35	800,000	25,000	5,38	134,437	12,46	311,485
P36	825,000	25,000	9,17	229,345	10,68	266,924

P37	850,000	25,000	10,09	252,150	6,44	161,096
P38	875,000	25,000	23,90	597,558	0,00	0,000
P39	900,000	25,000	36,89	922,341	0,00	0,000
P40	925,000	25,000	54,45	1361,311	0,00	0,000
P41	950,000	25,000	62,77	1569,144	0,00	0,000
P42	975,000	19,180	80,85	1550,752	0,00	0,000
P43	988,359	12,500	76,96	962,008	0,00	0,000
P44	1000,000	18,320	83,44	1528,636	0,00	0,000
P45	1025,000	25,000	93,33	2333,259	0,00	0,000
P46	1050,000	25,000	94,40	2360,051	0,00	0,000
P47	1075,000	25,000	98,11	2452,666	0,00	0,000
P48	1100,000	25,000	85,54	2138,393	0,00	0,000
P49	1125,000	25,000	101,70	2542,504	0,00	0,000
P50	1150,000	25,000	102,46	2561,380	0,00	0,000
P51	1175,000	25,000	86,51	2162,810	0,00	0,000
P52	1200,000	25,000	50,92	1272,883	0,00	0,000
P53	1225,000	25,000	44,13	1103,358	0,00	0,000
P54	1250,000	25,000	2,22	55,491	13,29	332,143
P55	1275,000	25,000	0,00	0,000	31,89	797,302
P56	1300,000	25,000	0,00	0,000	59,56	1488,910
P57	1325,000	25,000	0,00	0,000	100,05	2501,170
P58	1350,000	25,000	0,00	0,000	120,89	3022,343
P59	1375,000	25,000	0,00	0,000	111,57	2789,342
P60	1400,000	18,114	0,00	0,000	102,87	1863,435
P61	1411,228	12,500	0,00	0,000	93,67	1170,852
P62	1425,000	19,386	0,00	0,000	86,39	1674,747
P63	1450,000	25,000	0,00	0,000	66,77	1669,191
P64	1475,000	25,000	0,00	0,000	46,36	1158,877
P65	1500,000	25,000	0,00	0,000	26,91	672,781
P66	1525,000	25,000	0,00	0,000	13,97	349,214
P67	1550,000	25,000	1,04	26,109	5,01	125,227
P68	1575,000	25,000	4,61	115,359	0,36	8,974
P69	1600,000	25,000	12,54	313,554	0,00	0,000
P70	1625,000	25,000	13,75	343,782	0,00	0,000
P71	1650,000	25,000	16,50	412,503	0,00	0,000
P72	1675,000	25,000	18,12	453,088	0,00	0,000
P73	1700,000	25,000	13,07	326,666	0,00	0,000
P74	1725,000	25,000	6,27	156,712	0,06	1,422
P75	1750,000	25,000	9,57	239,292	0,00	0,000

P76	1775,000	25,000	12,56	313,959	0,00	0,000
P77	1800,000	25,000	13,33	333,127	0,00	0,000
P78	1825,000	25,000	29,46	736,396	0,00	0,000
P79	1850,000	25,000	44,07	1101,810	0,00	0,000
P80	1875,000	25,000	34,83	870,782	0,00	0,000
P81	1900,000	25,000	2,25	56,321	8,67	216,691
P82	1925,000	25,000	0,00	0,000	48,08	1202,033
P83	1950,000	12,944	0,00	0,000	73,90	956,497
P84	1950,887	12,500	0,00	0,000	75,07	938,405
P85	1975,000	24,556	0,00	0,000	109,27	2683,166
P86	2000,000	25,000	0,00	0,000	140,37	3509,205
P87	2025,000	25,000	0,00	0,000	167,28	4181,902
P88	2050,000	25,000	0,00	0,000	192,55	4813,645
P89	2075,000	25,000	0,00	0,000	220,54	5513,617
P90	2100,000	25,000	0,00	0,000	233,12	5828,026
P91	2125,000	25,000	0,00	0,000	262,09	6552,294
P92	2150,000	25,000	0,00	0,000	273,20	6829,888
P93	2175,000	25,000	0,00	0,000	281,39	7034,640
P94	2200,000	25,000	0,00	0,000	286,68	7167,017
P95	2225,000	25,000	0,00	0,000	291,11	7277,808
P96	2250,000	25,000	0,00	0,000	350,82	8770,449
P97	2275,000	25,000	0,00	0,000	370,48	9261,964
P98	2300,000	25,000	0,00	0,000	274,84	6870,997
P99	2325,000	25,000	0,00	0,000	262,93	6573,132
P100	2350,000	25,000	0,00	0,000	252,16	6303,931
P101	2375,000	25,000	0,00	0,000	232,60	5815,024
P102	2400,000	25,000	0,00	0,000	209,84	5245,877
P103	2425,000	25,000	0,00	0,000	186,99	4674,744
P104	2450,000	14,221	0,00	0,000	163,92	2331,122
P105	2453,442	12,500	0,00	0,000	160,76	2009,546
P106	2475,000	23,279	0,00	0,000	139,09	3237,801
P107	2500,000	25,000	0,00	0,000	105,55	2638,836
P108	2525,000	25,000	0,00	0,000	70,90	1772,464
P109	2550,000	25,000	0,00	0,011	38,17	954,343
P110	2575,000	15,546	0,18	2,837	17,68	274,778
P111	2581,092	12,500	1,30	16,216	11,05	138,106
P112	2600,000	21,954	15,33	336,514	0,00	0,000
P113	2625,000	25,000	53,24	1331,039	0,00	0,000
P114	2650,000	25,000	87,25	2181,186	0,00	0,000

P115	2675,000	25,000	77,86	1946,442	0,00	0,000
P116	2700,000	25,000	36,84	921,116	0,00	0,000
P117	2725,000	25,000	0,59	14,871	5,94	148,548
P118	2750,000	25,000	0,00	0,000	34,32	858,100
P119	2775,000	23,511	0,00	0,000	50,40	1185,086
P120	2797,023	12,500	0,00	0,000	56,52	706,548
P121	2800,000	13,989	0,00	0,000	56,48	790,021
P122	2825,000	25,000	0,00	0,000	58,13	1453,232
P123	2850,000	25,000	0,00	0,000	47,22	1180,549
P124	2875,000	25,000	0,00	0,000	39,67	991,810
P125	2900,000	25,000	0,00	0,000	48,97	1224,152
P126	2925,000	25,000	0,00	0,000	59,67	1491,829
P127	2950,000	25,000	0,00	0,000	74,72	1868,018
P128	2975,000	25,000	0,00	0,000	81,85	2046,350
P129	3000,000	25,000	0,00	0,000	74,32	1857,912
P130	3025,000	25,000	0,00	0,000	61,80	1544,884
P131	3050,000	25,000	0,00	0,000	55,35	1383,789
P132	3075,000	25,000	0,00	0,000	59,34	1483,463
P133	3100,000	25,000	0,00	0,000	35,59	889,672
P134	3125,000	25,000	0,00	0,000	50,53	1263,374
P135	3150,000	25,000	0,00	0,000	53,10	1327,495
P136	3175,000	25,000	0,00	0,000	88,32	2208,046
P137	3200,000	25,000	0,00	0,000	120,14	3003,380
P138	3225,000	25,000	0,00	0,000	130,64	3266,024
P139	3250,000	25,000	0,00	0,000	169,54	4238,556
P140	3275,000	25,000	0,00	0,000	164,55	4113,634
P141	3300,000	25,000	0,00	0,000	148,67	3716,637
P142	3325,000	25,000	0,00	0,000	131,52	3287,918
P143	3350,000	25,000	0,00	0,000	115,98	2899,508
P144	3375,000	25,000	0,00	0,000	99,74	2493,555
P145	3400,000	25,000	0,00	0,000	94,95	2373,711
P146	3425,000	25,000	0,00	0,000	82,98	2074,412
P147	3450,000	16,212	1,61	26,119	21,28	344,991
P148	3457,423	3,712	4,60	17,058	3,64	13,525
			∑ Déblai	73636,605	∑ Remblai	259050,806

Volumes de déblai : 73636,605 m³.

Volumes de remblai : 259050,806 m³.

Excès de remblai : 185414,201 m³

VI. ETUDE DE LA VARIANTE 02

La variante une est composée des alignements droits AS1, S1S2, S2S3, S3S4, S4B raccordé par des arcs de cercle de Rayon R1, R2, R3 et R4.

VI-1 : L'axe de la variante :

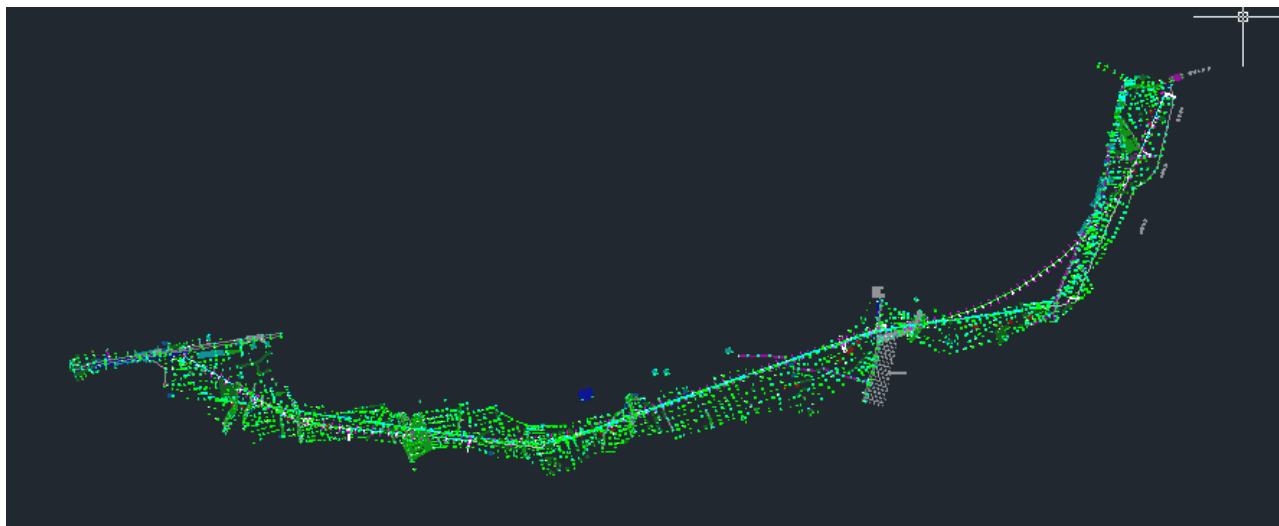


Figure 10 : Tracé en plan de variante 02.

VI-2 : calcul de l'axe :

VI-2-1 : les coordonnées planimétriques des sommets :

Tableau N° 15 : les coordonnées des points au sommet de la route existante V02.

Pts	X	Y
A	290390,67	4027239,77
S1	290765,74	4027022,11
S2	291500,20	4026949,99
S3	222514,83	402730681
S4	293102,35	4027392,23
B	293403,62	4028028,80

VI-2-2 : Calcul, de gisements, de distances et des angles aux centres :

Tableau N° 16 : les valeurs des gisements, de distance et des angles aux centres de V02.

N ° de virage	Les directions	Valeurs de Δx et Δy	Gisements en (grd)		L'angle au sommet α en (grd)
Virage 1	AS ₁	$\Delta x = 375.07$ m	G _{AS1}	259.87	24.52
		$\Delta y = -217.66$ m			
Virage 2	S ₁ S ₂	$\Delta x = 734.46$ m	G _{S1 S2}	284.39	13.77
		$\Delta y = -72.12$ m			
Virage 3	S ₂ S ₃	$\Delta x = 1014.63$ m	G _{S2 S3}	70.62	11.72
		$\Delta y = 356.82$ m			
Virage 4	S ₃ S ₄	$\Delta x = 609.11$ m	G _{S3 S4}	82.34	58.75
		$\Delta y = 81.82$ m			
Virage 5	S ₄ B	$\Delta x = 279.68$ m	G _{S4 B}	23.59	
		$\Delta y = 640.17$ m			

VI-3 : Environnement de la route :

VI-3-1 : La dénivelée cumulée moyenne :

Tableau N° 17 : Calcul les dénivelée de V02.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,000	12,500	290390,666	4027239,768	8,948	0,000
P2	25,000	25,000	290412,289	4027227,220	9,824	0,876
P3	50,000	25,000	290433,911	4027214,672	10,700	0,876
P4	75,000	25,000	290455,534	4027202,124	11,576	0,876
P5	100,000	25,000	290477,157	4027189,576	12,453	0,876
P6	125,000	25,000	290498,780	4027177,028	13,329	0,876
P7	150,000	25,000	290520,403	4027164,480	14,205	0,876
P8	175,000	25,000	290542,026	4027151,932	15,081	0,876
P9	200,000	25,000	290563,648	4027139,384	15,957	0,876
P10	225,000	25,000	290585,271	4027126,836	16,834	0,876
P11	250,000	25,000	290606,894	4027114,288	17,710	0,876
P12	275,000	15,773	290628,517	4027101,740	18,586	0,876
P13	281,546	12,500	290634,178	4027098,454	18,816	0,229
P14	300,000	21,727	290650,260	4027089,403	19,462	0,647
P15	325,000	25,000	290672,415	4027077,824	20,339	0,876

P16	350,000	25,000	290694,970	4027067,043	21,215	0,876
P17	375,000	25,000	290717,895	4027057,075	22,091	0,876
P18	400,000	25,000	290741,161	4027047,931	22,967	0,876
P19	425,000	25,000	290764,740	4027039,624	23,843	0,876
P20	450,000	25,000	290788,599	4027032,164	24,720	0,876
P21	475,000	25,000	290812,710	4027025,561	25,596	0,876
P22	500,000	25,000	290837,041	4027019,823	26,472	0,876
P23	525,000	25,000	290861,562	4027014,957	27,348	0,876
P24	550,000	25,000	290886,241	4027010,970	28,225	0,876
P25	575,000	15,553	290911,046	4027007,867	29,101	0,876
P26	581,105	12,500	290917,119	4027007,244	29,315	0,214
P27	600,000	21,947	290935,924	4027005,398	29,977	0,662
P28	625,000	25,000	290960,804	4027002,955	30,853	0,876
P29	650,000	25,000	290985,684	4027000,512	31,729	0,876
P30	675,000	25,000	291010,565	4026998,069	32,606	0,876
P31	700,000	25,000	291035,445	4026995,626	33,482	0,876
P32	725,000	25,000	291060,325	4026993,183	34,358	0,876
P33	750,000	25,000	291085,206	4026990,740	35,234	0,876
P34	775,000	25,000	291110,086	4026988,297	36,109	0,875
P35	800,000	25,000	291134,966	4026985,854	36,953	0,844
P36	825,000	25,000	291159,847	4026983,411	37,755	0,802
P37	850,000	25,000	291184,727	4026980,968	38,515	0,760
P38	875,000	25,000	291209,607	4026978,525	39,234	0,719
P39	900,000	25,000	291234,488	4026976,082	39,911	0,677
P40	925,000	22,724	291259,368	4026973,639	40,546	0,635
P41	945,449	12,500	291279,719	4026971,641	41,035	0,489
P42	950,000	14,776	291284,249	4026971,206	41,140	0,105
P43	975,000	25,000	291309,167	4026969,188	41,692	0,552
P44	1000,000	25,000	291334,128	4026967,793	42,202	0,510
P45	1025,000	25,000	291359,115	4026967,023	42,671	0,469
P46	1050,000	25,000	291384,114	4026966,877	43,098	0,427
P47	1075,000	25,000	291409,109	4026967,356	43,483	0,385
P48	1100,000	25,000	291434,084	4026968,460	43,827	0,344
P49	1125,000	25,000	291459,023	4026970,188	44,129	0,302
P50	1150,000	25,000	291483,912	4026972,539	44,389	0,260
P51	1175,000	25,000	291508,734	4026975,512	44,608	0,219
P52	1200,000	25,000	291533,474	4026979,103	44,785	0,177
P53	1225,000	25,000	291558,116	4026983,312	44,921	0,135
P54	1250,000	25,000	291582,646	4026988,136	45,014	0,094
P55	1275,000	25,000	291607,047	4026993,572	45,066	0,052
P56	1300,000	25,000	291631,305	4026999,616	45,077	0,010
P57	1325,000	25,000	291655,404	4027006,264	45,045	-0,031
P58	1350,000	25,000	291679,329	4027013,512	44,972	-0,073

P59	1375,000	15,743	291703,066	4027021,357	44,858	-0,115
P60	1381,487	12,500	291709,193	4027023,489	44,821	-0,037
P61	1400,000	21,757	291726,657	4027029,631	44,701	-0,120
P62	1425,000	25,000	291750,241	4027037,925	44,504	-0,198
P63	1450,000	25,000	291773,826	4027046,218	44,275	-0,229
P64	1475,000	25,000	291797,410	4027054,512	44,044	-0,230
P65	1500,000	25,000	291820,994	4027062,806	43,814	-0,230
P66	1525,000	25,000	291844,578	4027071,100	43,583	-0,230
P67	1550,000	25,000	291868,162	4027079,394	43,353	-0,230
P68	1575,000	25,000	291891,746	4027087,688	43,122	-0,230
P69	1600,000	25,000	291915,330	4027095,982	42,889	-0,233
P70	1625,000	25,000	291938,915	4027104,275	42,634	-0,255
P71	1650,000	25,000	291962,499	4027112,569	42,354	-0,280
P72	1675,000	25,000	291986,083	4027120,863	42,049	-0,305
P73	1700,000	25,000	292009,667	4027129,157	41,719	-0,330
P74	1725,000	25,000	292033,251	4027137,451	41,364	-0,355
P75	1750,000	25,000	292056,835	4027145,745	40,984	-0,380
P76	1775,000	25,000	292080,419	4027154,039	40,580	-0,405
P77	1800,000	25,000	292104,004	4027162,332	40,150	-0,430
P78	1825,000	25,000	292127,588	4027170,626	39,695	-0,455
P79	1850,000	25,000	292151,172	4027178,920	39,215	-0,480
P80	1875,000	25,000	292174,756	4027187,214	38,710	-0,505
P81	1900,000	25,000	292198,340	4027195,508	38,180	-0,530
P82	1925,000	25,000	292221,924	4027203,802	37,625	-0,555
P83	1950,000	25,000	292245,509	4027212,096	37,045	-0,580
P84	1975,000	25,000	292269,093	4027220,389	36,440	-0,605
P85	2000,000	25,000	292292,677	4027228,683	35,816	-0,624
P86	2025,000	25,000	292316,261	4027236,977	35,191	-0,625
P87	2050,000	25,000	292339,845	4027245,271	34,566	-0,625
P88	2075,000	25,000	292363,429	4027253,565	33,941	-0,625
P89	2100,000	25,000	292387,013	4027261,859	33,316	-0,625
P90	2125,000	14,408	292410,598	4027270,153	32,691	-0,625
P91	2128,817	5,908	292414,198	4027271,419	32,596	-0,095
P92	2136,817	10,592	292421,749	4027274,063	32,396	-0,200
P93	2150,000	19,092	292434,231	4027278,304	32,066	-0,330
P94	2175,000	25,000	292458,050	4027285,894	31,441	-0,625
P95	2200,000	25,000	292482,052	4027292,887	30,816	-0,625
P96	2225,000	25,000	292506,220	4027299,277	30,191	-0,625
P97	2250,000	25,000	292530,542	4027305,061	29,566	-0,625
P98	2275,000	25,000	292555,000	4027310,235	28,941	-0,625
P99	2300,000	25,000	292579,579	4027314,796	28,316	-0,625
P100	2325,000	16,725	292604,265	4027318,741	27,691	-0,625
P101	2333,450	8,225	292612,630	4027319,935	27,480	-0,211

P102	2341,450	4,653	292620,558	4027321,011	27,280	-0,200
P103	2342,755	4,275	292621,852	4027321,185	27,248	-0,033
P104	2350,000	16,122	292629,028	4027322,178	27,066	-0,181
P105	2375,000	25,000	292653,726	4027326,049	26,441	-0,625
P106	2400,000	25,000	292678,306	4027330,604	25,816	-0,625
P107	2425,000	25,000	292702,751	4027335,841	25,191	-0,625
P108	2450,000	25,000	292727,041	4027341,754	24,566	-0,625
P109	2475,000	25,000	292751,157	4027348,340	23,941	-0,625
P110	2500,000	25,000	292775,081	4027355,593	23,316	-0,625
P111	2525,000	25,000	292798,794	4027363,507	22,691	-0,625
P112	2550,000	25,000	292822,278	4027372,077	22,066	-0,625
P113	2575,000	25,000	292845,516	4027381,296	21,441	-0,625
P114	2600,000	25,000	292868,488	4027391,157	20,816	-0,625
P115	2625,000	25,000	292891,177	4027401,652	20,191	-0,625
P116	2650,000	25,000	292913,566	4027412,774	19,566	-0,625
P117	2675,000	25,000	292935,638	4027424,512	18,941	-0,625
P118	2700,000	25,000	292957,375	4027436,860	18,316	-0,625
P119	2725,000	25,000	292978,761	4027449,806	17,691	-0,625
P120	2750,000	25,000	292999,779	4027463,341	17,066	-0,625
P121	2775,000	25,000	293020,413	4027477,455	16,441	-0,625
P122	2800,000	25,000	293040,647	4027492,137	15,816	-0,625
P123	2825,000	25,000	293060,465	4027507,374	15,191	-0,625
P124	2850,000	25,000	293079,853	4027523,157	14,566	-0,625
P125	2875,000	25,000	293098,795	4027539,471	13,941	-0,625
P126	2900,000	25,000	293117,276	4027556,306	13,316	-0,625
P127	2925,000	25,000	293135,283	4027573,647	12,691	-0,625
P128	2950,000	25,000	293152,801	4027591,482	12,066	-0,625
P129	2975,000	25,000	293169,817	4027609,796	11,441	-0,625
P130	3000,000	25,000	293186,317	4027628,576	10,816	-0,625
P131	3025,000	25,000	293202,290	4027647,807	10,191	-0,625
P132	3050,000	25,000	293217,723	4027667,475	9,566	-0,625
P133	3075,000	25,000	293232,603	4027687,563	8,941	-0,625
P134	3100,000	25,000	293246,919	4027708,057	8,316	-0,625
P135	3125,000	25,000	293260,661	4027728,940	7,691	-0,625
P136	3150,000	25,000	293273,818	4027750,197	7,066	-0,625
P137	3175,000	25,000	293286,379	4027771,812	6,441	-0,625
P138	3200,000	25,000	293298,335	4027793,767	5,816	-0,625
P139	3225,000	25,000	293309,676	4027816,045	5,191	-0,625
P140	3250,000	20,296	293320,394	4027838,630	4,566	-0,625
P141	3265,592	12,500	293326,760	4027852,863	4,177	-0,390
P142	3275,000	17,204	293330,526	4027861,484	3,941	-0,235
P143	3300,000	25,000	293340,535	4027884,393	3,316	-0,625
P144	3325,000	25,000	293350,544	4027907,302	2,691	-0,625

P145	3350,000	25,000	293360,552	4027930,212	2,066	-0,625
P146	3375,000	25,000	293370,561	4027953,121	1,441	-0,625
P147	3400,000	25,000	293380,570	4027976,030	0,816	-0,625
P148	3425,000	25,000	293390,578	4027998,939	0,191	-0,625
P149	3450,000	16,291	293400,587	4028021,848	-0,434	-0,625
P150	3457,583	3,791	293403,623	4028028,797	-0,623	-0,190
	LT	3457,583			$\Sigma\Delta H$	-9,571

$$\Sigma\Delta H = -9,571 \text{ m}$$

$$\Sigma\text{Dist} = \text{LT} = 3457,583 \text{ m} \quad D_c = \left| \frac{-9,571}{3457,583} \right| = 0,28\% < 1,5 \%$$

On peut-on conclure toute en se référant au tableau N° 01 de la page 10 que : **Terrain est plat.**

VI-3-2 : Sinuosité :

Ls est nulle car on a évité de prendre des rayons inférieurs ou égaux à 200 m (la topographie du lieu le permet). $\sigma = 0$

VI-3-3 : Environnement :

Nous avons un terrain Plat et une Sinuosité faible cela correspond à un Environnement **E1.**

VI-3-4 : La catégorie de route de notre projet :

D'après la norme B40 on a la catégorie : **CAT 1.**

VI-4 : Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

La catégorie de notre tronçon est CAT1 et Environnement E1.

D'après le tableau de vitesse de référence page 11 N° 04 **Vr = 100 km/h**

VI-5 : Courbure en plan :

VI-5-1 : Devers :

Tableau N° 18 : Tableau récapitulatif.

dmax =	dmin =	ft =	d =	F''=
7,00%	-2,50%	0,11	0,05	0,06

Les valeurs des rayons en plan calculé à partir des formules de la page N° 11 et N° 12, sont comme suit :

Rayon Minimal Absolu : **RHm = 437 m.**

Rayon Minimal Normal : **RHN = 667 m.**

Rayon Minimal Déversé : **RHd = 1575 m.**

Rayon Non Déversé : **RHnd = 2250 m.**

VI-6 : Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

R1 = 700m R2 = 1000m R3 = 1000m R2 = 900m

VI-7 : les éléments de chaque raccordement circulaire :

Tableau N° 19 : Les éléments des raccordements.

N° de virage	α (grade)	R (m)	T (m)	Bi (m)	Lc (m)
1	24.52	700	152.11	16.47	269.47
2	13.77	1000	120.74	8.06	216.19
3	11.72	1000	102.63	6.03	184.00
4	58.75	900	506.60	133.2	830.13
				Σ	1499.79

Détermination de la longueur totale du tracé :

a) La Longueur totale de tracé mesurée : $L_t = 3457.583$ m

$$\boxed{L_t = 3457.583 \text{ m}}$$

b) Longueur totale des courbes : $L_c = L_{c1} + L_{c2} + L_{c3} + L_{c4}$

$$\boxed{L_c = 1499.79 \text{ m}}$$

c) Longueur totale des alignements droits :

$$L_{AD} = L_t - L_c$$

$$L_{AD} = 3457.583 - 1499.79 = 1957.793 \text{ m}$$

$$\boxed{L_{AD} = 1957.793 \text{ m}}$$

VI-8 : Pourcentage Alignement Droit :

$$20\% \leq \frac{LAD}{LT} \leq 60\%$$

$$20\% \leq \frac{LAD}{LT} = \frac{1957.793}{3457.583} \times 100 = 57\% \leq 60\% \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée}$$

VI-9 : Pourcentage Courbe :

$$40\% \leq \frac{LC}{LT} \leq 80\%$$

$$40\% \leq \frac{LC}{LT} = \frac{1499.79}{3457.583} \times 100 = 43\% \leq 80\% \dots\dots\dots \text{Condition vérifiée}$$

VI-10 : Les dévers associé aux rayons en plan :

R₁ = 700m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

R₂ = 1000 m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

R₃ = 1000 m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

R₃ =900 m

RHN ≤ R ≤ RHd, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

VI-11 : Déclivités-Profil en long (variante N° 02) :

Rampe = 3.505 %

Pente = -0.922 %

Pente = -2.500 %

VI-12 : Calcul des Cubatures :

Tableau N° 21 : Cubatures approchées V02.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Remblai		Déblai	
			Surf. (m ²)	Volume (m ³)	Surf. (m ²)	Volume (m ³)
P1	0,000	12,500	7,36	91,985	0,02	0,220
P2	25,000	25,000	7,14	178,384	0,00	0,022
P3	50,000	25,000	6,83	170,644	0,07	1,696
P4	75,000	25,000	17,21	430,131	0,00	0,000
P5	100,000	25,000	21,57	539,211	0,00	0,000
P6	125,000	25,000	28,67	716,717	0,00	0,000
P7	150,000	25,000	27,27	681,790	0,00	0,000
P8	175,000	25,000	27,46	686,525	0,00	0,000
P9	200,000	25,000	12,10	302,479	27,83	695,859
P10	225,000	25,000	14,56	363,903	0,00	0,000
P11	250,000	25,000	15,21	380,167	0,89	22,260
P12	275,000	15,773	10,48	165,278	0,23	3,600
P13	281,546	12,500	14,36	179,475	0,01	0,116
P14	300,000	21,727	12,50	271,613	0,00	0,000
P15	325,000	25,000	30,74	768,609	0,00	0,000
P16	350,000	25,000	44,21	1105,302	0,00	0,000
P17	375,000	25,000	53,20	1330,033	0,00	0,000
P18	400,000	25,000	75,34	1883,482	0,00	0,000
P19	425,000	25,000	92,91	2322,757	0,00	0,000
P20	450,000	25,000	118,61	2965,259	0,00	0,000
P21	475,000	25,000	123,60	3089,882	0,00	0,000
P22	500,000	25,000	120,33	3008,165	0,00	0,000
P23	525,000	25,000	126,34	3158,415	0,00	0,000
P24	550,000	25,000	133,99	3349,812	0,00	0,000
P25	575,000	15,553	129,00	2006,334	0,00	0,000
P26	581,105	12,500	124,88	1560,957	0,00	0,000
P27	600,000	21,947	102,32	2245,556	0,00	0,000
P28	625,000	25,000	62,33	1558,225	0,00	0,000
P29	650,000	25,000	10,36	258,877	2,09	52,151
P30	675,000	25,000	0,00	0,000	56,71	1417,686
P31	700,000	25,000	0,00	0,000	135,22	3380,453
P32	725,000	25,000	0,00	0,000	196,70	4917,381
P33	750,000	25,000	0,00	0,000	270,85	6771,166
P34	775,000	25,000	0,00	0,000	318,92	7973,020
P35	800,000	25,000	0,00	0,000	197,12	4928,005

P36	825,000	25,000	0,00	0,000	122,58	3064,466
P37	850,000	25,000	0,00	0,000	87,96	2199,124
P38	875,000	25,000	0,00	0,000	37,42	935,435
P39	900,000	25,000	4,04	100,884	17,96	449,053
P40	925,000	22,724	7,84	178,070	13,74	312,304
P41	945,449	12,500	10,30	128,715	8,47	105,833
P42	950,000	14,776	10,78	159,221	7,28	107,604
P43	975,000	25,000	17,44	435,991	2,85	71,223
P44	1000,000	25,000	31,18	779,576	0,00	0,000
P45	1025,000	25,000	52,30	1307,494	0,00	0,000
P46	1050,000	25,000	61,66	1541,604	0,00	0,000
P47	1075,000	25,000	72,09	1802,208	0,00	0,000
P48	1100,000	25,000	78,53	1963,261	0,00	0,000
P49	1125,000	25,000	77,54	1938,377	0,00	0,000
P50	1150,000	25,000	86,47	2161,746	0,00	0,000
P51	1175,000	25,000	79,23	1980,873	0,00	0,000
P52	1200,000	25,000	64,81	1620,171	0,00	0,000
P53	1225,000	25,000	77,14	1928,473	0,00	0,000
P54	1250,000	25,000	70,40	1759,982	0,00	0,000
P55	1275,000	25,000	61,48	1536,948	0,00	0,000
P56	1300,000	25,000	41,25	1031,253	0,00	0,000
P57	1325,000	25,000	18,01	450,129	0,00	0,032
P58	1350,000	25,000	0,18	4,415	20,97	524,240
P59	1375,000	15,743	0,00	0,000	52,54	827,088
P60	1381,487	12,500	0,00	0,000	63,37	792,139
P61	1400,000	21,757	0,00	0,000	89,09	1938,198
P62	1425,000	25,000	0,00	0,000	103,76	2593,982
P63	1450,000	25,000	0,00	0,000	116,04	2901,042
P64	1475,000	25,000	0,00	0,000	111,11	2777,833
P65	1500,000	25,000	0,00	0,000	106,49	2662,316
P66	1525,000	25,000	0,00	0,000	92,04	2301,037
P67	1550,000	25,000	0,00	0,000	51,17	1279,178
P68	1575,000	25,000	0,00	0,000	24,36	609,060
P69	1600,000	25,000	1,37	34,351	3,30	82,399
P70	1625,000	25,000	16,72	418,057	0,00	0,000
P71	1650,000	25,000	32,25	806,347	0,00	0,000
P72	1675,000	25,000	44,24	1106,089	0,00	0,000
P73	1700,000	25,000	54,96	1374,098	0,00	0,000
P74	1725,000	25,000	61,38	1534,433	0,00	0,000
P75	1750,000	25,000	68,09	1702,293	0,00	0,000

P76	1775,000	25,000	75,57	1889,294	0,00	0,000
P77	1800,000	25,000	75,42	1885,434	0,00	0,000
P78	1825,000	25,000	75,14	1878,516	0,00	0,000
P79	1850,000	25,000	86,33	2158,236	0,00	0,000
P80	1875,000	25,000	98,43	2460,856	0,00	0,000
P81	1900,000	25,000	107,84	2695,967	0,00	0,000
P82	1925,000	25,000	123,80	3094,993	0,00	0,000
P83	1950,000	25,000	140,16	3504,122	0,00	0,000
P84	1975,000	25,000	133,92	3348,100	0,00	0,000
P85	2000,000	25,000	107,26	2681,548	0,00	0,000
P86	2025,000	25,000	84,57	2114,238	0,00	0,000
P87	2050,000	25,000	63,26	1581,432	0,00	0,000
P88	2075,000	25,000	36,55	913,821	0,00	0,000
P89	2100,000	25,000	26,11	652,763	0,00	0,000
P90	2125,000	14,408	8,14	117,249	0,00	0,000
P91	2128,817	5,908	5,72	33,805	0,12	0,680
P92	2136,817	10,592	1,15	12,167	0,82	8,680
P93	2150,000	19,092	0,00	0,000	8,59	163,984
P94	2175,000	25,000	0,00	0,000	29,96	749,049
P95	2200,000	25,000	0,00	0,000	35,58	889,604
P96	2225,000	25,000	0,00	0,000	55,94	1398,524
P97	2250,000	25,000	0,00	0,000	55,86	1396,598
P98	2275,000	25,000	0,00	0,000	56,81	1420,305
P99	2300,000	25,000	0,00	0,000	52,49	1312,212
P100	2325,000	16,725	0,00	0,000	46,31	774,548
P101	2333,450	8,225	0,00	0,000	47,45	390,251
P102	2341,450	4,653	0,00	0,000	67,21	312,728
P103	2342,755	4,275	0,00	0,000	70,20	300,097
P104	2350,000	16,122	0,00	0,000	88,89	1433,080
P105	2375,000	25,000	0,00	0,000	114,14	2853,385
P106	2400,000	25,000	0,34	8,501	7,40	185,009
P107	2425,000	25,000	10,37	259,165	0,00	0,000
P108	2450,000	25,000	25,29	632,277	0,00	0,000
P109	2475,000	25,000	48,68	1216,895	0,00	0,000
P110	2500,000	25,000	71,82	1795,473	0,00	0,000
P111	2525,000	25,000	83,89	2097,284	0,00	0,000
P112	2550,000	25,000	62,50	1562,536	0,00	0,000
P113	2575,000	25,000	18,38	459,382	0,00	0,000
P114	2600,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P115	2625,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000

P116	2650,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P117	2675,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P118	2700,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P119	2725,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P120	2750,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P121	2775,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P122	2800,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P123	2825,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P124	2850,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P125	2875,000	25,000	0,00	0,000	0,00	0,000
P126	2900,000	25,000	68,37	1709,340	0,00	0,000
P127	2925,000	25,000	141,85	3546,297	0,00	0,000
P128	2950,000	25,000	194,84	4871,073	0,00	0,000
P129	2975,000	25,000	189,32	4732,891	0,00	0,000
P130	3000,000	25,000	176,85	4421,181	0,00	0,000
P131	3025,000	25,000	170,86	4271,513	0,00	0,000
P132	3050,000	25,000	167,87	4196,745	0,00	0,000
P133	3075,000	25,000	168,83	4220,872	0,00	0,000
P134	3100,000	25,000	152,44	3811,045	0,00	0,000
P135	3125,000	25,000	142,89	3572,236	0,00	0,000
P136	3150,000	25,000	137,92	3448,097	0,00	0,000
P137	3175,000	25,000	118,14	2953,530	0,00	0,000
P138	3200,000	25,000	94,96	2373,904	0,00	0,000
P139	3225,000	25,000	42,33	1058,335	0,00	0,000
P140	3250,000	20,296	12,40	251,580	0,00	0,000
P141	3265,592	12,500	3,59	44,828	4,52	56,518
P142	3275,000	17,204	0,00	0,000	12,12	208,531
P143	3300,000	25,000	0,00	0,000	20,27	506,768
P144	3325,000	25,000	0,00	0,000	16,21	405,323
P145	3350,000	25,000	0,00	0,000	12,30	307,506
P146	3375,000	25,000	0,57	14,287	1,97	49,216
P147	3400,000	25,000	5,29	132,339	0,17	4,175
P148	3425,000	25,000	9,89	247,264	0,00	0,000
P149	3450,000	16,291	5,56	90,558	0,14	2,306
P150	3457,583	3,791	7,01	26,596	0,00	0,000
			∑ Déblai	154603,591	∑ Remblai	71826,298

Volumes de déblai : 154603,591 m³.

Volumes de remblai : 71826,298 m³.

Excès de déblai : 82777,293 m³

VII. LE CHOIX DE LA VARIANTE

VII-1 : Justification :

Pour le choix de variante, on dresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiés.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres fort importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux conditions du projet selon la question économique est prépondérante.

Tableau N° 22 : le choix de variante

<i>Critères</i>	<i>Unités</i>	<i>Variante 01</i>	<i>Variante 02</i>	<i>L'évolution</i>	
				<i>V1</i>	<i>V2</i>
<i>Longueur total de l'itinéraire</i>	<i>M</i>	3457,423	3457,583	+	--
<i>Longueur total des alignements droits</i>	<i>M</i>	2370,07	1957,793	-	+
<i>Longueur total des parties courbes</i>	<i>M</i>	1087,35	1499,79	-	+
<i>Rayon minimal en plan</i>	<i>M</i>	150	700	-	+
<i>Rayon maximal en plan</i>	<i>M</i>	1500	1000	+	+
<i>Nombre de virage en plan</i>	/	4	4	+	+
<i>% Alignement droit</i>	<i>%</i>	69	57	-	+
<i>% Courbe</i>	<i>%</i>	31	43	-	+
<i>Q déblai</i>	<i>m3</i>	73636,605	154603,591	+	-
<i>Q remblai</i>	<i>m3</i>	259050,806	71826,298	-	+
<i>V_{deb} – V_{remb}</i>	<i>m3</i>	-185414,201	82777,293	-	+
			Σ	4	9

D'après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté la variante plus avantageuse qui est la variante N° 02.

VIII. ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE

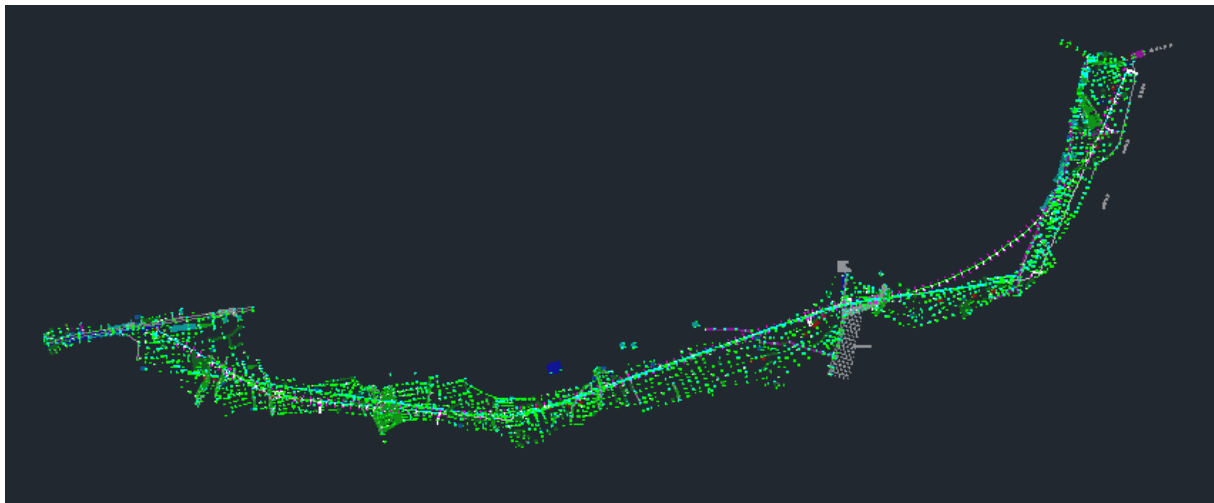


Figure N° 12 : Tracé en plan de variante choisie

VIII-1 : Coordonnées de l'axe :

Tableau N° 23 : Les coordonnées des sommets.

Pts	X	Y
A	290390.67	4027239.77
S1	290765.74	4027022.11
S2	291500.200	4026949.99
S3	222514.83	4027306.81
S4	293102.35	4027392.23
B	293403.62	4028028.8

VIII-2 : Rayons de courbures :

$$R_1 = 700 \text{ m}$$

$$R_2 = 1000 \text{ m}$$

$$R_2 = 1000 \text{ m}$$

$$R_2 = 900 \text{ m}$$

VIII-3 : Raccordement progressive :

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient 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 raccordement progressif, généralement une clothoïde. 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.

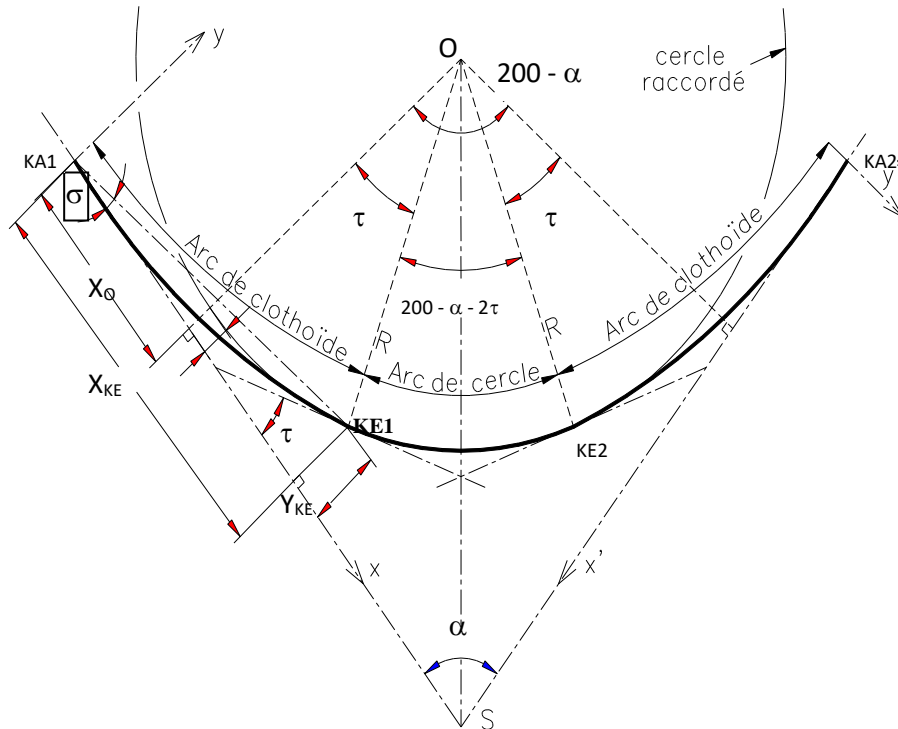


Figure N° 13 : Raccordement progressif.

VIII-4 : Propriétés de la clothoïde :

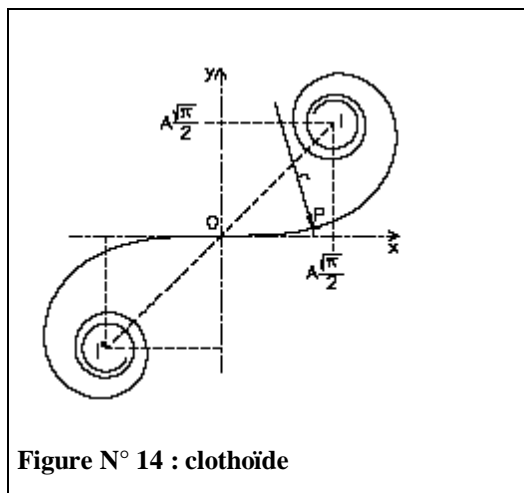


Figure N° 14 : clothoïde

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 :

$$A^2 = r \times L.$$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usages. 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.

VIII-5 : Longueur de ces raccordements :

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

VIII-6 : La condition de confort dynamique :

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

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

VIII-7 : La condition Optique :

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

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

VIII-8 : 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 du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

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

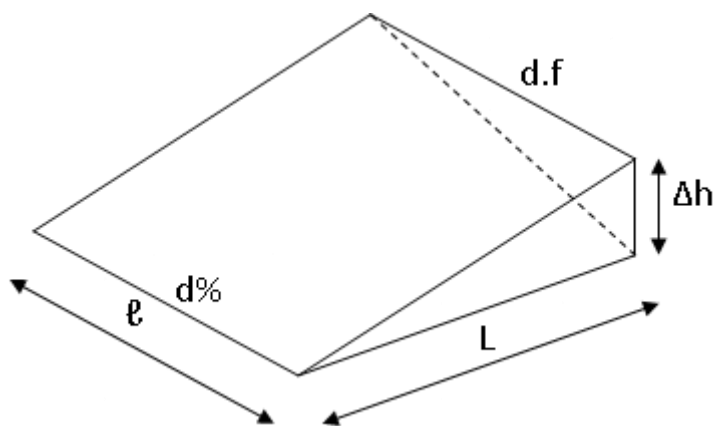
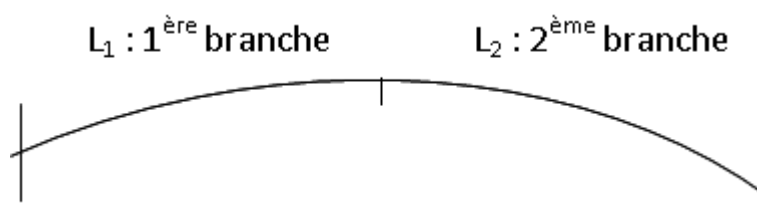


Figure N° 15 : Condition de gauchissement.

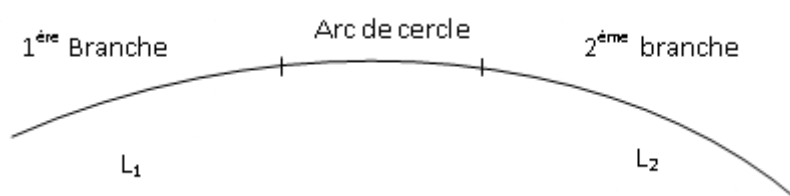
VIII-9 : Vérification de non chevauchement :

1^{er} cas :



$$\tau = \frac{\beta}{2} \text{ Clothoïde sans arc de cercle.}$$

2^{eme} cas :



$$\tau < \frac{\beta}{2} \text{ Clothoïde avec arc de cercle.}$$

3^{eme} cas :



$$\tau > \frac{\beta}{2} \text{ Clothoïde impossible.}$$

VIII-10 : Paramètre de la clothoïde :

Paramètres de la clothoïde	
R	Rayon
L	Longueur de la clothoïde
A	Paramètre de la clothoïde (m)
α	Angle des alignements droits « sommet »
T	Angle des tangentes
θ	Angle Polaire
γ	Angle au centre Partie circulaire
D cercle	Longueur de la partie circulaire
XKE	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde
SL	Longueur de la corde KA-KE
X₀	Abscisse de centre
Y₀	Ordonnées du centre
AR	Ripage
DT	Développée totale
T	Distance S-KA
TL	Tangente longue
TK	Tangente courte
B	Bissectrice
β	Angle au centre (raccordement circulaire)

Application au projet :

Virage N°1 :

Calcul de la longueur la clothoïde :

Condition d'optique :

$$R = 700,00 \text{ m} \Rightarrow R \leq 1500 \text{ m} :$$

$$\Delta R = 0.5\text{m} \Rightarrow L1 \geq R / 9$$

$$L1 \geq \sqrt{24R\Delta R}$$

$$L1 \geq \sqrt{24*700*0.5} \Rightarrow L1 \geq 91.6 \text{ m}$$

Condition de gauchissement :

$$l = 22,00 \text{ m}$$

$$L_2 \geq (l \times \Delta d \times V_r) / 50.$$

$$L_2 \geq (22 \times 4.5 \times 100) / 50 = 198 \text{ m.} \Rightarrow L_2 \geq 198 \text{ m}$$

Condition de confort dynamique :

$$L_3 \geq V_R^2 / 18 [(V_R^2 / 127 \times R) - \Delta d]$$

$$L_3 \geq 100^2 / 18 [(100^2 / 127 \times 500) - 0,045] \Rightarrow L_3 \geq 37.49 \text{ m}$$

$$L = \text{Max} (L_1 ; L_2 ; L_3) = 77.45 \text{ m} \Rightarrow L = 198,00 \text{ m}$$

Vérification de non chevauchement :

$$\tau = L / 2R = (198,00 / 2 \times 700) \times 200/\pi = 9.00 \text{ grd} \Rightarrow \tau = 9.00 \text{ grd}$$

$$\tau = 9.00 < \gamma / 2 = 12.26 \text{ grd} \quad \text{condition vérifiée.}$$

$$R = 700.00 \text{ m.}$$

$$L = 198.00 \text{ m.}$$

$$\gamma = 24.52 \text{ grd.}$$

$$\tau = 9.00 \text{ grd}$$

Paramètres A :

$$A^2 = R \times L \Rightarrow A = \sqrt{R \times L} = \sqrt{700 \times 198} = 372.29 \text{ m} \Rightarrow A = 372.29 \text{ m}$$

$$R / 3 < A < R / 2 \Rightarrow 233.33 \text{ m} < 264.57 \text{ m} < 350 \text{ m} \quad \text{condition vérifiée.}$$

Calcul des coordonnées de " K_E ":

$$X_{K_E} = L - (L^3 / 40 R^2)$$

$$X_{K_E} = 198.00 - (198.00^3 / 40 \times 700,00^2) = 197.631 \text{ m} \Rightarrow X_{K_E} = 197.63 \text{ m}$$

$$Y_{K_E} = L^2 / 6 R \Rightarrow Y_{K_E} = 198,00^2 / 6 \times 700,00 = 2.13 \text{ m} \Rightarrow Y_{K_E} = 9.33 \text{ m}$$

Ripage de cercle :

$$\Delta R = L^2 / 24 R \Rightarrow \Delta R = 198,00^2 / 24 \times 700,00 = 2.33 \text{ m} \Rightarrow \Delta R = 2.33 \text{ m}$$

Calcul les coordonnées de " M ":

$$X_M = X_{K_E} - R \sin \tau$$

$$X_M = 197.63 - 700 \times \sin 9 = 88.12 \text{ m} \Rightarrow X_M = 88.12 \text{ m}$$

$$Y_M = Y_{K_E} + R \cos \tau$$

$$Y_M = 9.33 + 700 \times \cos 9 = 700.71 \text{ m} \Rightarrow Y_M = 700.71 \text{ m}$$

Calcul les tangentes " T_L " et " T_K ":

$$T_L = X_{K_E} - (Y_{K_E} / \cos \tau)$$

$$T_L = 197.63 - (9.33 / \cos 9) = 188.18 \text{ m} \Rightarrow T_L = 188.18 \text{ m}$$

$$T_K = Y_{K_E} / \sin \tau$$

$$T_K = 9.33 / \sin 9 = 59.64 \text{ m} \Rightarrow T_K = 59.64\text{m}$$

Calcul de la corde " S_L " :

$$S_L = \sqrt{X_{K_E}^2 + Y_{K_E}^2} \Rightarrow S_L = \sqrt{197.63^2 + 9.33^2} = 197.85 \text{ m} \Rightarrow S_L = 197.85\text{m}$$

Angle polaire " σ " :

$$\sigma = \arctan(Y_{K_E} / X_{K_E})$$

$$\sigma = \arctan(9.33 / 197.63) = 2.7 \text{ grad} \Rightarrow \sigma = 2.7 \text{ grad}$$

Calcul de la petite tangente " t " :

$$t = (R + \Delta R) \tan(\gamma / 2)$$

$$t = (700 + 2.33) \tan(24.52 / 2) = 152.61 \text{ m} \Rightarrow t = 152.61$$

Calcul de la grande tangente " T " :

$$T = X_M + t \Rightarrow T = 88.12 + 152.61 = 240.73 \text{ m} \Rightarrow T = 240.73 \text{ m}$$

Calcul de la bissectrice " Bi " :

$$Bi = [(R + \Delta R) / \cos(\gamma / 2)] - R$$

$$Bi = [(700 + 2.33) / \cos(24.52/2)] - 700 = \Rightarrow Bi = 18.72 \text{ m}$$

Calcul de l'arc de cercle " D_C " :

$$D_C = R(\gamma - 2\tau) = 700(24.52 - 2 \times 9) \pi / 200 = 71.65 \text{ m} \Rightarrow D_C = 61.65 \text{ m}$$

Calcul de la développée totale " D_T " :

$$D_T = D_C + 2L \Rightarrow D_T = 61.65 + (2 \times 198) = \text{m} \Rightarrow D_T = 457.65\text{m}$$

Les paramètres de la clothoïde des autres virages sont illustrés dans le tableau suivant :

Paramètres		Virage 1
L'angle de cercle	γ(grd)	24.52
Rayon en plan	R(m)	700.00
Longueur de la branche de la clothoïde	(m)	198.00
L'angle des tangentes	τ(grd)	9
Paramètre de la clothoïde	A (m)	372.29
Ripage	Δ R (m)	2.33
La bissectrice	Bi (m)	18.72
L'abscisse du centre du cercle	XM (m)	88.12
L'ordonnée du centre du cercle	YM (m)	700.71
La tangente longue	TL (m)	188.18
La tangente courte	TK (m)	59.64
La corde (KA – KE)	SL (m)	197.85

L'angle polaire	σ (grd)	2.7
L'abscisse de KE	X KE (m)	197.63
L'ordonnée de KE	Y KE (m)	9.33
La petite tangente	t (m)	152.61
La grande tangente	T (m)	240.43
L'arc de cercle	Dc (m)	61.65
La développée totale	DT (m)	457.65

Paramètres		Virage 2
L'angle de cercle	γ (grd)	13.77
Rayon en plan	R(m)	1000.00
Longueur de la branche de la clothoïde	(m)	158.4
L'angle des tangentes	τ (grd)	5.04
Paramètre de la clothoïde	A (m)	397.99
Ripage	ΔR (m)	1.04
La bissectrice	Bi (m)	8.3
L'abscisse du centre du cercle	XM (m)	70.44
L'ordonnée du centre du cercle	YM (m)	100.3
La tangente longue	TL (m)	154.1
La tangente courte	TK (m)	46.65
La corde (KA – KE)	SL (m)	158.35
L'angle polaire	σ (grd)	1.51
L'abscisse de KE	X KE (m)	158.3
L'ordonnée de KE	Y KE (m)	4.18
La petite tangente	t (m)	120.78
La grande tangente	T (m)	191.22
L'arc de cercle	Dc (m)	57.93
La développée totale	DT (m)	374.73

Paramètres		Virage 3
L'angle de cercle	$\gamma(\text{grd})$	58.75
Rayon en plan	R(m)	900.00
Longueur de la branche de la clothoïde	(m)	187.00
L'angle des tangentes	$\tau(\text{grd})$	6.6
Paramètre de la clothoïde	A (m)	410.24
Ripage	ΔR (m)	1.61
La bissectrice	Bi (m)	134.63
L'abscisse du centre du cercle	XM (m)	83.53
L'ordonnée du centre du cercle	YM (m)	110.60
La tangente longue	TL (m)	180.46
La tangente courte	TK (m)	56.29
La corde (KA – KE)	SL (m)	187.09
L'angle polaire	σ (grd)	1.98
L'abscisse de KE	X KE (m)	186.98
L'ordonnée de KE	Y KE (m)	6.47
La petite tangente	t (m)	507.5
La grande tangente	T (m)	591.03
L'arc de cercle	Dc (m)	643.62
La développée totale	DT (m)	1017

<i>Devers associé d(R)</i>			
d(R1)	d(R2)	d(R3)	d(R4)
4.5 %	3.6 %	3.6 %	4.25 %

Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
RHm (7 %)	437	450
RHN (5 %)	756	650
RHd (2.5 %)	1575	1600
RHnd (-2.5 %)	2250	2200

IX. PARAMATRES CINEMATQUES

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules.

Les paramètres sont :

IX-1 : Distance de freinage :

La distance de freinage est la longueur parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage pour annuler sa vitesse.

$$d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell \pm i)}$$

Avec : V_r : vitesse de référence $V_r = 100 \text{ Km/h}$

g : accélération de la pesanteur = 10 m/s^2

$f\ell$: coefficient de frottement

i : rampe ou pente.

$$\text{Palier} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f\ell}$$

$$\text{Pente} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell - i)}$$

$$\text{Rampe} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell + i)}$$

Le tableau suivant donne la valeur de ($f\ell$) retenues pour l'Algérie d'après B40.

Tableau N° 26 : Valeur de $f\ell$

V_r (Km/h) CAT	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30
CAT 3-4-5	0,49	0,46	0,43	0,40	0,036	/

Catégorie 1 $V_r = 100 \text{ Km/h}$ $\Rightarrow f\ell = 0,36$

IX-2 : Distance d'arrêt en alignement droit (d_1) :

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête.

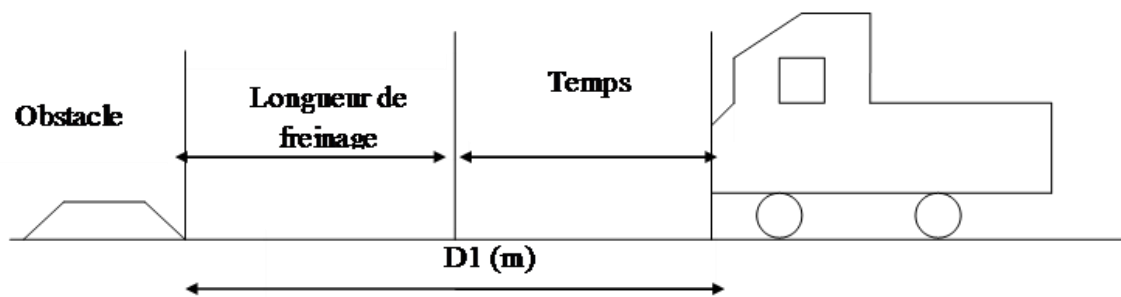


Figure N° 16 : distance d'arrêt en alignement droit.

$$V_r > 80 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$V_r \leq 80 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 2 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)}$$

Pour $V_r = 100 \text{ km/h} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow$ $d_1 = d_0 + 0.50 V_r$

IX-3 : Distance d'arrêt en courbes (d_2)

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.50 V_r$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 2 \text{ s} \rightarrow d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.56 V_r$$

$d_2 = 1,25 d_0 + 0,50 V_r$

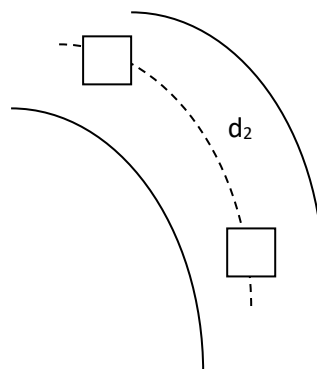


Figure N° 17 : Distance d'arrêt en courbe.

IX-4 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement :

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

Tableau N° 27 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

Toutes catégories	Vr (km/h)	40	60	80	100	120
	Distance de visibilité et de dépassement					
	▪ Minimale d_m (m)	150	250	325	425	550
	▪ Normale d_N (m)	250	350	500	625	800
	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d_{md}	70	120	200	300	425

IX-5 : Distance de sécurité entre véhicules :

C'est la distance de sécurité, nécessaire entre deux véhicules qui se suivent pour éviter toute collision. Il suffit que l'intervalle soit supérieur à la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction.

Application au projet :

I : Distance de freinage :

En palier : $P_0 = 0 \%$.

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f \ell} \rightarrow 0.04 \frac{100^2}{10(0,36)} \Rightarrow d_0 = 111,11 \text{ m.}$$

En Pente : $P_1 = 3.505 \%$

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell - i)} \rightarrow 0.04 \frac{100^2}{10(0,36 + 0,03505)} \Rightarrow d_0 = 101.25 \text{ m.}$$

En pente : $P_2 = -0.992\%$

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell + i)} \rightarrow 0.04 \frac{100^2}{10(0,36 - 0,00922)} \Rightarrow d_0 = 114.03 \text{ m.}$$

En pente : $P_3 = -2.5\%$

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell + i)} \rightarrow 0.04 \frac{100^2}{10(0,36 - 0,025)} \Rightarrow d_0 = 119.4 \text{ m.}$$

II. Distance d'arrêt en alignement droit (d_1) :

Pour $d_0 = 111.11 \text{ m} \rightarrow d_1 = 0,50 (100) + 111,11 = 161.11 \text{ m}$

Pour $d_0 = 101.25 \text{ m} \rightarrow d_1 = 0,50 (100) + 101.25 = 151.25 \text{ m}$

$$\text{Pour } d_0 = 114.03 \text{ m} \rightarrow d_1 = 0,50 (100) + 114.03 = \mathbf{164.03 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 119.4 \text{ m} \rightarrow d_1 = 0,50 (100) + 119.4 = \mathbf{169.4 \text{ m}}$$

III. Distance d'arrêt en courbes (d_2) :

$$\text{Pour } d_0 = 111.11 \text{ m} \rightarrow d_2 = 1,25 \times 111.11 + 0,50 (100) = \mathbf{188.88 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 101.25 \rightarrow d_2 = 1,25 \times 101.25 + 0,50 (100) = \mathbf{176.56 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 114.03\text{m} \rightarrow d_2 = 1,25 \times 114.03 + 0,50 (100) = \mathbf{192.53 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 119.4\text{m} \rightarrow d_2 = 1,25 \times 119.4 + 0,50 (100) = \mathbf{199.25 \text{ m}}$$

IV. Distance de sécurité entre véhicules :

$$E = a + bv + c \cdot v^2$$

$$D = E = 8 + 0.2Vr + 0.003 \cdot Vr^2$$

$$\text{Donc : } E = 8 + 0.2 \times 100 + 0.003 \times 100^2 = \mathbf{58 \text{ m}}$$

V : Calcul des tangentes :

$$P_1 = 3.5 \% \quad P_2 = -0.922\% \quad P_2 = -2.5\%$$

$$a = \frac{1500 |0.03505 + 0,00922|}{2} = 33.20\text{m}$$

$$a = \frac{2500 |-0,00922 - 0,025|}{2} = 42..775\text{m}$$

VI : Calcul de la flèche :

$$f = \frac{a^2}{2Rv} = \frac{(33.20)^2}{2 \times 1500} = 0.36\text{m}$$

$$f = \frac{a^2}{2Rv} = \frac{(42.775)^2}{2 \times 2500} = 0.36 \text{ m}$$

X. L'ETUDE DU TRAFIC

X-1 : Introduction :

L'étude du trafic est un élément primordial et indispensable dans toute réflexion d'aménagement routier, à cet effet, une enquête de trafic au niveau de ce tronçon et ses carrefours annexes devront être exécutés ayant pour objectif la connaissance de fonctionnement ultérieur du flux de circulation.

Les résultats de l'enquête permettront de déterminer le degré de saturation de ce tronçon et ses carrefours annexes et l'appréciation de son fonctionnement ainsi que sa réserve de capacité.

X-2 : Analyse de trafics :

Pour connaître en un point et un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage, ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.

L'analyse de circulation sur les diverses artères des réseaux routiers sont nécessaire pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination de dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes.
- Enquête de circulation.

X-3 : Différentes types de trafics :

X-3-1 : Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.

X-3-2 : Trafic dévié (dérivé) :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

X-3-3 : Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- 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 couts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

X-3-4 : Trafic total :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

X-4 : Modèles de présentation de trafic :

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

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

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

X-5 : 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 : $T_n = T_0 (1 + \tau)^n$

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

τ : est le taux de croissance.

X-6 : Corrélation entre le trafic et des 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 nationale brute (PNB).
- Produit 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 de cadre de notre étude.

X-7 : Modèle gravitaire :

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

X-8 : 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 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.

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

X-9 : Donnée de trafics :

On se basant sur les résultats des comptages, et des prévisions effectuées en 2011 par et on a fait une projection pour une durée de vie de 20 ans pour la Route à partir de sa mise en service est en 2016.

- TJMA (2016) = 7858V/j
- Le pourcentage (%) des poids lourds Z = 14%

- Taux de croissance annuel du trafic $\tau = 4\%$
- Année de mise en service $n=4$
- Environnement E1 catégorie 1

X-10 : Calcul de la capacité :

X-10-1 : Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules qu'on est droit de s'attendre à voir circuler dans une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie.

Elle est fonction du nombre de voies de circulation, de la largeur de ces voies, du dégagement latéral, de la pente, du pourcentage de camions et d'autobus, de la visibilité et du contrôle des accès.

X-10-2 : La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

X-10-3 : Calcul de TJMA horizon :

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

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

T_0, n, τ : son définies précédemment.

X-10-4 : Calcule des trafics effectifs :

Le trafic effectif donné par la relation : $T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. T_n$

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

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Tableau N° 28 : Trafic effectifs.

Environnement	E1	E2	E3
Routes à bonnes caractéristique	2-3	4-6	8-12
Routes étroites	3-6	6-12	16-24

X-10-5 : Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule : $Q = (1/n) T_{eff}$

$(1/n) = 0,12$ en général

Q = est exprimé en UVP/h.

X-10-6 : Débit horaire admissible:

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

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1.K_2.C$$

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

C : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec :

a)- Valeurs de K_1 :

Tableau N°29 : Valeurs de K_1 .

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K₁	0.75	0.85	0.90à0.95

b)- Valeur de K_2 :

Tableau N° 30 : Valeurs de K_2

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
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	0.96

c)- valeur de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau N° 31 : Valeurs de C_{th}

	Capacité théorique
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

X-10-7 : Calcule de nombre de voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Qadm et en prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq Q$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$S.Q / Q_{adm}$$

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

Qadm : débit admissible par voie

Application au projet :

On a :

TMJA	7858V/J
Taux de croisement	4%
Z % Poids lourd	14%
Année de comptage	2016
Année de mise en service	2020
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	3
K1	1
K2	0.75
I CBR	14

I : Calcul de TJMA horizon :

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n \rightarrow TJMA_{2016} = 7858x (1 + 0,04)^4 \rightarrow TJMA_{2016} = 9193 \text{ v/j}$$

II : Calcul de TJMA horizon à la 20^{ème} année :

$$TJMA_{2040} = 9193x (1 + 0,04)^{20} \rightarrow TJMA_{2040} = 20143 \text{ v/j}$$

III : Calcul de trafic effectif :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ] \cdot T_n \rightarrow T_{eff 2040} = [(1 - 0,14) + 3 \times 0,14] \times 20143 \rightarrow T_{eff 2040} = 25783 \text{ uvp/j}$$

IV : Débit de point horaire normal :

$$Q = 0,12 T_{eff} \rightarrow Q_{2040} = 0,12 \times 25783 \rightarrow Q_{2040} = 3094 \text{ uvp/j}$$

On a catégorie 01 donc $C_{th} = 1800 \text{ uvp/h}$

D'après B40 : $Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1800 \rightarrow Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/j}$

V : Nombre de voie :

$N = 2/3 \times (Q/Q_{adm}) \rightarrow N = 2/3 \times (3094/1350) \rightarrow N = 1.52 \Rightarrow 2 \text{ voies.}$

On adopte pour la Route le profil 2x2 voies.

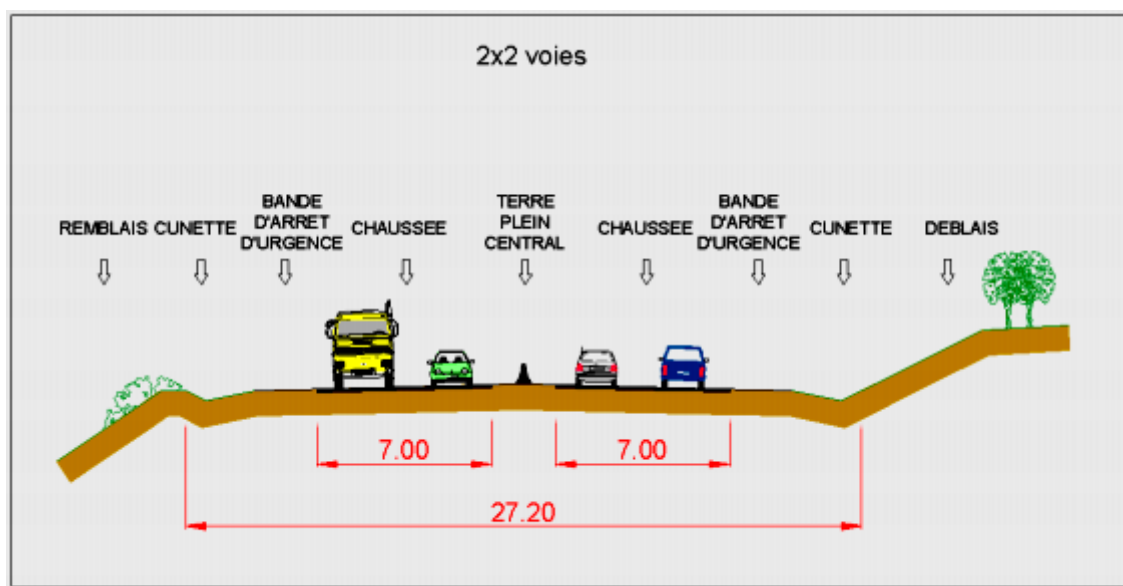
Trafic de l'année de mise en service T_{23}	$=TMJA. (1+\tau)^4$	9193V/J
Trafic de l'année horizon T_{43}	$=T_{40} (1+\tau)^{20}$	20143UVP/J
Teff ₄₃	$=T_{40} ((1-Z) + PZ)$	25783UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	$= 0.12 \text{ Teff}_{40}$	3094UVP/h
Capacité théorique " C_{th} "	Route à 2 chaussé séparé	1800UVP/h
Débit admissible " Q_{adm} "	$=K1. K2. C_{th}$	1350 UVP/h
Nombre de voie	$= (Q/Q_{adm})$	2*2 voies

VI : Conclusion :

Donc pour notre cas :

- Le nombre de voies : 2voies par sens.
- La largeur de la chaussée : $2 \times 3,50 = 7\text{m.}$

Figure N°18 : Profil en travers type.



XI. PROFIL EN LONG

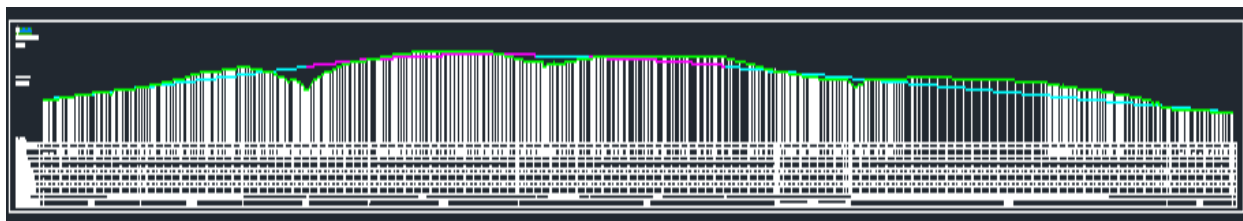


Figure N°19 : Profil en long de notre projet.

XI-1 : Définition :

C'est une coupe longitudinale du terrain naturel suivant un plan vertical passant par l'axe de tracé de la route.

Il consiste à représenter graphiquement tous les points caractéristiques par leurs distances et altitudes respectivement mesurées et interpolées à partir du plan topographique.

XI-2 : Ligne rouge :

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants :

- Passages aux points obligés.
- Equilibre entre remblais et déblais.
- Respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement.
- Assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

XI-3 : Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

XI-4 : Déclivité :

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

XI-5 : Déclivité minimale :

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement les eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0,5% et de préférence 1%.

XI-6 : Déclivité maximale :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m.

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules, et aussi de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd.

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

Tableau N°32 : Valeur de déclivité maximale.

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

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce que suit :

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

Application au projet :

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

XI-7 : Comportement des véhicules dans les rampes :

L'énergie consommée dans une rampe dépend non seulement de son inclinaison mais aussi de sa longueur.

XI-8 : Rayons de raccordement :

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

- Condition de visibilité (déclivité formant un angle saillant)
- Condition de confort (déclivité formant un angle rentrant)

XI-9 : Condition de confort :

Le rayon de raccordement doit vérifier la condition de confort de l'utilisateur, pour il faut que :

$$\frac{v^2}{R} \leq \frac{g}{20} \Rightarrow R \geq \frac{20}{g} v^2 \quad \text{pour } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad \text{on a :}$$

$$R \geq 0.15 v^2 \quad v : \text{km/h} \quad \text{et } R \text{ en m}$$

XI-10 : Condition de visibilité :

C'est une considération essentielle pour la détermination du profil en long. Les hauteurs des obstacles sont des paramètres intervenant dans le calcul des distances de visibilité en point haut et en point bas.

XI-11 : Rayon en angle rentrant :

Les rayons qui satisfont les conditions de confort sont appelés rayon en angle rentrant. A partir du tableau ci-dessous, on peut déterminer les plus convenables.

Tableau N°33 : Rayon verticaux en angle rentrant.

Vr (km/h) Rayons	40	60	80	100	120
Rv'm	500	1200	2400	3000	4200
Rv'N	1200	2400	3000	4200	6000

XI-12 : Rayon en angle saillant :

Les rayons en angle saillant doivent satisfaire la condition de visibilité. A partir du tableau ci-dessous, on peut déterminer les rayons verticaux catégorie 1-2.

Tableau N° 34 : Rayons verticaux en angles saillant.

Vr (km/h) Rayons	40	60	80	100	120
Rv _m '	300	1000	2500	6000	12000
Rv _N	1000	2500	6000	12000	18000

XI-13 : Calcul du profil en long :

XI-13-1 : Condition de visibilité :

Pour assurer au conducteur une bonne visibilité de la route, on adoptera une valeur de rayon.

Données :

h_1 : hauteur de l'œil du conducteur = AA'

h_2 : hauteur de l'obstacle = BB'

A' : l'œil du conducteur

D = distance entre conducteur et l'obstacle B'

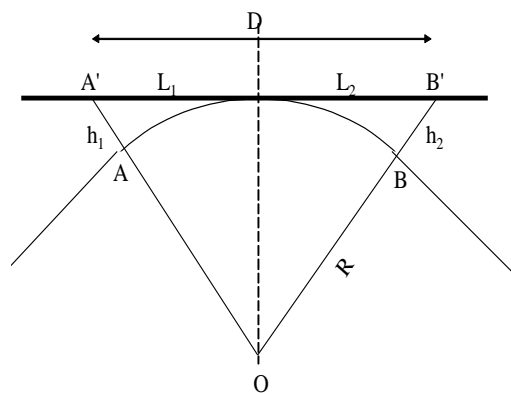


Figure N° 20 : visibilité " profil en long "

$$(R + h_1)^2 = L_1^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_1^2 + 2Rh_1 = L_1^2 + R^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$(R + h_2)^2 = L_2^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_2^2 + 2Rh_2 = L_2^2 + R^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$\Rightarrow L_1^2 = h_1^2 + 2R \cdot h_1 \text{ et } L_2^2 = h_2^2 + 2R \cdot h_2$$

h_1^2 et h_2^2 sont très petit par rapport à $2R \cdot h_1$ et $2R \cdot h_2$

$$R_{\min} = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

$$L_1^2 = 2Rh_1 \quad \Rightarrow L_1 = \sqrt{2Rh_1}$$

$$L_2^2 = 2Rh_2 \quad \Rightarrow L_2 = \sqrt{2Rh_2}$$

$$L_1 + L_2 = D = \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2} \Rightarrow D = \sqrt{2R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

a)- Pour les chaussées bidirectionnelles :

Risque de collision entre deux véhicules : $h_1 = 1.00$ m, $h_2 = 1.20$ m.

Avec $d = D/2$: distance d'arrêt en attention concentrée.

$$R = 0.436 d^2 \quad \text{et} \quad d = 0.01 V^2 + 0.2V$$

b)- Pour les chaussées unidirectionnelles :

Risque de collision avec un obstacle : $h_1 = 1.00\text{m}$, $h_2 = 0.15\text{ m}$

Avec $d = D$: distance d'arrêt en attention diffuse :

$$R = 0.222 d^2 \quad \text{et} \quad d = 0.01 V^2 + 0.4V$$

XI-14 : Raccordement parabolique :

En pratique l'arc de cercle est assimilé à une branche de parabole ayant pour équation :

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

L'équation de la tangente en un point quelqu'un

d'abscisse X s'écrit sous la forme :

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T', Y représente la pente ou la rampe.

Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtient :

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2R}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2R}{2} \end{cases}$$

Les positions de T et T' sont données par rapport à l'intersection des pentes.

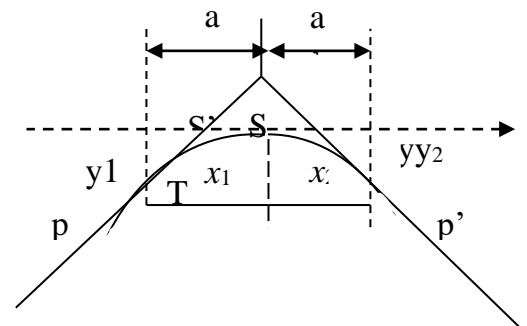


Figure N° 21 : raccordement parabolique

XI-15 : Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$a = a' = \frac{R}{2}(p + p')$$

XI-16 : Dans le cas ou les déclivités sont de même sens :

$$a = a' = \frac{R}{2}(p + p')$$

XI-17 : La flèche es donnée par :

$$F' = \frac{R}{2} \left(\frac{p \pm p'}{2} \right)^2$$

Ou **p** et **p'** sont en valeur absolue

Application au projet :

I : condition de visibilité :

R = 700

$h_1 = 1.00\text{m}$ et $h_2 = 0.15\text{ m}$

$$D = \sqrt{2(700)} (\sqrt{1} + \sqrt{0.15}) = 51.89\text{m}$$

$$R_{\min} = \frac{51.89^2}{2(1 + 0.15 + 2\sqrt{1 \times 0.15})} = 700\text{m}$$

R = 1000

$$D = \sqrt{2(1000)} (\sqrt{1} + \sqrt{0.15}) = 62.02\text{m}$$

$$R_{\min} = \frac{(62.02)^2}{2(1 + 0.15 + 2\sqrt{1 \times 0.15})} = 1000\text{m}$$

R = 900

$$D = \sqrt{2(900)} (\sqrt{1} + \sqrt{0.15}) = 58.84\text{m}$$

$$R_{\min} = \frac{(58.84)^2}{2(1 + 0.15 + 2\sqrt{1 \times 0.15})} = 900\text{m}$$

II : pour les chaussées bidirectionnelles :

$$d = 0,01 (100)^2 + 0,2 \times 100 = 120\text{ m}$$

$$R = 0,436 (120)^2 = 6278,4\text{ m}$$

III : pour les chaussées unidirectionnelles :

$$d = 0,01 (100)^2 + 0,4 \times 100 = 140\text{ m}$$

$$R = 0,222 (140)^2 = 4351,2\text{ m}$$

IV : Les déclivités : $P_1 = 3.505\%$, $P_2 = -0,922\%$ $P_2 = -2.5\%$.

$$\begin{cases} x_1 = 0,03505 \times 4351,2 = 152.50m \\ y_1 = \frac{0,03505^2 \times 4351,2}{2} = 5.34m \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_2 = -0,00922 \times 4351,2 = -40.12m \\ y_2 = \frac{-0,00922^2 \times 4351,2}{2} = 0.37m \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 0,025 \times 4351,2 = 108.78m \\ y_1 = \frac{0,025^2 \times 4351,2}{2} = 2.72m \end{cases}$$

V : Calcul des tangentes :

$$P_1 = 3.505\% \quad P_2 = -0.922\% \quad P_2 = -2.5\%$$

$$a = \frac{35000 | -0,03989 - 0,00286 |}{2} = 748,13m$$

VI : Calcul de la flèche :

$$f = \frac{a^2}{2Rv} = \frac{(748,13)^2}{2 \times 35000} = 7,99m$$

XII. PROFIL EN TRAVERS

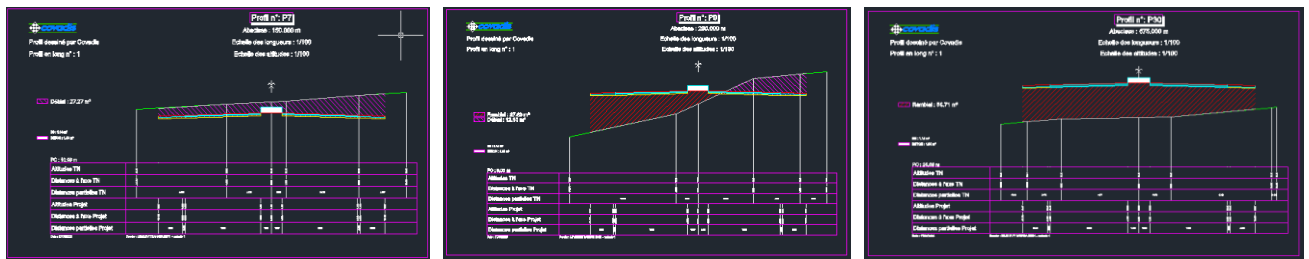


Figure N° 22 : Profil en travers de notre projet.

XII-1 : Définition :

C'est une coupe transversale suivant le plan vertical et perpendiculaire à l'axe de la route.

Les profils en travers ont une importance particulière ils permettent :

- Le calcul des surfaces remblais et déblais.
- La représentation du corps de chaussée.
- La représentation des relèvements des virages.

XII-2 : Point fictif :

C'est le profil situé au point d'intersection entre la ligne du terrain naturel et la ligne projet.

XII-3 : Profil en travers courant :

C'est la coupe perpendiculaire à l'axe de la route. Il se rapport aux points bien particuliers tels que :

- Altitude de forme de terrain.
- Altitude de l'axe du dévers.
- Points de changement de pentes.
- Points ou sont prévus les ouvrages de protection.
- Largeur des talus.

XII-4 : Profil en travers type :

C'est une coupe transversale donnant les caractéristiques géométriques (largeur de la chaussée, pente du trottoir....) et structurales (couche de fondation, couche de base....) de la voie.

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

On a pris 06 profil en travers l'épaisseur du corps de chaussé.

- **Emprise** : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par domaine public.
- **Assiette** : c'est la surface de la route délimité par les terrassements.
- **Plate-forme** : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussé et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt.
- **Chaussée** : c'est la partie de route affecté à la circulation des véhicules
- **A-Bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est Dégagée de tout obstacle, revêtu et se raccorde à la chaussée.
- **B-Bande médiane** : elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,..., etc), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.
- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée l'extérieure d'une berme.
- **A-Bande d'arrêt d'urgence** : elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussé d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.
- **B-La berme** :Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de Sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au Fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- **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.

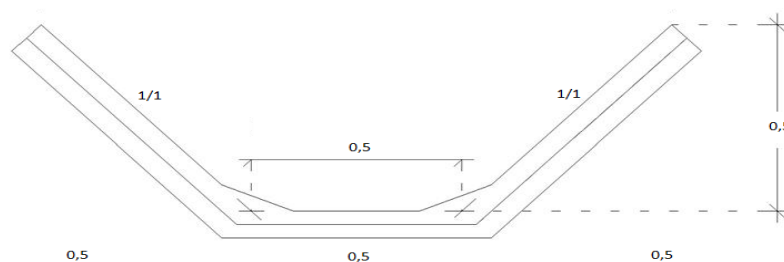


Figure N°23 : le type de fossé de notre projet

XIII. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE

XIII-1 : Définition :

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

- Des efforts dus aux véhicules.
- De l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

XIII-2 : 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 atmosphérique 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.

XIII-3 : 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.

XIII-4 : Définition de la chaussée :

XIII-4-1 : Au sens géométrique :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

XIII-4-2 : Au sens structurel :

C'est l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

XIII-5 : Les différentes catégories de chaussées :

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

XIII-5-1 : Chaussées souples :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 04 couches suivantes :

a) : Couche de roulement (surface) :

la couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et confort des usagers.

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 repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c) : Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et 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 caractéristique aléatoires et dispersées des matériaux de remblais ou de terrain naturel aux caractéristique mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

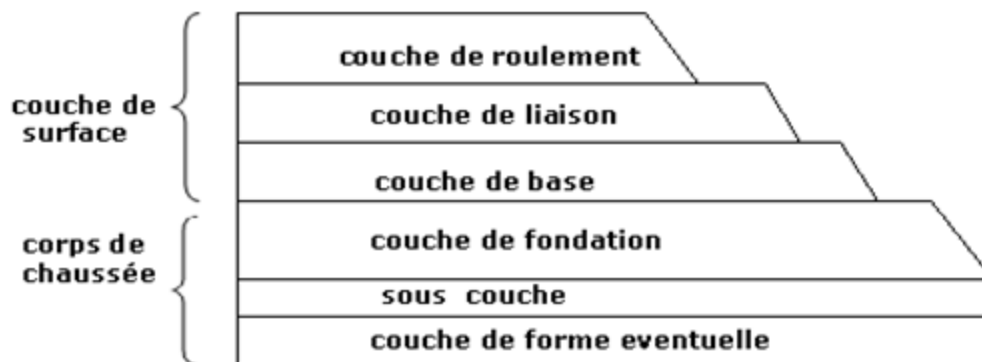


Figure N°24 : Coupe type d'une chaussée souple.

XIII-5-2 : Chaussée rigides :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la Couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

XIII-5-3 : chaussée semi-rigides :

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 hydrocarboné 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.

XIII-6 : Choix du type de chaussée :

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple :

- Elles sont économiques.
- Elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- Elles permettent l'utilisation des matériaux locaux.
- Elles sont antidérapantes même mouillé.
- Leur mise en place et leur entretien est facile.
- Elles représentent une surface agréable au roulement

XIII-7 : Dimensionnement du corps de chaussée :

- Qualités mécaniques du sol de fondation.
- Sensibilité à l'eau du sol de fondation.
- Qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir.
- Trafic.

Il existe plusieurs méthodes.

XIII-8 : Méthode de C.B.R :

Elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de la plate – forme sur la quelle doit être construite la chaussée étudiée.

Cette méthode tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai C.B.R du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « BOUSSINESQUE ».

Pour la répartition en profondeur ; des pressions verticales d'un massif homogène semi – infini, cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance de poinçonnement « I » du sol donné par l'essai C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

Remarque :

On constate que cette formule ne tient pas compte de l'importance du trafic ; des abaques anglais font entrer dans leurs formules des diverses intensités du trafic ; ce qui permet de donner un 2ème résultat qui s'exprime par la formule.

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

Avec :

e : Epaisseur équivalente de la chaussée (cm)

P : Charge de la roue maximale (tonnes).

I_{CBR} : Indice de CBR.

N : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circulé sur la chaussée.

XIII-9 : Notion d'épaisseur équivalente :

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

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

- $a_1 \times e_1$: couche de roulement.
- $a_2 \times e_2$: couche de base.
- $a_3 \times e_3$: couche de fondation.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

XIII-10 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Matériaux utilisées	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux-enrobé dense	2,00
Grave bitume	1,70
Grave ciment-grave laitier	1,50
Sable ciment	1,00 à 1,20
Grave concassée ou gravier	1,00
Grave roulée-grave sableuse-T.V. O	0,75
Sable	0,50
Grave bitume	1,60 à 1,70
Tuf	0,60

Application au projet :

Le profil en travers type proposé par la DTP de Mostaganem a pour structure et gabarit les valeurs suivantes :

I- Corps de chaussée :

- couche de roulement en **BB**ep : 6 cm
- couche de base en **GB**ep : 8 cm
- couche de fondation en **GNT**ep : 26 cm

II- Remarque :

a)- BBME (Béton Bitumineux à Module élevé) :

Ces BBME constituent une évolution des enrobés épais permettant de mieux répondre aux attentes en matière de résistance à l'orniérage et de comportement mécanique face à l'accroissement des sollicitations lourdes. L'augmentation des performances s'est faite par l'emploi de bitume de grade plus dur, d'ajouts de polymères, d'additifs spéciaux tels que poudre d'asphalte ou fibre.

La densité du béton bitumineux à module élevé **BBME** est de 2.6 T/m³.

b)-EME (Enrobé bitumineux à module élevé) :

C'est un enrobé hydrocarboné à chaud caractérisé par un module de rigidité plus élevé que celui de la grave bitume et destiné à la réalisation des couches d'assises (fondation et base).

Les enrobés à chaud pour couche d'assise appartiennent soit à la famille des graves bitume (GB) soit à la famille des enrobés à modulé élevé (EME).

La densité de l'enrobé à module élevé **EME** est de 2.65 T/m³.

b)-1 : Objectifs des EME :

b)-1-1 : Amélioration des performances mécaniques :

- Module.
- Comportement en fatigue.
- Forte résistance à l'orniérage.

b)-1-2 : Optimisation technique et économique :

- Epaisseur de plus en plus mince.
- Meilleure réponse à l'augmentation des sollicitations du trafic (charges, réparation, croissance,...)
- Nouvelle structure, notamment en renforcement de structure.
- Réduction des travaux annexes (ex : passage de canalisation, limite la hauteur de rehausse des rails des sécurités, des ouvrages en bordure.....).

b)-1-3 : Economie de matériaux, longévité accrue :

b)-2 : Domaine d'emploi :

- Routes plutôt à fort trafic.
- support de portance suffisante pour le comptage.
- structure bitumineuse épaisse.
- Renforcement.
- Réfection voie lourde.
- Voie dédiée.
- Épaisseur : 6 à 8 cm (0/10) ; 7 à 13 cm (0/14) ; 9 à 15 cm (0/20).

Les EME 2 sont utilisés depuis plus de 15 ans, ils constituent un excellent matériau structurant : Compromis : dureté /souplesse / non déformabilité /durabilité.

c) : GNT : (Grave non traité) :

III- Gabarit de la chaussée :

- Chaussée 2 x (2 x 3.50) m Pente : 2.5 %
- Bande d'arrêt d'urgence **BAU**..... 2 x 3 mPente : 4 %
- Accotement 2 x 1.5 mPente : 8 %
- Dispositif de retenue à l'axe **DBA**0.6 m
- Dispositif de retenue en rive **GBA**..... 2 x 0.3 m

IV- Remarque :

IV-1 : La bande d'arrêt d'urgence (BAU) :

Est une zone dégagée de tout obstacle, sur autoroute entre autres, et généralement bordée à l'extérieur d'une berme engazonnée. Elle est spécialement réalisée pour permettre, en cas de nécessité, l'arrêt ou le stationnement des véhicules.

Cette zone correspond à la bande dérasée qui peut être rencontrée sur les autres types de routes.

IV-2 : Les séparateurs doubles en béton adhérent (DBA) :

Mêmes caractéristiques que les séparateurs simples, mais avec un profil symétrique, 80 cm de hauteur et 60 cm de largeur à la base. Leur poids est d'environ 700 kg par mètre linéaire.

Ces dispositifs offrent une remarquable résistance au franchissement. En effet, le "béton adhérent" est coulé en place et solidarisé avec la chaussée, constituant ainsi un ouvrage particulièrement résistant aux chocs.

Il est significatif que le Service d'Études techniques des routes et autoroutes ait retenu un seuil de trafic "poids lourds" comme critère de mise en place des structures en béton. De ce fait, les séparateurs en béton ont connu un développement important depuis leurs premières apparitions en 1975, jusqu'à équiper 1 000 km de routes et d'autoroutes chaque année.

IV-3 : Les séparateurs simples en béton adhérent (GBA) :

Dispositifs coulés en place et constitués d'un muret en béton de profil dissymétrique de 80 cm de hauteur et de 48 cm de largeur à la base, faiblement armés à leur partie supérieure par deux fers filants. Leur poids est d'environ 625 kg paramètre linéaire.

Application au projet :

• **Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- ✚ Le trafic à l'année 2020 : $TJMA_{2020} = 9193$ v/j.
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 14\%$
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 15 (ce sol appartient à la classe (S2))

• **Répartition de trafic :**

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

$$TPL_{2020} = TMJA_{2020} * \% PL$$

$$TPL_{2020} = 9193 \times 0.14 = 1287 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2040} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 1287 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 2820 \text{ VPL/j}$$

• **Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{2820}{10})}{10 + 5}$$

$e = 40 \text{ cm}$

• **Epaisseur équivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) : $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) : $a_2 \times e_2 = 1.7 \times 8 = 13.6 \text{ cm}$

✓ Couche de fondation en TUF : $a_3 \times e_3 = 26 \times 0.6 = 15.6 \text{ cm}$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
couche de roulement	BB	6	12
couche de base	GB	8	13.6
couche de fondation	TUF	26	15.6
	Somme	40	41.2

Tableau VII.4: épaisseurs du corps de chaussée

Avec :

BB : Béton bitumineux

GB : Grave bitumineux

Notre structure comporte : **6 BB + 8 GB + 26 TUF**

	6 BB
	8 GB
	26 TUF

Figure N° 25 : Différentes couches du corps de chaussée.

XIV. CUBATURE

XIV-1 : Définition :

Les cubatures sont des opérations qui permettent de calculer les volumes des terres en déblais et remblai.

XIV-2 : Méthode de calcul :

Pour le calcul des surfaces en déblai et en remblai, on a tenu compte de la méthode exacte c'est-à-dire divisé la surface considérée en des triangles et trapèzes pour cas déblai.

L'évaluation du volume compris entre les surfaces qui définissent d'une part le terrain naturel et d'autre part le projet constituant les cubatures des terrassements.

Pour le calcul des cubatures ; on doit tenir compte d'une couche de terre végétale de (0.30m).

La méthode pratique de calcul consiste à décomposer les figures qui se présentent sur profil en travers en figures géométriques calculables ; en suite calculer les surfaces ; puis multiplier leur somme par la longueur d'application de chaque profil à fin d'avoir le volume suivant la nature du profil.

XIV-3 : Cas de déblai :

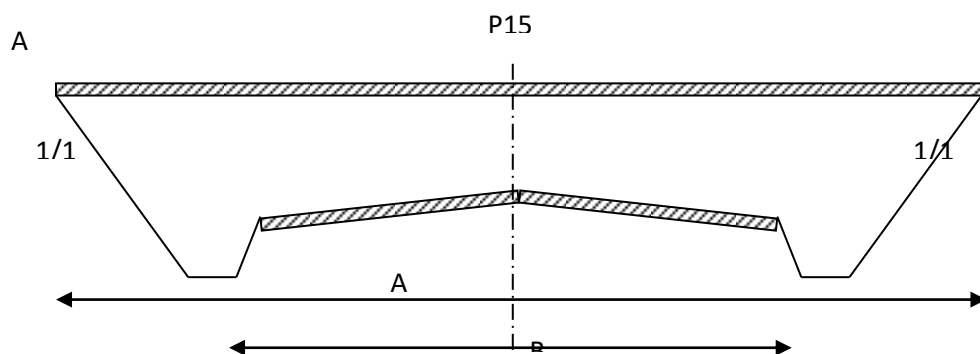


Figure N° 26 : Cubature "cas déblai"

B : largeur de la chaussée + accotement

A : emprise

e = épaisseur du corps de chaussée

x : épaisseur de la terre végétale :

$$S_U = S_C - S_{TV} + S_{CC}$$

Avec :

S_U : surface utilisée

S_C : surface déblai

S_{TV} : surface terrain végétal

S_{CC} : surface corps de chaussée

$$S_{TV} = A \cdot X$$

$$S_{CC} = B \cdot e$$

XIV-4: Cas de remblai:

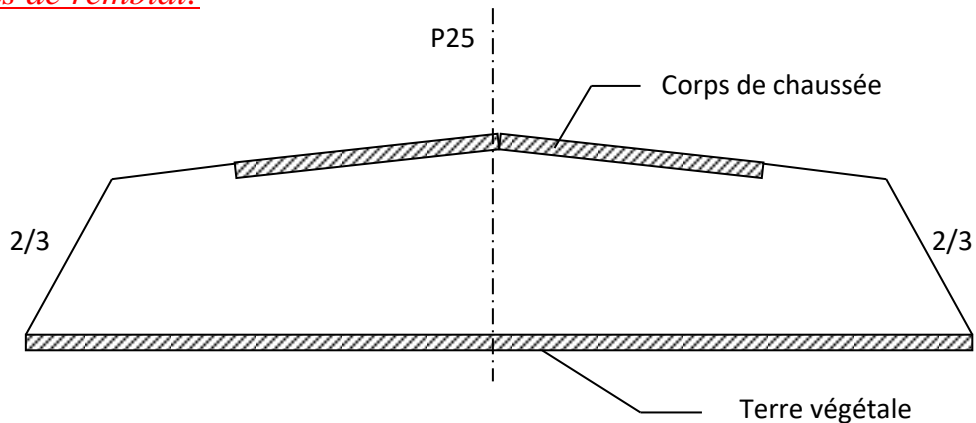


Figure N° 27 : Cubature "cas de remblai"

$$S_U = S_C + S_{TV} - S_{CC}$$

XIV-5 : Cas de profil mixte :

Le profil mixte c'est la combinaison des deux cas c'est à dire cas de déblai + remblai. Pour le calcul de surface d'un profil mixte on calcule la partie déblais puis la partie remblai chacun avec ses formule propres.

XIV-6 : Calcul des cubatures :

Tableau N° 35 : la cubature.

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	0,000	12,500	2,37	4,99	7,36	91,985	91,985	0,02	0,00	0,02	0,220	0,220
P2	25,000	25,000	1,46	5,68	7,14	178,384	270,369	0,00	0,00	0,00	0,022	0,242
P3	50,000	25,000	0,88	5,95	6,83	170,644	441,012	0,06	0,01	0,07	1,696	1,938
P4	75,000	25,000	5,82	11,39	17,21	430,131	871,144	0,00	0,00	0,00	0,000	1,938
P5	100,000	25,000	7,59	13,98	21,57	539,211	1410,354	0,00	0,00	0,00	0,000	1,938
P6	125,000	25,000	12,13	16,53	28,67	716,717	2127,072	0,00	0,00	0,00	0,000	1,938
P7	150,000	25,000	10,49	16,78	27,27	681,790	2808,862	0,00	0,00	0,00	0,000	1,938
P8	175,000	25,000	9,46	18,00	27,46	686,525	3495,387	0,00	0,00	0,00	0,000	1,938
P9	200,000	25,000	0,00	12,10	12,10	302,479	3797,866	26,49	1,34	27,83	695,859	697,797

Etude d'un évitement reliant la wilaya de Mostaganem à la wilaya de Chef au ville de BAHARA sur 4 Km

P10	225,000	25,000	2,42	12,14	14,56	363,903	4161,769	0,00	0,00	0,00	0,000	697,797
P11	250,000	25,000	1,64	13,57	15,21	380,167	4541,936	0,89	0,00	0,89	22,260	720,057
P12	275,000	15,773	2,40	8,07	10,48	165,278	4707,215	0,03	0,20	0,23	3,600	723,657
P13	281,546	12,500	2,64	11,72	14,36	179,475	4886,689	0,01	0,00	0,01	0,116	723,773
P14	300,000	21,727	2,15	10,35	12,50	271,613	5158,303	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P15	325,000	25,000	9,59	21,15	30,74	768,609	5926,912	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P16	350,000	25,000	16,51	27,70	44,21	1105,302	7032,214	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P17	375,000	25,000	20,04	33,16	53,20	1330,033	8362,248	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P18	400,000	25,000	32,03	43,31	75,34	1883,482	10245,730	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P19	425,000	25,000	40,95	51,96	92,91	2322,757	12568,487	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P20	450,000	25,000	53,57	65,04	118,61	2965,259	15533,746	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P21	475,000	25,000	58,00	65,60	123,60	3089,882	18623,627	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P22	500,000	25,000	55,03	65,30	120,33	3008,165	21631,793	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P23	525,000	25,000	57,38	68,96	126,34	3158,415	24790,208	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P24	550,000	25,000	59,07	74,92	133,99	3349,812	28140,020	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P25	575,000	15,553	57,28	71,72	129,00	2006,334	30146,354	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P26	581,105	12,500	54,88	70,00	124,88	1560,957	31707,311	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P27	600,000	21,947	43,94	58,37	102,32	2245,556	33952,867	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P28	625,000	25,000	24,53	37,80	62,33	1558,225	35511,091	0,00	0,00	0,00	0,000	723,773
P29	650,000	25,000	0,46	9,90	10,36	258,877	35769,968	2,09	0,00	2,09	52,151	775,924
P30	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	30,56	26,15	56,71	1417,686	2193,610
P31	700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	67,98	67,24	135,22	3380,453	5574,063
P32	725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	102,95	93,74	196,70	4917,381	10491,445
P33	750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	141,55	129,30	270,85	6771,166	17262,611
P34	775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	160,07	158,85	318,92	7973,020	25235,631
P35	800,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	98,75	98,37	197,12	4928,005	30163,636
P36	825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	62,77	59,81	122,58	3064,466	33228,102
P37	850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	49,79	38,18	87,96	2199,124	35427,226
P38	875,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	35769,968	27,13	10,29	37,42	935,435	36362,661
P39	900,000	25,000	0,00	4,04	4,04	100,884	35870,853	16,45	1,52	17,96	449,053	36811,714
P40	925,000	22,724	0,00	7,84	7,84	178,070	36048,923	13,20	0,54	13,74	312,304	37124,018
P41	945,449	12,500	0,00	10,30	10,30	128,715	36177,637	8,43	0,04	8,47	105,833	37229,851
P42	950,000	14,776	0,01	10,77	10,78	159,221	36336,859	7,27	0,01	7,28	107,604	37337,455
P43	975,000	25,000	0,96	16,48	17,44	435,991	36772,850	2,85	0,00	2,85	71,223	37408,677
P44	1000,000	25,000	9,32	21,86	31,18	779,576	37552,425	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P45	1025,000	25,000	20,19	32,11	52,30	1307,494	38859,920	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P46	1050,000	25,000	26,18	35,48	61,66	1541,604	40401,523	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P47	1075,000	25,000	30,80	41,28	72,09	1802,208	42203,731	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P48	1100,000	25,000	37,67	40,86	78,53	1963,261	44166,992	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P49	1125,000	25,000	30,94	46,59	77,54	1938,377	46105,369	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P50	1150,000	25,000	39,27	47,20	86,47	2161,746	48267,115	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P51	1175,000	25,000	34,10	45,14	79,23	1980,873	50247,988	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P52	1200,000	25,000	31,25	33,55	64,81	1620,171	51868,159	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P53	1225,000	25,000	34,07	43,07	77,14	1928,473	53796,632	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P54	1250,000	25,000	29,21	41,19	70,40	1759,982	55556,614	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P55	1275,000	25,000	25,09	36,38	61,48	1536,948	57093,562	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P56	1300,000	25,000	15,98	25,27	41,25	1031,253	58124,815	0,00	0,00	0,00	0,000	37408,677
P57	1325,000	25,000	3,61	14,40	18,01	450,129	58574,944	0,00	0,00	0,00	0,032	37408,709
P58	1350,000	25,000	0,00	0,18	0,18	4,415	58579,359	15,88	5,09	20,97	524,240	37932,950
P59	1375,000	15,743	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	31,91	20,62	52,54	827,088	38760,037
P60	1381,487	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	39,34	24,04	63,37	792,139	39552,176
P61	1400,000	21,757	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	50,73	38,36	89,09	1938,198	41490,375

Etude d'un évitement reliant la wilaya de Mostaganem à la wilaya de Chef au ville de BAHARA sur 4 Km

P62	1425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	56,74	47,02	103,76	2593,982	44084,356
P63	1450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	60,68	55,36	116,04	2901,042	46985,398
P64	1475,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	58,78	52,33	111,11	2777,833	49763,231
P65	1500,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	56,37	50,12	106,49	2662,316	52425,547
P66	1525,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	49,98	42,06	92,04	2301,037	54726,584
P67	1550,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	26,80	24,36	51,17	1279,178	56005,762
P68	1575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	58579,359	13,12	11,24	24,36	609,060	56614,822
P69	1600,000	25,000	0,00	1,37	1,37	34,351	58613,710	2,45	0,85	3,30	82,399	56697,221
P70	1625,000	25,000	6,67	10,06	16,72	418,057	59031,766	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P71	1650,000	25,000	14,76	17,49	32,25	806,347	59838,113	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P72	1675,000	25,000	20,82	23,43	44,24	1106,089	60944,202	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P73	1700,000	25,000	26,13	28,84	54,96	1374,098	62318,300	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P74	1725,000	25,000	29,31	32,07	61,38	1534,433	63852,733	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P75	1750,000	25,000	32,47	35,62	68,09	1702,293	65555,025	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P76	1775,000	25,000	36,09	39,48	75,57	1889,294	67444,320	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P77	1800,000	25,000	35,86	39,56	75,42	1885,434	69329,754	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P78	1825,000	25,000	36,79	38,35	75,14	1878,516	71208,270	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P79	1850,000	25,000	42,04	44,29	86,33	2158,236	73366,506	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P80	1875,000	25,000	48,97	49,46	98,43	2460,856	75827,362	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P81	1900,000	25,000	53,85	53,99	107,84	2695,967	78523,329	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P82	1925,000	25,000	59,77	64,03	123,80	3094,993	81618,322	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P83	1950,000	25,000	66,60	73,57	140,16	3504,122	85122,444	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P84	1975,000	25,000	61,76	72,16	133,92	3348,100	88470,544	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P85	2000,000	25,000	49,81	57,45	107,26	2681,548	91152,092	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P86	2025,000	25,000	40,15	44,42	84,57	2114,238	93266,329	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P87	2050,000	25,000	26,32	36,94	63,26	1581,432	94847,761	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P88	2075,000	25,000	12,41	24,14	36,55	913,821	95761,582	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P89	2100,000	25,000	12,83	13,29	26,11	652,763	96414,345	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P90	2125,000	14,408	3,83	4,31	8,14	117,249	96531,595	0,00	0,00	0,00	0,000	56697,221
P91	2128,817	5,908	2,62	3,10	5,72	33,805	96565,400	0,06	0,06	0,12	0,680	56697,902
P92	2136,817	10,592	0,36	0,79	1,15	12,167	96577,567	0,44	0,38	0,82	8,680	56706,582
P93	2150,000	19,092	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	4,67	3,92	8,59	163,984	56870,566
P94	2175,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	15,91	14,05	29,96	749,049	57619,614
P95	2200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	19,49	16,10	35,58	889,604	58509,218
P96	2225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	29,50	26,44	55,94	1398,524	59907,742
P97	2250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	28,96	26,91	55,86	1396,598	61304,340
P98	2275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	30,46	26,36	56,81	1420,305	62724,646
P99	2300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	28,21	24,28	52,49	1312,212	64036,858
P100	2325,000	16,725	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	24,34	21,97	46,31	774,548	64811,405
P101	2333,450	8,225	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	23,18	24,27	47,45	390,251	65201,657
P102	2341,450	4,653	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	30,09	37,12	67,21	312,728	65514,385
P103	2342,755	4,275	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	31,28	38,92	70,20	300,097	65814,482
P104	2350,000	16,122	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	40,55	48,34	88,89	1433,080	67247,561
P105	2375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	96577,567	73,43	40,71	114,14	2853,385	70100,946
P106	2400,000	25,000	0,00	0,34	0,34	8,501	96586,068	5,57	1,83	7,40	185,009	70285,955
P107	2425,000	25,000	2,62	7,75	10,37	259,165	96845,233	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P108	2450,000	25,000	10,21	15,08	25,29	632,277	97477,510	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P109	2475,000	25,000	22,44	26,24	48,68	1216,895	98694,406	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P110	2500,000	25,000	33,34	38,48	71,82	1795,473	100489,878	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P111	2525,000	25,000	35,15	48,74	83,89	2097,284	102587,163	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P112	2550,000	25,000	3,42	59,08	62,50	1562,536	104149,699	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P113	2575,000	25,000	0,00	18,38	18,38	459,382	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955

P114	2600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P115	2625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P116	2650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P117	2675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P118	2700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P119	2725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P120	2750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P121	2775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P122	2800,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P123	2825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P124	2850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P125	2875,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104609,081	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P126	2900,000	25,000	0,00	68,37	68,37	1709,340	106318,421	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P127	2925,000	25,000	43,54	98,31	141,85	3546,297	109864,718	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P128	2950,000	25,000	98,64	96,20	194,84	4871,073	114735,792	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P129	2975,000	25,000	97,73	91,58	189,32	4732,891	119468,682	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P130	3000,000	25,000	91,10	85,75	176,85	4421,181	123889,864	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P131	3025,000	25,000	87,78	83,09	170,86	4271,513	128161,377	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P132	3050,000	25,000	86,53	81,34	167,87	4196,745	132358,121	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P133	3075,000	25,000	86,77	82,07	168,83	4220,872	136578,993	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P134	3100,000	25,000	79,30	73,15	152,44	3811,045	140390,038	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P135	3125,000	25,000	77,93	64,96	142,89	3572,236	143962,273	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P136	3150,000	25,000	76,02	61,91	137,92	3448,097	147410,371	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P137	3175,000	25,000	62,14	56,00	118,14	2953,530	150363,901	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P138	3200,000	25,000	50,64	44,32	94,96	2373,904	152737,805	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P139	3225,000	25,000	22,83	19,50	42,33	1058,335	153796,139	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P140	3250,000	20,296	7,42	4,97	12,40	251,580	154047,719	0,00	0,00	0,00	0,000	70285,955
P141	3265,592	12,500	3,59	0,00	3,59	44,828	154092,547	0,77	3,76	4,52	56,518	70342,473
P142	3275,000	17,204	0,00	0,00	0,00	0,000	154092,547	6,37	5,75	12,12	208,531	70551,003
P143	3300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	154092,547	10,34	9,93	20,27	506,768	71057,772
P144	3325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	154092,547	9,20	7,02	16,21	405,323	71463,095
P145	3350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	154092,547	6,57	5,73	12,30	307,506	71770,601
P146	3375,000	25,000	0,00	0,57	0,57	14,287	154106,834	1,25	0,72	1,97	49,216	71819,817
P147	3400,000	25,000	2,24	3,06	5,29	132,339	154239,173	0,09	0,08	0,17	4,175	71823,991
P148	3425,000	25,000	4,13	5,76	9,89	247,264	154486,437	0,00	0,00	0,00	0,000	71823,991
P149	3450,000	16,291	2,86	2,70	5,56	90,558	154576,994	0,07	0,07	0,14	2,306	71826,298
P150	3457,583	3,791	3,44	3,57	7,01	26,596	154603,591	0,00	0,00	0,00	0,000	71826,298

Volumes de déblai : 154603,591 m³.

Volumes de remblai : 71826,298 m³.

Excès de déblai : 82777,293 m³

XV. IMPLANTATION

XV-1 : Définition :

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie du projet ; elle consiste à placer sur terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir éléments graphiques (mesures sur le plan).

XV-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.

XV-3 : Implantation planimétrique des sommets des alignements :

XV-3-1 : Par rayonnement :

On stationne 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.

XV-3-2 : Par intersection :

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

XV-3-3 : Par coordonnées polaires :

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

XV-4 : Implantation de courbes :

a – Raccordement circulaire

Méthode d'implantation :

XV-4-1 : Par Abscisses et ordonnées sur la tangente : $XI = R \sin (I\gamma)$

$$Yi = R [1 - \cos (I\gamma)]$$

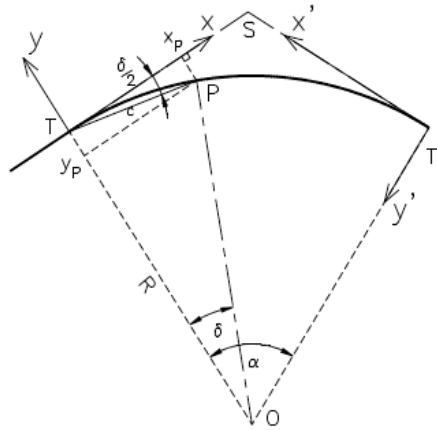


Figure N° 28 : Implantation partie circulaire.

XV-4-2 : Par Abscisses et ordonnées sur la corde :

- a)-origine : point de tangence.
- b)-origine : milieu de la corde.

XV-4-3 : Par coordonnées polaires :

a- 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.

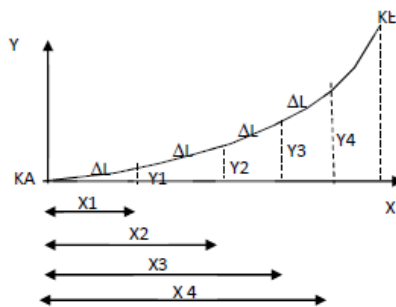


Figure N° 29 : Méthode d'implantation.

XV-5 : Piquetage par coordonnées rectangulaires :

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

XV-6 : Implantation par coordonnées Polaires :

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

XV-7 : Piquetage en altimétrie :

Il est souvent nécessaire d'implanter sur le chantier un réseau de repères de nivellement. Ces repères sont reliés entre eux par cheminement de nivellement encadré par deux (02) ou plusieurs repères du nivellement général de l'Algérie (NGA).

Ces repères peuvent être des points naturels bien définis exemple avaloirs ou des rivets scellés dans un socle de béton.

Application au projet :

L'absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits. On contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

I : Implantation des axes :

a) Axe en plan :

Eléments caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	133,4746	281,546	0,000	290390,666	4027239,768
Arc 1	Rayon	700,0000	299,560	281,546	290634,178	4027098,454
	Centre X	290985,523				
	Centre Y	4027703,894				
Droite 2	Gisement	106,2310	364,344	581,105	290917,119	4027007,244
Arc 2	Rayon	1000,0000	436,038	945,449	291279,719	4026971,641
	Centre X	291377,438				
	Centre Y	4027966,855				
Droite 3	Gisement	78,4719	747,330	1381,487	291709,193	4027023,489
Clothoïde 1	Paramètre	-89,4427	8,000	2128,817	292414,198	4027271,419
Arc 3	Rayon	-1000,0000	196,633	2136,817	292421,749	4027274,063
	Centre X	292749,727				
	Centre Y	4026329,377				
Clothoïde 2	Paramètre	89,4427	8,000	2333,450	292612,630	4027319,935
Droite 4	Gisement	91,4992	1,306	2341,450	292620,558	4027321,011
Arc 4	Rayon	900,0000	922,836	2342,755	292621,852	4027321,185
	Centre X	292502,032				
	Centre Y	4028213,173				
Droite 5	Gisement	26,2219	191,991	3265,592	293326,760	4027852,863
				3457,583	293403,623	4028028,797
Longueur totale de l'axe 3457.583 mètres						

b) Axe profil en long :

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	X	Y	Z TN (m)
			0,000	8,948	290390,666	4027239,768	8,948
Rampe = 3.505 %	767,988	768,460					
			767,988	35,865	291103,108	4026988,982	17,986
Arc de parabole Rayon = -15000 S haut = 1293.721 Z haut = 45.078	664,024	664,133					
			1432,012	44,441	291756,856	4027040,251	38,960
Pente = -0.922 %	156,065	156,072					
			1588,077	43,002	291904,083	4027092,026	42,029
Arc de parabole Rayon = -25000	394,516	394,578					
			1982,593	36,252	292276,256	4027222,908	41,925
Pente = -2.500 %	1474,990	1475,451					
			3457,583	-0,623	293403,623	4028028,797	-0,623
Longueur totale	3457,583						

III : Les coordonnées X, Y et Z d'implantation du projet :

Profil n°	X	Y	Z
P1	290390,666	4027239,768	8,948
P2	290412,289	4027227,220	9,824
P3	290433,911	4027214,672	10,700
P4	290455,534	4027202,124	11,576
P5	290477,157	4027189,576	12,453
P6	290498,780	4027177,028	13,329
P7	290520,403	4027164,480	14,205
P8	290542,026	4027151,932	15,081
P9	290563,648	4027139,384	15,957
P10	290585,271	4027126,836	16,834
P11	290606,894	4027114,288	17,710
P12	290628,517	4027101,740	18,586
P13	290634,178	4027098,454	18,816
P14	290650,260	4027089,403	19,462
P15	290672,415	4027077,824	20,339
P16	290694,970	4027067,043	21,215

P17	290717,895	4027057,075	22,091
P18	290741,161	4027047,931	22,967
P19	290764,740	4027039,624	23,843
P20	290788,599	4027032,164	24,720
P21	290812,710	4027025,561	25,596
P22	290837,041	4027019,823	26,472
P23	290861,562	4027014,957	27,348
P24	290886,241	4027010,970	28,225
P25	290911,046	4027007,867	29,101
P26	290917,119	4027007,244	29,315
P27	290935,924	4027005,398	29,977
P28	290960,804	4027002,955	30,853
P29	290985,684	4027000,512	31,729
P30	291010,565	4026998,069	32,606
P31	291035,445	4026995,626	33,482
P32	291060,325	4026993,183	34,358
P33	291085,206	4026990,740	35,234
P34	291110,086	4026988,297	36,109
P35	291134,966	4026985,854	36,953
P36	291159,847	4026983,411	37,755
P37	291184,727	4026980,968	38,515
P38	291209,607	4026978,525	39,234
P39	291234,488	4026976,082	39,911
P40	291259,368	4026973,639	40,546
P41	291279,719	4026971,641	41,035
P42	291284,249	4026971,206	41,140
P43	291309,167	4026969,188	41,692
P44	291334,128	4026967,793	42,202
P45	291359,115	4026967,023	42,671
P46	291384,114	4026966,877	43,098
P47	291409,109	4026967,356	43,483
P48	291434,084	4026968,460	43,827
P49	291459,023	4026970,188	44,129
P50	291483,912	4026972,539	44,389
P51	291508,734	4026975,512	44,608
P52	291533,474	4026979,103	44,785
P53	291558,116	4026983,312	44,921
P54	291582,646	4026988,136	45,014
P55	291607,047	4026993,572	45,066

P56	291631,305	4026999,616	45,077
P57	291655,404	4027006,264	45,045
P58	291679,329	4027013,512	44,972
P59	291703,066	4027021,357	44,858
P60	291709,193	4027023,489	44,821
P61	291726,657	4027029,631	44,701
P62	291750,241	4027037,925	44,504
P63	291773,826	4027046,218	44,275
P64	291797,410	4027054,512	44,044
P65	291820,994	4027062,806	43,814
P66	291844,578	4027071,100	43,583
P67	291868,162	4027079,394	43,353
P68	291891,746	4027087,688	43,122
P69	291915,330	4027095,982	42,889
P70	291938,915	4027104,275	42,634
P71	291962,499	4027112,569	42,354
P72	291986,083	4027120,863	42,049
P73	292009,667	4027129,157	41,719
P74	292033,251	4027137,451	41,364
P75	292056,835	4027145,745	40,984
P76	292080,419	4027154,039	40,580
P77	292104,004	4027162,332	40,150
P78	292127,588	4027170,626	39,695
P79	292151,172	4027178,920	39,215
P80	292174,756	4027187,214	38,710
P81	292198,340	4027195,508	38,180
P82	292221,924	4027203,802	37,625
P83	292245,509	4027212,096	37,045
P84	292269,093	4027220,389	36,440
P85	292292,677	4027228,683	35,816
P86	292316,261	4027236,977	35,191
P87	292339,845	4027245,271	34,566
P88	292363,429	4027253,565	33,941
P89	292387,013	4027261,859	33,316
P90	292410,598	4027270,153	32,691
P91	292414,198	4027271,419	32,596
P92	292421,749	4027274,063	32,396
P93	292434,231	4027278,304	32,066
P94	292458,050	4027285,894	31,441

P95	292482,052	4027292,887	30,816
P96	292506,220	4027299,277	30,191
P97	292530,542	4027305,061	29,566
P98	292555,000	4027310,235	28,941
P99	292579,579	4027314,796	28,316
P100	292604,265	4027318,741	27,691
P101	292612,630	4027319,935	27,480
P102	292620,558	4027321,011	27,280
P103	292621,852	4027321,185	27,248
P104	292629,028	4027322,178	27,066
P105	292653,726	4027326,049	26,441
P106	292678,306	4027330,604	25,816
P107	292702,751	4027335,841	25,191
P108	292727,041	4027341,754	24,566
P109	292751,157	4027348,340	23,941
P110	292775,081	4027355,593	23,316
P111	292798,794	4027363,507	22,691
P112	292822,278	4027372,077	22,066
P113	292845,516	4027381,296	21,441
P114	292868,488	4027391,157	20,816
P115	292891,177	4027401,652	20,191
P116	292913,566	4027412,774	19,566
P117	292935,638	4027424,512	18,941
P118	292957,375	4027436,860	18,316
P119	292978,761	4027449,806	17,691
P120	292999,779	4027463,341	17,066
P121	293020,413	4027477,455	16,441
P122	293040,647	4027492,137	15,816
P123	293060,465	4027507,374	15,191
P124	293079,853	4027523,157	14,566
P125	293098,795	4027539,471	13,941
P126	293117,276	4027556,306	13,316
P127	293135,283	4027573,647	12,691
P128	293152,801	4027591,482	12,066
P129	293169,817	4027609,796	11,441
P130	293186,317	4027628,576	10,816
P131	293202,290	4027647,807	10,191
P132	293217,723	4027667,475	9,566
P133	293232,603	4027687,563	8,941

P134	293246,919	4027708,057	8,316
P135	293260,661	4027728,940	7,691
P136	293273,818	4027750,197	7,066
P137	293286,379	4027771,812	6,441
P138	293298,335	4027793,767	5,816
P139	293309,676	4027816,045	5,191
P140	293320,394	4027838,630	4,566
P141	293326,760	4027852,863	4,177
P142	293330,526	4027861,484	3,941
P143	293340,535	4027884,393	3,316
P144	293350,544	4027907,302	2,691
P145	293360,552	4027930,212	2,066
P146	293370,561	4027953,121	1,441
P147	293380,570	4027976,030	0,816
P148	293390,578	4027998,939	0,191
P149	293400,587	4028021,848	-0,434
P150	293403,623	4028028,797	-0,623

XVI. ASSAINISSEMENT

XVI-1 : Introduction :

L'assainissement routier comme les chaussées et les ouvrages d'art est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Et pour qu'un corps de chaussée ait une longue durée de vie et pour qu'il réponde à sa fonction, il faut assurer une bonne évacuation de l'eau de ruissellement en surface et celle qui s'infiltré dans les couches de la chaussée.

XVI-2 : Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du cout d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosion.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

XVI-3 : 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.

XVI-3-1 : Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

XVI-3-2 : Fossé de crête de déblai :

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

XVI-3-3 : Fossé de pied de talus remblai :

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

XVI-3-4 : Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant dans son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

XVI-3-5 : Descentes d'eau :

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

XVI-4 : Quelques définitions :

Bassin versant : C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

Collecteur principal (canalisation) :C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Chambre de visite (cheminée) :C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

Sacs : C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

Fossés de crêtes : C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

Décence d'eau : Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

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.

XVI-5 : Drainage de la route :

Pour qu'un corps de chaussées puisse acquérir une longue durée de vie, et pour qu'il puisse répondre à sa fonction, il faut que l'eau de ruissellement en surface et celle qui s'infiltré dans les couches inférieures de la chaussée soit évacuée avec soin.

De ce fait, il est donc justifié de considérer le rétablissement des écoulements et le drainage comme une partie essentielle dans une conception économique de la route, pouvant et devant même influencer le choix du tracé.

XVI-6 : Choix des ouvrages d'évacuation :

Les ouvrages de drainage projetés dans le cadre de ce projet sont repartis en deux types :

- Les ouvrages de franchissement des écoulements permanents ou transitoires. (dalot et buses).
- Les ouvrages de drainage sur la plate-forme routière et aux abords pour collecter les eaux de ruissellement et les évacuer en dehors de l'emprise, on distingue :
- Les fossés trapézoïdaux implantés au droit des déblais.

XVI-7 : Conclusion :

Après les travaux d'assainissement appliqués sur notre projet. On a collecté les eaux superficielles et 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.

Application au projet :

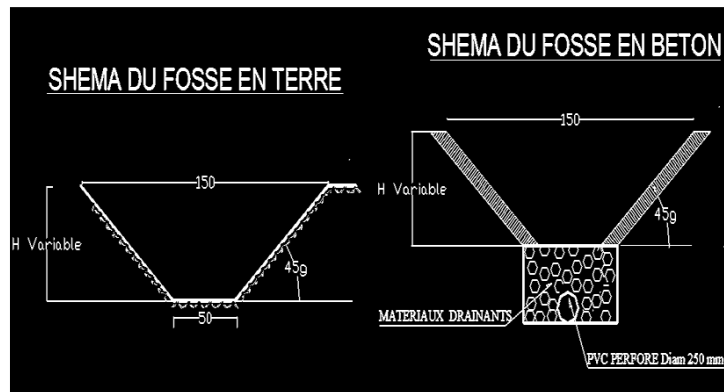


Figure N°30 : Type de fossé de notre projet.

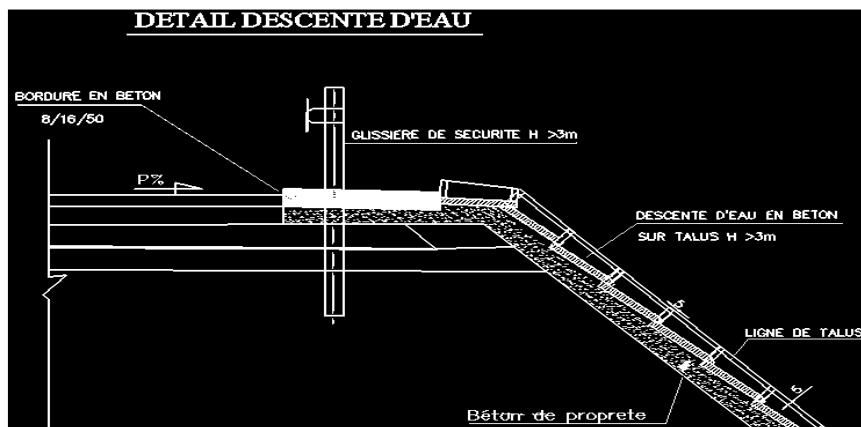


Figure N°31 : Descente d'eau de notre projet.

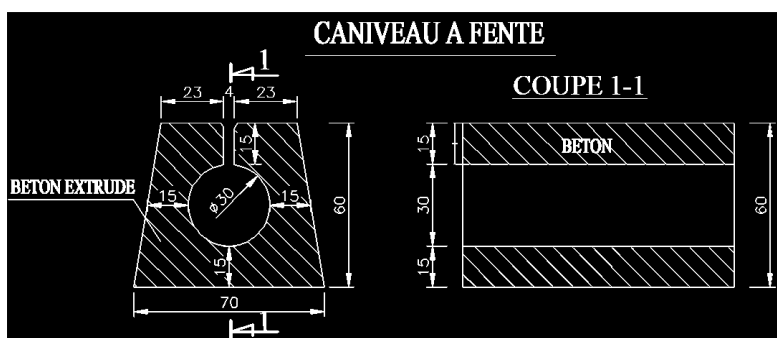


Figure N°32 : Caniveau a fente de notre projet.

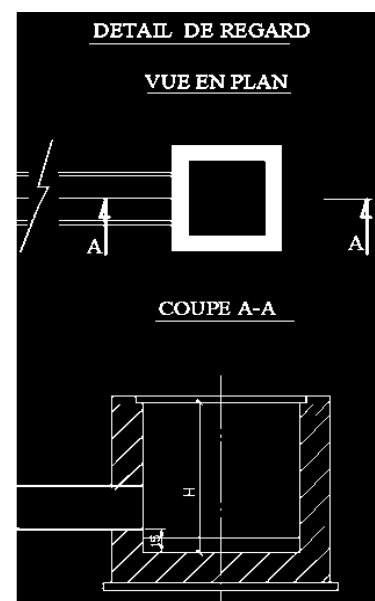


Figure N°33 : le regarde de notre Projet.

XVII. SIGNALISATION

XVII-1 : Introduction :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

XVII-2 : Signalisation :

La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la Circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité), il est néanmoins rappelé que :

- Les supports des panneaux de signalisation ne doivent pas empiéter sur les Bandes Dérasées de droites et de gauche, ils sont placés le plus loin possible des surfaces accessibles aux véhicules.
- Les supports de portiques, potence etc. doivent être généralement isolés par des glissières de sécurité.

XVII-3 : Objectifs de signalisation routière :

La signalisation routière a pour rôle :

- 1) De rendre plus surs et plus facile la circulation routière.
- 2) De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- 3) D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- 4) De donner les informations relatives à l'usage de la route.

XVII-4 : Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation : **a)-Signalisation verticale.**

b)-Signalisation horizontale.

XVII-4-1 : signalisation verticale :

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

Signalisation avancée : le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

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

Signalisation de position : le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

Signalisation 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 égale à 75°.

XVII-4-2 : Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.

Objectif :

La signalisation horizontale sur chaussée a pour but d'indiquer clairement les parties de la chaussée consacrées aux différentes voies de circulation ou à certaines catégories d'usagers de la route, ainsi que, en quelques cas, le comportement que les conducteurs doivent observer.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

XVII-4-2-1 : Marques longitudinales :

Lignes continues : Elles ont un caractère impératif (non franchissable sauf du coté ou elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes utilisées pour indiquer les section de route ou le dépassement est interdit.

Lignes discontinue : Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elle se différencie par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

XVII-4-3-2 : Marques transversales :

Ligne STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

XVII-4-4 : Autres signalisation :

Les flèches d'abattement : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie situées du côté qu'elles indiquent.

Les flèches de sélection : Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

Largeur des lignes : la largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité.

« U » différente suivant le type de route :

U = 7,5 cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5 cm sur les autres routes.

XVII-5 : Les critères de conception de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.
- Eviter la publicité irrégulière.

XVII-6 : Dispositif de retenue :

Les dispositifs de retenue constituent eux même des obstacles, ils ne doivent Être implantés que si le risque en leur absence le justifie.

Les dispositifs de retenue implantés sont :

XVII-6-1 : Glissières de sécurité :

Elles sont classées en trois niveaux, suivent leurs performances de retenue :

a) : Les glissières de niveau 1 : Sont particulièrement adoptées pour les routes Principales.

b) : Les glissières de niveau 2 et 3 : Sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à Leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 Km/h).

Concernant les autres types de routes, des glissières doivent être prévues dans Les cas suivants :

XVII-6-2 : Sur accotement :

- En présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives.
- Lorsque la hauteur des remblais dépasse 4 mètre, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1 m (cas des ouvrages d'arts par exemple).

Pour les autres cas, des glissières peuvent être implantées en cas de problèmes spécifique. Il est à noter cependant :

- Que les glissières doivent être implantées à distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires.
- Qu'il faut vérifier qu'elles n'entravent pas la visibilité.

Application au projet :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre projet sont les suivants :



Figure N°34 : Signalisations verticales.

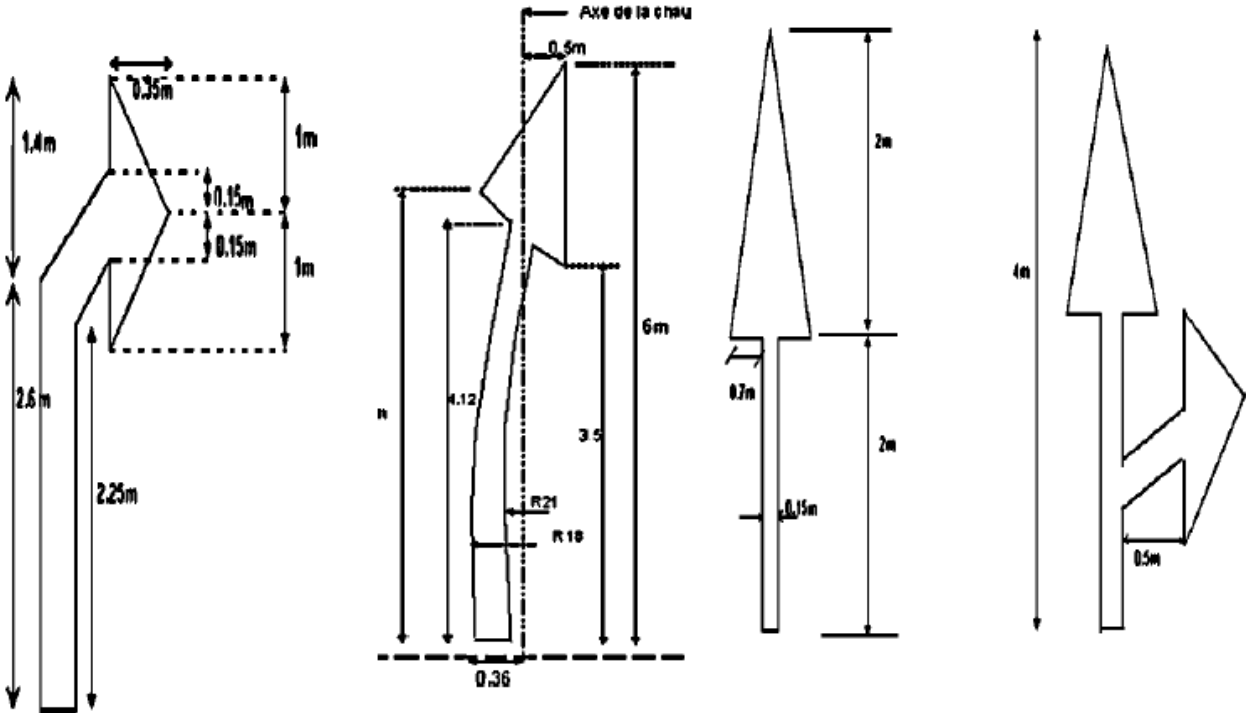


Figure N°35 : Signalisations horizontales.

XVIII. TABLAEU DE DECAPAGE DU T.N

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Emprise (m)			Décapage du TN				
			Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Largeur	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,000	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	65,620
P2	25,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	196,860
P3	50,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	328,101
P4	75,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	459,341
P5	100,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	590,581
P6	125,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	721,821
P7	150,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	853,062
P8	175,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	984,302
P9	200,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	1115,542
P10	225,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	1246,782
P11	250,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	1378,023
P12	275,000	15,773	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	331,20	82,801	1460,824
P13	281,546	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	1526,444
P14	300,000	21,727	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	456,24	114,059	1640,503
P15	325,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	1771,743
P16	350,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	1902,983
P17	375,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2034,224
P18	400,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2165,464
P19	425,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2296,704
P20	450,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2427,944
P21	475,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2559,185
P22	500,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2690,425
P23	525,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2821,665
P24	550,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	2952,905
P25	575,000	15,553	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	326,58	81,645	3034,550
P26	581,105	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	3100,170
P27	600,000	21,947	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	460,86	115,216	3215,386
P28	625,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	3346,626
P29	650,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	3477,866
P30	675,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	3609,107
P31	700,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	3740,347
P32	725,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	3871,587
P33	750,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4002,827
P34	775,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4134,068
P35	800,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4265,308
P36	825,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4396,548
P37	850,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4527,788
P38	875,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4659,028
P39	900,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	4790,269
P40	925,000	22,724	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	477,18	119,294	4909,563
P41	945,449	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	4975,183
P42	950,000	14,776	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	310,27	77,566	5052,749
P43	975,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5183,989
P44	1000,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5315,230
P45	1025,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5446,470
P46	1050,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5577,710
P47	1075,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5708,950

P48	1100,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5840,191
P49	1125,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	5971,431
P50	1150,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6102,671
P51	1175,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6233,911
P52	1200,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6365,152
P53	1225,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6496,392
P54	1250,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6627,632
P55	1275,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6758,872
P56	1300,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	6890,113
P57	1325,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7021,353
P58	1350,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7152,593
P59	1375,000	15,743	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	330,59	82,647	7235,240
P60	1381,487	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	7300,860
P61	1400,000	21,757	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	456,86	114,214	7415,074
P62	1425,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7546,314
P63	1450,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7677,554
P64	1475,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7808,794
P65	1500,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	7940,034
P66	1525,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8071,275
P67	1550,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8202,515
P68	1575,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8333,755
P69	1600,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8464,995
P70	1625,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8596,236
P71	1650,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8727,476
P72	1675,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8858,716
P73	1700,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	8989,956
P74	1725,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9121,197
P75	1750,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9252,437
P76	1775,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9383,677
P77	1800,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9514,917
P78	1825,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9646,158
P79	1850,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9777,398
P80	1875,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	9908,638
P81	1900,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10039,878
P82	1925,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10171,119
P83	1950,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10302,359
P84	1975,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10433,599
P85	2000,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10564,839
P86	2025,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10696,079
P87	2050,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10827,320
P88	2075,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	10958,560
P89	2100,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	11089,800
P90	2125,000	14,408	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	302,56	75,639	11165,439
P91	2128,817	5,908	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	124,07	31,017	11196,456
P92	2136,817	10,592	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	222,41	55,601	11252,058
P93	2150,000	19,092	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	400,89	100,223	11352,281
P94	2175,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	11483,521
P95	2200,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	11614,761
P96	2225,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	11746,001
P97	2250,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	11877,242
P98	2275,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12008,482
P99	2300,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12139,722

P100	2325,000	16,725	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	351,20	87,799	12227,521
P101	2333,450	8,225	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	172,71	43,177	12270,699
P102	2341,450	4,653	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	97,70	24,425	12295,124
P103	2342,755	4,275	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	89,77	22,443	12317,566
P104	2350,000	16,122	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	338,54	84,636	12402,203
P105	2375,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12533,443
P106	2400,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12664,683
P107	2425,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12795,923
P108	2450,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	12927,164
P109	2475,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13058,404
P110	2500,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13189,644
P111	2525,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13320,884
P112	2550,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13452,124
P113	2575,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13583,365
P114	2600,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13714,605
P115	2625,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13845,845
P116	2650,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	13977,085
P117	2675,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14108,326
P118	2700,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14239,566
P119	2725,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14370,806
P120	2750,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14502,046
P121	2775,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14633,287
P122	2800,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14764,527
P123	2825,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	14895,767
P124	2850,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15027,007
P125	2875,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15158,248
P126	2900,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15289,488
P127	2925,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15420,728
P128	2950,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15551,968
P129	2975,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15683,209
P130	3000,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15814,449
P131	3025,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	15945,689
P132	3050,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16076,929
P133	3075,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16208,170
P134	3100,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16339,410
P135	3125,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16470,650
P136	3150,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16601,890
P137	3175,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16733,130
P138	3200,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16864,371
P139	3225,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	16995,611
P140	3250,000	20,296	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	426,18	106,545	17102,156
P141	3265,592	12,500	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	262,48	65,620	17167,776
P142	3275,000	17,204	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	361,26	90,315	17258,091
P143	3300,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	17389,332
P144	3325,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	17520,572
P145	3350,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	17651,812
P146	3375,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	17783,052
P147	3400,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	17914,293
P148	3425,000	25,000	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	524,96	131,240	18045,533
P149	3450,000	16,291	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	342,09	85,524	18131,057
P150	3457,583	3,791	10,499	10,499	20,998	0,250	20,998	79,61	19,904	18150,960

XIX. ESTIMATION DU COUT DU PROJET

Selon les prix mis à notre disposition le calcul du devis estimatif du projet portera essentiellement sur :

- Décapage de la plate-forme.
- Déblai et Remblai.
- Corps de chaussée.
- Séparateurs.

XIX-1 : Calcul du cout du projet :

Tableau N° 37 : Devis estimatif.

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (DA)	MONTANT
1	Décapage de la plate-forme y compris décaissement et finition de la plate-forme, arrosage, compactage et toute sujéstions de mise en œuvre.	m ²	72603,84	100	7260384,04
2	Déblais	m ³	154603,59	325	50246167,08
3	Remblais	m ³	71826,298	500	35913149
Corps de chaussée					
4	F/mise en œuvre de la couche en béton bitumineux 0/10 sur une ép : de 06 cm y compris couche d'imprégnation 0/1 et toute sujéstions de mise en œuvre.	T	18445,378	9400	173386549,4
5	F/mise en œuvre de la couche en Grave Bitumineux 0/14 sur une ép : de 8 cm	T	33422,372	9000	
6	. Rechargement de la plate-forme en TUF sur une ép : de 25 cm y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	T	29559,915	1350	39905885,25
Séparateurs					
7	Type DBA	ML	3457,583	3500	12101540,5
8	Type GBA	ML	6915,166	3500	24203081
Assainissement					
9	Fossé en béton	ML	6915,166	2500	17287915
Signalisation					
10	Ligne axiale de séparation de voies	ML	3457	170	587690
11	Ligne de rive de chaussée (Limite BAU)	ML	5185,5	170	881535
12	Ligne continue (Rive DBA)	ML	6914	170	1175380
MONTANT EN H T					362949276,3
TVA 19%					68960362,5
MONTANT EN TTC					431909638,8

CONCLUSION GENERALE :

Ce présent travail de fin d'étude nous a permis d'agrandir nos connaissances techniques, scientifiques afin de perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes.

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

Dans notre projet de bretelle autoroutière, nous avons introduit le long des deux tracés des courbes de raccordement, respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale. D'autre part nous avons évité au maximum les détails y existantes à savoir la fibre optique, les arbres, les propriétés privées..... Ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette étude nous a poussé d'appliquer les connaissances théoriques acquises à l'université pendant notre étude de cerner les problèmes réels existants concernant l'étude d'exécution des projets routiers de même c'est une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et surtout de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels AutoCad et Covadis.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle future et toucher les grands projets.