



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



N° d'ordre : M ...../GCA/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière :** Travaux Publics

**Spécialité :** V.O.A

### *Thème*

**Etude du Dédoublment de l'évitement de MAGHNAIA  
Du Pk 0.00 au Pk 5 +127**

**Présenté par :**

- Melle BELALIA Sihem
- M. BENBRAHIM DJILALI

***Soutenu le 21/06/2020 devant le jury composé de :***

**Présidente :** Mme. EL MASCRI Setti

**Examineur:** Mr. ROUAM Serik Mohamed

**Encadrant :** Mr. TALIA Ahmed

**Invité d'honneur :** Mr. BOUARFA Zohir

**Année Universitaire : 2019 / 2020**

## Remerciements :

*Nous commençons par remercier le bon Dieu tout puissant qui grâce à sa majesté nous avons pu aboutir à finaliser ce projet de fin d'étude.*

*Nous souhaitons adresser ici tous nos remerciements aux personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce projet. Tout d'abord à Monsieur l'encadreur Mr A. TALIA, pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce projet n'aurait jamais vu ce jour.*

*Aussi nous tenons à remercier tous les enseignants de la faculté des Sciences et de la Technologie.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis qui nous ont toujours soutenue et encouragé au cours de la réalisation de ce projet*

*Siham & Djilali*



Dédicaces :

*Je dédie le fruit de mon travail à mes très chers parents avec autant d'admiration que d'amour.*

*Je le dédie à mon frère adoré et à mes sœurs*

*A toute la famille BELALIA .*

*A mes copines les plus intimes :*

*Amira, Hamidia, Chahrazed, Samia, Zoulikha .*

*A mes amis, et sans oublier bien sur mon binôme*

*« Djilali ».*

*Et a tous mes collègues de la promotion des travaux publics et aussi de génie civil.*

*Siham*

Dédicaces :

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à arriver jusqu' à ce niveau d'études et de réaliser ce modeste travail que je dédie :*

- A mes très chers parents et que Dieu le tout puissant les garde en bonne santé*
- A tout mes amis et ma famille*
- A tout la promotion 2019/2020*

*En fin a toutes personnes qui m'ont soutenu et aide à réaliser ce travail*

*Djilali*

# Résumé :

Notre projet rentre dans le cadre de la préparation du diplôme de master option : Voies et Ouvrage d'Art "VOA". Et pour mettre en pratique nos connaissances acquises au cours de notre cursus de formation et d'approfondir nos connaissances dans le domaine routier, on a choisi un thème de route qui s'intitule : « Etude du Dédoublément de l'évitement de Maghnia Du Pk 0.00 au Pk 5 +127 ».

Pour mener à bien cette étude on s'est intéressé en premier lieu et ceci est impératif, à la route existante dans le souci de savoir si elle ne présente pas de problème de sécurité vis-à-vis de l'utilisateur. Cette étude portera sur la détermination du nombre de virages, les valeurs des rayons, le trafic et voir si tout cela respecte les normes du B40. En deuxième lieu on proposera trois variantes en avant-projet sommaire APS toutes en les comparant afin d'étudier en Avant-projet détaillé APD la variante qui présente plus d'avantages.

## **Mots clés :**

Projet, pratique, route, Etude, Dédoublément, évitement, route, route existante, sécurité, l'utilisateur, virages, trafic, normes B40, Variante, APS, APD.

## Abstract :

Our project is part of the preparation of the Master option: Course and Artwork VOA And to put into practice our knowledge acquired during our internship and to deepen our knowledge in the road domain, we chose a theme of the road which is entitled: »Study of the duplication of the avoidance of Maghnia From Pk 0.00 to Pk 5 +127.

To carry out this study, we first looked at and it is imperative, the existing road in order to know if it does not present a safety problem vis-à-vis the user. This study will focus on determining the number of turns, radius values, traffic and to see if all of this meets B40 standards. Secondly, we will propose three variants in the preliminary design of APS, all by comparing them in order to study in the detailed preliminary design APD the variant which presents the most advantages.

### **Keywords :**

Project, practice, route, Study, Duplication, avoidance, route, existing route, safety, user, turns, traffic, B40 standards ,. Variant, APS, APD.

## ملخص :

يدخل مشروعنا هذا في إطار تحضير شهادة الماستر: "الطرق والمنشآت الفنية".  
VOA ولتطبيق ما دارسناه خلال المنهاج الدراسي ولتعميق معرفتنا في مجال الطرقات ،  
اخترنا موضوعا بعنوان: "دراسة ازدواجية طريق اجتناب مدينة مغنية من الكيلومتر 0  
إلى الكيلومتر 5 + 127 .

لإجراء هذه الدراسة، توجب علينا التطرق أولا إلى دراسة الطريق المستعملة حاليا  
و المراد ازدواجها من أجل معرفة ما إذا كانت تمثل مشكلة أمان تجاه مستعملي هذه الطريق  
بتحديد عدد المنعطفات، وقيم نصف أقطارها، ومعرفة ما إذا كان كل هذا يحترم  
معايير B40.

سنقترح ثانيًا، ثلاثة متغيرات في التصميم في مرحلة APS، مع مقارنتها من أجل  
الدراسة في تصميم APD التفصيلي للمتغير الذي يتمتع بمزيد من المزايا.

### الكلمات الدالة :

المشروع ، الممارسة ، المسار ، الدراسة ، الازدواجية ، التجنب ، المسار ، المسار الحالي ،  
الأمان ، المستخدم ، المنعطفات ، حركة المرور ، معايير B40 ، .البديل ، APS ، APD.

## Liste des figures:

<b>Figure I.1</b> : Situation géométrique de la ville de Maghnia.....	2
<b>Figure I.2</b> : Relief de la ville de Maghnia.....	3
<b>Figure I.3</b> : Plan de situation du projet.....	6
<b>Figure II.1</b> : Tracé en plan.....	11
<b>Figure II.2</b> : Dénivelée cumulée moyenne H/L .....	13
<b>Figure II.3</b> : Sinuosité $I_s / L$ .....	14
<b>Figure II.4</b> : Cubature approchée « cas de remblai ».....	19
<b>Figure II.5</b> : Cubature approchée « cas de déblai ».....	19
<b>Figure III.1</b> : Route existante.....	20
<b>Figure IV.1</b> : Variante 01.....	32
<b>Figure IV.2</b> : Variante 02.....	48
<b>Figure IV.3</b> : Variante 03.....	62
<b>Figure V.1</b> : Raccordement progressif.....	88
<b>Figure V.2</b> : Clothoïde.....	88
<b>Figure V.3</b> : Condition de gauchissement.....	93
<b>Figure VI.1</b> : Élément géométrique du profil en long .....	99
<b>Figure VI.2</b> : La courbe du profil en long.....	101
<b>Figure VI.3</b> : Raccordement parabolique.....	102
<b>Figure VI.4</b> : Distance de freinage.....	103
<b>Figure VI.5</b> : Distance d'arrêt en alignement droit.....	105
<b>Figure VII.1</b> : Élément du profil en travers.....	109
<b>Figure VII.2</b> : Profil en travers type de la variante choisie.....	110
<b>Figure VIII.1</b> : Corps de chaussée.....	111
<b>Figure VIII.2</b> : Structure d'une chaussée souple.....	112
<b>Figure VIII.3</b> : Structure d'une chaussée semi-rigide.....	112
<b>Figure VIII.4</b> : Types des chaussées.....	113

<b>Figure IX.1</b> : Implantation partie circulaire.....	120
<b>Figure IX.2</b> : Méthode d'implantation.....	120
<b>Figure X.1</b> : Cubature « cas de déblai ».....	132
<b>Figure X.2</b> : Cubature « cas de remblai ».....	133
<b>Figure XI.1</b> : Ligne continue.....	139
<b>Figure XI.2</b> : Ligne discontinue.....	139
<b>Figure XI.3</b> : Ligne d'avertissement.....	139
<b>Figure XI.4</b> : Flèche de rabattement.....	140
<b>Figure XI.5</b> : Ligne de rive trait.....	140
<b>Figure XI.6</b> : Flèche directionnelle.....	140

## Liste des tableaux:

<b>Tableau III.1</b> : Coordonnés des sommets de l'axe de la route existante.....	22
<b>Tableau III.2</b> : Gisements, distances de la route existante.....	23
<b>Tableau III.3</b> : Tangentes aux cercles et rayons « route existante ».....	25
<b>Tableau III.4</b> : Dénivelée cumulée « route existante ».....	29
<b>Tableau III.5</b> : Récapitulatif des rayons en plan.....	30
<b>Tableau IV.1</b> : Coordonnés définissant l'axe de la variante 01.....	32
<b>Tableau IV.2</b> : Valeurs des gisement, dis et angles au centre « variante01 ».....	33
<b>Tableau IV.3</b> : Dénivelée cumulée « Variante 01 ».....	37
<b>Tableau IV.4</b> : Type de topographie.....	38
<b>Tableau IV.5</b> : Sinuosité.....	38
<b>Tableau IV.6</b> : Environnement de la route.....	38
<b>Tableau IV.7</b> : Vitesse de référence.....	39
<b>Tableau IV.8</b> : Dévers.....	39
<b>Tableau IV.9</b> : Coefficient Ft.....	39
<b>Tableau IV.10</b> : Coefficient F''.....	40
<b>Tableau IV.11</b> : Rayons du tracé en plan.....	41
<b>Tableau IV.12</b> : Rayons choisis « variante 01 ».....	41
<b>Tableau IV.13</b> : Éléments des raccordements circulaires « variante 01 ».....	42
<b>Tableau IV.14</b> : Déclivités-profil en long « variante 01 ».....	43
<b>Tableau IV.15</b> : Cubatures approchés « variante01 ».....	47
<b>Tableau IV.16</b> : Coordonnés définissant l'axe de la variante 02.....	48
<b>Tableau IV.17</b> : Valeurs des gisements, dist et angles au centre « variante 02 ».....	49
<b>Tableau IV.18</b> : Dénivelée cumulée « variante 02 ».....	54
<b>Tableau IV.19</b> : Rayons choisis « variante 02 ».....	55
<b>Tableau IV.20</b> : Éléments des raccordements circulaires « variante 02 ».....	56
<b>Tableau IV.21</b> : Déclivités-profil en long « variante 02 ».....	57

<b>Tableau IV.22</b> : Cubatures approchés « variante 02 ».....	61
<b>Tableau IV.23</b> : Coordonnés définissant l'axe de la variante 03.....	62
<b>Tableau IV.24</b> : Valeurs des gisements, dist et angles au centre « variante 03 ».....	63
<b>Tableau IV.25</b> : Dénivelée cumulée « variante 03 ».....	68
<b>Tableau IV.26</b> : Rayons choisis « variante 03 ».....	70
<b>Tableau IV.27</b> : Éléments des raccordements circulaires « variante 03 ».....	70
<b>Tableau IV.28</b> : Déclivités-profil en long « variante 03 ».....	71
<b>Tableau IV.29</b> : Cubatures approchés « variante 03 ».....	76
<b>Tableau IV.30</b> : Variante choisie.....	77
<b>Tableau V.1</b> : Coordonnés définissant l'axe de la variante choisie.....	79
<b>Tableau V.2</b> : Rayons de la variante choisie.....	79
<b>Tableau V.3</b> : Coefficient d'équivalence.....	85
<b>Tableau V.4</b> : Valeurs de K1.....	85
<b>Tableau V.5</b> : Valeurs de K2.....	85
<b>Tableau V.6</b> : Valeurs de la capacité théorique.....	85
<b>Tableau V.7</b> : Dévers en fonction de l'environnement.....	90
<b>Tableau V.8</b> : Dévers associés.....	92
<b>Tableau V.9</b> : Longueurs des raccordements.....	95
<b>Tableau V.10</b> : Éléments de la clothoïde.....	95
<b>Tableau VI.1</b> : Déclivité.....	99
<b>Tableau VI.2</b> : Déclivité maximale (B40).....	100
<b>Tableau VI.3</b> : Rayons en angle saillant et angle rentrant.....	101
<b>Tableau VI.4</b> : Valeurs de Fl.....	104
<b>Tableau VI.5</b> : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.....	106
<b>Tableau VIII.1</b> : Classe de trafic $T_i$ .....	116
<b>Tableau VIII.2</b> : Tableau des classes de sol $S_i$ .....	116
<b>Tableau VIII.3</b> : Matériaux et coefficient d'équivalence.....	117
<b>Tableau VIII.4</b> : Corps de chaussée « matériaux et épaisseurs ».....	118

<b>Tableau IX.1</b> : Élément d'implantation cercle 01.....	121
<b>Tableau IX.2</b> : Élément d'implantation clothoïde 01.....	122
<b>Tableau IX.3</b> : Élément d'implantation cercle 02.....	123
<b>Tableau IX.4</b> : Élément d'implantation clothoïde 02.....	123
<b>Tableau IX.5</b> : Élément d'implantation cercle 03.....	124
<b>Tableau IX.6</b> : Élément d'implantation clothoïde 03.....	125
<b>Tableau IX.7</b> : Élément d'implantation clothoïde 04.....	125
<b>Tableau IX.8</b> : Élément d'implantation cercle 04.....	126
<b>Tableau IX.9</b> : Élément d'implantation clothoïde 05.....	126
<b>Tableau IX.10</b> : Élément d'implantation cercle 05.....	127
<b>Tableau IX.11</b> : Élément d'implantation cercle 06.....	128
<b>Tableau IX.12</b> : Élément d'implantation clothoïde 06.....	128
<b>Tableau IX.13</b> : Élément d'implantation cercle 07.....	129
<b>Tableau IX.14</b> : Élément d'implantation cercle 08.....	129
<b>Tableau IX.15</b> : Élément d'implantation clothoïde 07.....	130
<b>Tableau IX.16</b> : Élément d'implantation cercle 09.....	131
<b>Tableau IX.17</b> : Élément d'implantation cercle 10.....	131
<b>Tableau XII.1</b> : Devis Quantitatif Et Estimatif.....	144

# Glossaire:

Symbole		Unité
<b>R</b>	Rayon de la courbe	<b>m</b>
<b>d</b>	Dévers Mm	<b>mm</b>
<b>A <math>\Delta f / \Delta l</math></b>	Constante de RP (raccordement progressif)	<b>mm</b>
<b><math>\Delta d / \Delta l</math></b>	Variation de flèche /Variation de dévers	<b>mm</b>
<b>V</b>	Vitesse	<b>mm/s</b>
<b>VB</b>	Vitesse de base	<b>km/h</b>
<b>LA</b>	Longueur d'alignement	<b>km/h</b>
<b>LC</b>	Longueur de la pleine courbe	<b>m</b>
<b>LRP</b>	Longueur du RP	<b>m</b>
<b>ORP</b>	Origine du RP (côté de la courbure la plus faible)	<b>m</b>
<b>FRP</b>	Fin du RP (côté de la courbure la plus grande)	<b>m</b>
<b>RC</b>	Raccord de déclivité (raccordement circulaire)	<b>m</b>
<b>i</b>	Déclivité longitudinale de la voie	<b>m</b>
<b>TMJA</b>	Trafic journalier moyen annuel	<b>%</b>
<b>PL</b>	Le pourcentage de poids lourds	<b>v/j</b>
<b>ft</b>	Coefficient de frottement transversal	<b>%</b>
<b><math>\delta</math></b>	Coefficient d'accroissement annuel	<b>-</b>
<b>n</b>	L'année de saturation	<b>ans</b>
<b>Teff</b>	Trafics effectifs	<b>uvp/j</b>
<b>Q</b>	Débit de pointe horaire normal	<b>uvp/h</b>
<b>Cth</b>	Débit théorique	<b>uvp/h</b>
<b>N</b>	Nombre de voies	<b>voie</b>
<b>RHm</b>	Rayon horizontal minimal absolu	<b>m</b>
<b>RHn</b>	Rayon horizontal normal	<b>m</b>
<b>Rdm</b>	Rayon horizontal déversé	<b>m</b>
<b>RHnd</b>	Rayon horizontal non déversé	<b>m</b>
<b>Rvmin</b>	Rayon en angle saillant Rv minimal absolu	<b>m</b>
<b>Rv</b>	Rayon en angle saillant Rv minimal normal	<b>m</b>
<b>R'v</b>	Rayon en angle rentrant Rv minimal normal	<b>m</b>
<b>R'vmin</b>	Rayon en angle rentrant Rv minimal absolu	<b>m</b>

# Sommaire:

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Glossaire

Introduction .....1

## **Chapitre I : Présentation du projet**

I-Données socio-économiques de la région.....2

II-Présentation du projet.....6

III-Objectif du projet.....7

Données de base.....8

## **Chapitre II : Classification routière et normes géométriques**

I-Classification routière.....9

II-Caractéristiques géométriques d'une route.....10

III-Terminologie routière.....11

IV-Tracé en plan.....12

## **Chapitre III : Etude de la route existante**

I-Introduction.....21

II-Détermination des coordonnées des sommets.....22

III-Valeurs des gisements et des distances.....23

IV-Détermination des rayons en plan.....24

V-Longueur de tracé.....26

VI-Conclusion.....	32
<b>Chapitre IV : APS Etude des variantes</b>	
I-Etude de la variante 01.....	33
II-Etude de la variante 02.....	49
III-Etude de la variante 03.....	63
IV-Le choix de la variante.....	77
<b>Chapitre V : APD Etude de la variante choisie</b>	
I-Etude de la variante choisie.....	78
II-Etude du trafic.....	79
III-Raccordements progressifs.....	88
IV-Longueur des raccordements.....	93
<b>Chapitre VI : Profil en long</b>	
I-Profil en long.....	98
II-Déclivités.....	99
III-Rayons de raccordement.....	101
IV-Paramètres cinématiques.....	103
<b>Chapitre VII : Profil en travers</b>	
I-Profil en travers.....	108
II-Modernisation du profil en travers.....	108
III-Types de profil en travers.....	108
IV-Les éléments de composition du profil en travers .....	109
Application au projet.....	110
<b>Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée</b>	
I-Introduction.....	112
II-Définition de la chaussée.....	112
III-Dimensionnement du corps de chaussée.....	115
IV-Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée.....	116

Application au projet.....	117
<b>Chapitre IX : Implantation</b>	
I-Implantation .....	120
II-Plan de piquetage des axes des voies.....	120
III-Implantation planimétrique des sommets des alignements.....	120
IV-Implantation des courbes.....	120
Application au projet.....	122
<b>Chapitre X : Cubatures</b>	
I-Cubature.....	133
II-Méthode de calcul.....	133
III-Cas de déblai.....	133
IV-Cas de remblai.....	134
V-Cas de profil mixte.....	134
<b>Chapitre XI : Signalisation</b>	
I-Signalisation.....	139
II-Rôle de la signalisation.....	139
III-Catégories de signalisation.....	139
IV-Type de signalisation.....	139
<b>Chapitre XII : Devis quantitatif et estimatif</b>	
I-Devis estimatif.....	144
II-Devis quantitatif.....	144
<b>Conclusion générale</b> .....	146
<b>Bibliographie</b> .....	148
<b>Annexes</b>	

---

# INTRODUCTION GENERALE

---

## *Introduction générale*

Les infrastructures de transport et en particulier les routes, représentent une efficacité économique et sociale, 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.

L'histoire de la route est indubitablement attachée au développement de l'humanité et des civilisations. Il est important de noter que l'histoire nous apporte ensuite la confirmation que de nombreuses civilisations aux visées expansionnistes ont appuyé leur développement sur une maîtrise de la communication en général et des infrastructures routières en particulier.

Pour le développement du pays et l'aménagement du territoire, les infrastructures de transport routières jouent un rôle très important et un moteur efficace non seulement pour les différentes communications et les différents échanges entre les populations mais aussi elle favorise l'implantation des activités économiques et industrielles tout en visant essentiellement à améliorer l'équilibre fonctionnel des espaces régionaux par rapport aux revendications des acteurs territoriaux.

En Algérie, Le Ministère Des Travaux Publique (MTP) a inscrit plusieurs projets dans le domaine des infrastructures routières comme par exemple l'autoroute est-ouest, nord-sud, des projets portant sur l'aménagement des carrefours, les projets des dédoubléments des routes existantes et autres...

Pour arriver à remplir le rôle et atteindre l'efficacité signés dans le premier paragraphe, ces infrastructures doivent connaître une étude efficace obéissante aux différents critères et concepts tels que le plus connu « le développement durable » dont en satisfaisant aux trois côtés : économique, social et environnemental.

C'est pour cela on a choisi notre projet qui s'intitule « Etude du dédoublément de l'évitement de Maghnia du Pk 0 au Pk 5 + 127 »

Dans notre présent travail, on présentera notre projet dans le chapitre 1, on donnera en chapitre 2 et en partie théorique, les caractéristiques géométriques d'une route pour entamé ensuite en chapitre 3 l'étude de la route existante dans le souci de savoir si elle présente des problèmes de sécurité vis-à-vis de l'utilisateur et faire ressortir tous les paramètres hors normes.

Trois variantes feront objet de notre étude en avant projet sommaire, seront traitées en chapitre 4 pour ensuite entamer après comparaisons des 3 tracés en chapitre 5,6,7,8,9,10,11 et 12 l'étude en avant projet détaillé de la variante présentant le plus d'avantage. Et nous terminant enfin par une conclusion générale de notre travail

---

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

---

## **I- Données socio-économiques de la région :**

### **I.1 Données générales de la Ville de Maghnia :**

La ville de Maghnia a connu un important essor urbanistique et démographique pour devenir la métropole non déclarée de l'extrême Ouest du pays. Elle renferme une activité commerciale très enthousiaste, l'agriculture quant à elle constitue l'autre pôle très intéressant de cette région. A l'instar des autres régions de la Wilaya de Tlemcen, l'activité industrielle est en nette progression.

Elle constitue en outre un passage obligé pour les estivants désirant se rendre à la ZET (Zone d'Extension Touristique) de Marsa Ben Mhidi.

De part sa position géographique, il faut déduire que le principal flux du trafic est celui qui vient du côté Est.

Avec le confort de la circulation induit par la création de l'autoroute Est Ouest, la ville de Maghnia a attiré un trafic additionnel non négligeable.

Dès la sortie de l'autoroute Est Ouest les usagers de la route sont confrontés à un tracé saturé depuis la Ville de Hammam Bouhrara jusqu'au centre-ville de Maghnia.

La première idée de trouver une solution à ce problème a été de penser au dédoublément de la Route Nationale 35 qui est actuellement une liaison bidirectionnelle et qui n'arrive plus à drainer le trafic dans des conditions de sécurité et de confort acceptables.

Son étude a été réceptionnée, mais à court terme, cette solution paraît irréalisable car la Route Nationale 35 traverse une fracture naturelle occupée par le Barrage de Hammam Bouhrara qui nécessite un ouvrage d'art important de plus de 600 ml pour sa traversée.

Ce nouveau tracé devra constituer une liaison rapide pour les usagers.

### **I.2- Situation géographique :**

Maghnia est une ville de l'extrême Ouest de l'Algérie ses coordonnées géographiques sont :

- Latitude : 34°50'49" Nord
- Longitude : 1°43'42" Ouest



Figure I.1 : Situation géographique de la ville de Maghnia

### I.3 Géomorphologie et relief :

Le couloir qui nous concerne présente une morphologie singulière constituée par des zones calcaires, délimitées par les monts des Traras au Nord et la plaine de Maghnia au Sud. Le relief peu accidenté comporte une seule brèche naturelle constituée d'un grand talweg occupé par un Oued régulièrement sec.

Généralement le relief traversé par le tracé comporte des pentes douces et constantes sauf au droit du talweg précité où les pentes sont de 23% d'un côté et de 12% de l'autre.

Le relief peu accidenté a favorisé l'investissement dans le domaine de l'agriculture et notamment céréaliculture qui occupe 90% de l'activité agricole dans cette région. La création de cet évitement contribuera à développer l'activité agricole et le tourisme qui est à son état embryonnaire avec l'existence de quelques hôtels dans l'agglomération de Sidi Machour en rapport avec les cures au niveau de Hammam Chigueur

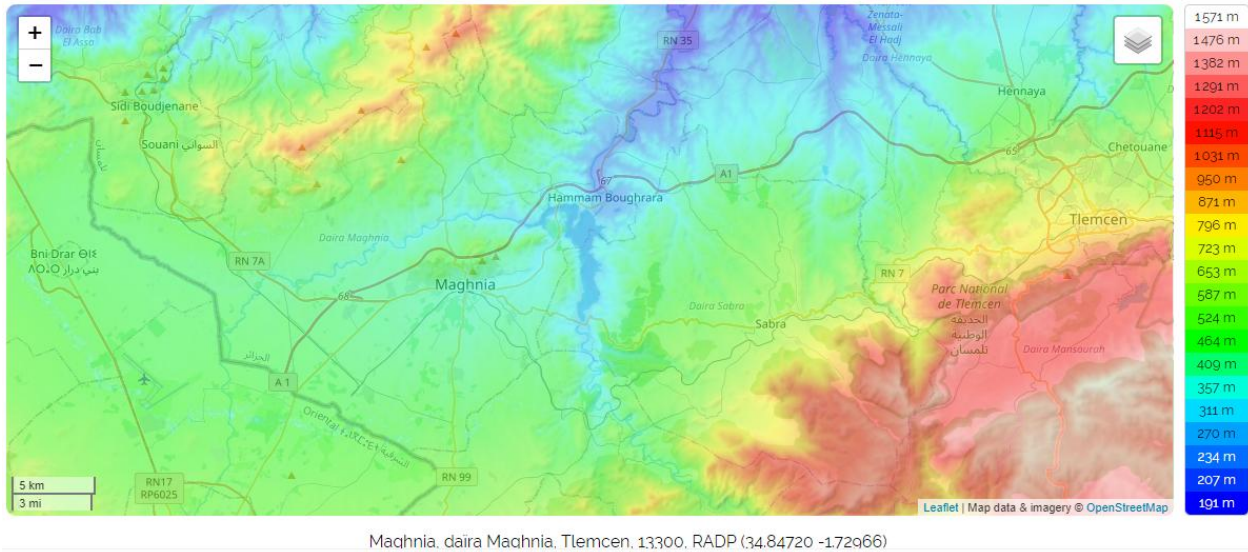


Figure I.2 : Relief de la ville de Maghnia

### **I.3-Climatologie de la région :**

La zone d'étude présente un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350mm à 400mm par an.

La période la plus arrosée s'étale de Novembre à Avril avec 80% des précipitations totales et 48 jours de pluies.

En hiver, la température moyenne oscille autour de 10°C avec un minimum de 6°C.

On note des tombées de gelées au niveau de la ville de Maghnia et un faible taux d'humidité de l'air.

En été par contre, la température moyenne est de 30°C. Avec des températures oscillantes entre 24°C et 30°C, exceptionnellement maximales de l'ordre de 40°C.

Les vents dominants sont ceux provenant des secteurs Est, Nord - Est et Ouest, Sud – Ouest.

Le Micro climat de Hammam Bouhrara est plus hospitalier, donc propice au développement des activités de tourisme, de convalescence des malades et d'oxygénation des sportifs.

De même le climat est favorable à la culture intensive (sous serres) de primeurs et de fleurs (similaire à l'ensemble de la côte méditerranéenne).

#### **I.4 Hydrologie et bassin versant :**

Un plan hydrographique, la commune de Maghnia fait partie du bassin de la Tafna.

Les principaux cours d'eau de la commune. Affluents de la Tafna, sont : Oued Mouilah (au Nord de la ville de Maghnia), Oued Ouardeffou au Sud de la Ville de Maghnia

Les eaux souterraines locales sont très importantes au Sud/Ouest de Maghnia et utilisées à des fins d'adduction en eau potable et pour l'agriculture.

La situation en matière de distribution en eau potable pour les communes de Maghnia et Hammam Bouhrara est satisfaisante - le Taux de satisfaction est de l'ordre 80%

#### **I.5- Faune et flore :**

Les espèces floristiques inventoriées dans l'environnement immédiat du projet est de type arboricole à savoir l'olivier, est quelques arbustes d'ornement tels que le faux poivrier, l'eucalyptus, le pin d'Alep, le cyprès.

En ce qui concerne la faune on note l'existence de quelques espèces : telles que : les chien, les chats, les reptiles, les rapaces, les corbeaux, les pigeons.

#### **I.6 Sismicité :**

La région de Maghnia se trouve dans la Zone 1, d'après la répartition élaborée par le CRAG, la zone 1 est caractérisée par une séismicité faible.

#### **I.7 Aspect socio-économique**

- Population et zone peuplées environnantes :

La population globale de la commune de Maghnia est estimée à 114.634 habitants, dont 75% sont localisés au niveau de l'agglomération chef-lieu.

Les agglomérations secondaires avoisinantes du projet.

- Sidi Machour
- Maaziz
- Sidi Ali Benzemra

### **I.8–Réseau routier :**

Les communes de Maghnia et Hammam Bouhrara sont dotées d'un réseau routier dense et bien réparti, englobant l'autoroute, les routes nationales, chemins de wilaya et chemins communaux. On trouve la RN35, la RN99, la RN7, la RN7A ainsi que le CW02, CW46, CW63, CW101, CW105, etc.

### **I.9 –Agriculture :**

L'activité agricole dans la région de Maghnia est remarquable, la superficie totale de la terre agricole est d'environ 9888 Ha, dont les terres labourées sont de 7954 Ha, la production la plus importante dans la commune c'est les céréales. Il faut signaler que le développement urbain et industriel se fait au dépend d'autre secteur.

### **I.10 –Urbanisme :**

La commune de Maghnia fait partie de la strate urbaine (grande concentration en population). Le développement urbain de la commune se fait au dépend d'autre secteur.

### **I.11–Tourisme :**

Il est à signaler que la région dispose de potentialités touristiques importantes liées à l'abondance d'eau.

### **I.12–Industrie :**

C'est le secteur qui offre le plus grand nombre de poste d'emploi dans la commune de Remchi, avec l'existence d'une Zone Industrielle, plusieurs unités de production ont vu le jour notamment l'industrie de matière de Construction (la céramique, et la brique), le textile, des produit agro-alimentaires, et d'autres...

## **II- Présentation du projet :**

Notre projet concerne à réaliser d'un dédoublément entre la ville de Maghnia et Hammam Bouhrara sur un tracé existant.

L'évitement de Maghnia consiste donc, en la création d'une liaison qui relie la Route Nationale 35 à partir de Hammam Bouhrara à la Route Nationale 99 qui aboutit directement au centre-ville et au grand boulevard du côté Ouest de la ville.

Le tronçon à étudier est d'une longueur de plus de cinq (05) km et un trafic moyen journalier annuel TMJA estimé à environ 11000 uvp /j. Le pourcentage du poids lourds est estimé à 20% du trafic.



Figure 1.3-plan de situation du projet

### **III Objectif du projet :**

L'objectif principal de ce projet est d'absorber une pointe due au trafic ce qui permettra d'assurer la fluidité de la circulation ou le trafic est en croissance permanente, dans le but d'atteindre l'objectif visé.

Cette infrastructure routière va jouer un rôle pour améliorer le développement économique de la région où se trouve notre tracé.

Le dédoublement permet aux régions de Fellaoucène de Nédroma et Djeballa et Maaziz d'être rapprochées de l'échangeur de Hammam Bouhrara pour accéder plus rapidement à l'autoroute Est Ouest.

**Données de base :**

- ✓ Le trafic de l'année 2019 : TMJA = 11000 v/j.
- ✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic :  $\tau = 3\%$ .
- ✓ Le pourcentage des poids lourd : %PL= 20%.
- ✓ Durée de vie : n = 20ans.
- ✓ Indice de CBR : I = 4.
- ✓ Durée d'étude et d'exécution : n= 3ans.
- ✓ Catégorie de la route : 2

---

# CHAPITRE II : CLASSIFICATION ROUTIERE ET NORMES GEOMETRIQUES

---

## **I - Classification routière :**

Il existe deux classifications routières, l'une fonctionnelles (selon la gestion) et l'autre selon la liaison comme suit :

### **1) Classification fonctionnelle :**

- ✓ *Catégorie 1 : les routes nationales RN : gérées par la DTP, et aménagées aux frais exclusifs de l'état.*
- ✓ *Catégorie 2 : les routes de wilaya CW : Aménagées et entretenues aux frais de wilaya avec l'aide de l'état.*
- ✓ *Catégorie 3 : les chemins communaux CC : qui relèvent de la compétence des subdivisions ou sous directions.*

### **2) Classification selon la liaison :**

L'infrastructure routière en Algérie est classée selon la liaison en 5 catégories :

- ✓ *Catégorie 1 : liaison entre les grands centres économiques et les industries lourdes*
- ✓ *Catégorie 2 : liaison entre centres de transformation et les pôles d'industrie légère.*
- ✓ *Catégorie 3 : liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de catégorie 1 et 2*
- ✓ *Catégorie 4 : liaison des centres ville non reliés au réseau de cat 1, 2 et 3.*
- ✓ *Catégorie 5 : routes de moindres importances, ou piste (wilaya ou certains pôles isolés).*

### **3) Classement des routes urbaines :**

Les routes urbaines sont classées selon leurs importances en :

- Routes dessertes : Profil minimum 2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 1,50 m et vitesse maximum autorisée 30 Km/h.
- Routes collectrices : Profil minimum 3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 3,00 m et vitesse maximum 40 Km/h.
- Artères urbaines : Profil minimum 2x2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50 m et vitesse maximum autorisée 50 Km/h.
- Routes urbaines rapides : Profil 2x3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50 m et vitesse maximum autorisée : 60 Km/h.

- Routes urbaines express : Profil minimum 2x3 voies séparées par terre-plein central, largeur de trottoir minimum 6,00 m et vitesse maximum autorisée : 80 Km/h.
- Autoroutes urbaines : Profil minimum 2x3 voies séparées par terre-plein central de 3,00m, largeur de trottoir minimum 6,00 m et vitesse maximum autorisée : 110 Km/h.

## II- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE ROUTE :

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 usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

### **-L'exigence de sécurité :**

Le déplacement d'un véhicule sur une route est, aujourd'hui, l'interaction de trois composantes :

- ✓ *L'homme, qui à partir de la perception qu'il a des informations qui lui proviennent de son environnement, analyse et décide.*
- ✓ *L'automobile, structure mécanique, en liaison avec la chaussée par des pneumatiques, met directement en œuvre les décisions prises par le chauffeur. Jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister le chauffeur, cette situation a évolué aujourd'hui.*
- ✓ *L'environnement qui fournit une très grande quantité d'informations au chauffeur, et qui interagit avec l'automobile.*

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la relation entre ces trois types de composants. L'interaction entre l'homme et le véhicule concerne essentiellement le domaine de l'ergonomie. Les interactions entre l'homme et

l'environnement et entre le véhicule et l'environnement concernent, pour ce qui nous intéresse, la conception de routes.

L'étude des contraintes dynamiques qui s'appliquent sur un véhicule, et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristiques du réseau routier.

De plus, pour que l'automobiliste puisse adapter son comportement, il est indispensable qu'il dispose à temps des informations nécessaires : cette contrainte est la visibilité.

### ***III-Terminologie routière :***

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics. Ils doivent être utilisés à bon escient, et il convient donc de les définir exactement.

Une route est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Elle est définie géométriquement par son tracé en plan, son profil en long et de son profil en travers type.

La surface de la route est définie au moyen d'une coupe perpendiculaire à la ligne médiane. Cette coupe est appelée profil en travers que l'on fait glisser le long d'une ligne directrice qui est appelée Axe de la route.

L'axe de la route est défini par sa projection horizontale appelée tracé en plan.

Le tracé en plan met en évidence les rayons des virages en plan « RH » est les longueurs d'alignements droits « AD ».

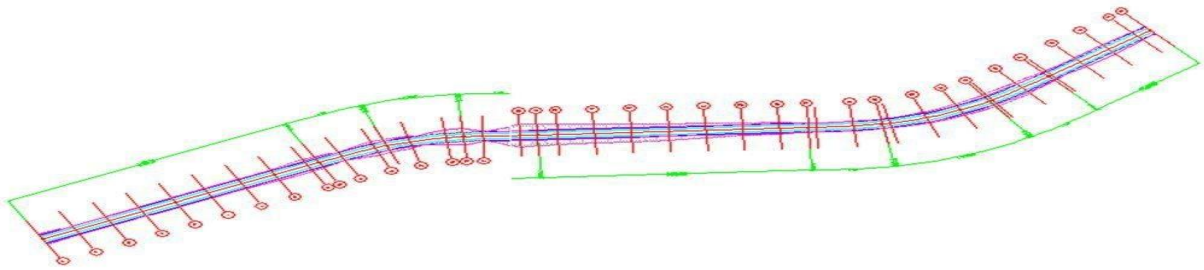
La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « Vr ».

Cette vitesse est celle qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée par les véhicules rapides dans la plupart des conditions d'adhérence. Donc elle définit les caractéristiques minimales d'aménagement de la section.

## IV-Tracé en plan :

Le tracé en plan est une succession des droites reliées par des 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 assuré par la couche de roulement.



6

Figure II.1- Tracé en plan

### ✓ Règles 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 suit, 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'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.

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.

✓ **Les variantes:**

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

✓ **Les différentes étapes:**

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

- ✓ *Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles*
- ✓ *L'environnement de la route*
  - *Dénivelée cumulée*
  - *Sinuosité*
- ✓ *Vitesse de référence Vr*
- ✓ *Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd*
- ✓ *Choix des rayons en plan*
- ✓ *Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires*
- ✓ *Déclivités « profil en long » et rayons verticaux*
- ✓ *Cubatures approchées*

**Environnement de la route :**

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

- ✓ La dénivelée cumulée moyenne

✓ La sinuosité

**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)

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

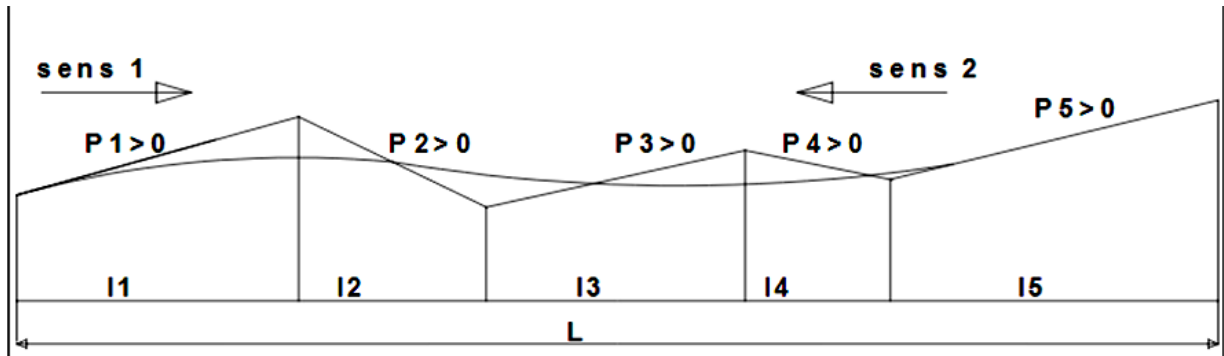


Figure II.2: La dénivelée cumulée moyenne H/L

**Sinuosité :**

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

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

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

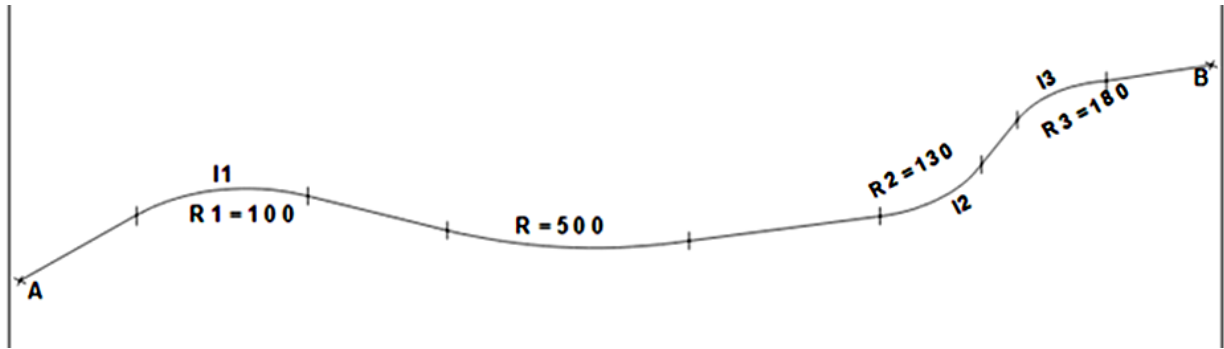


Figure II.3: Sinuosité Is / L

### **Vitesse de référence :**

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

- ✓ La catégorie
- ✓ L'environnement

### **Courbes en plan:**

#### **✓ Le rayon minimal absolu RHm:**

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

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

#### **Le rayon minimal 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.

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

### **Le rayon au 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 %)

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

### **Le rayon non déversé RHnd :**

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

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

### **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.

### **Calcul de l'axe :**

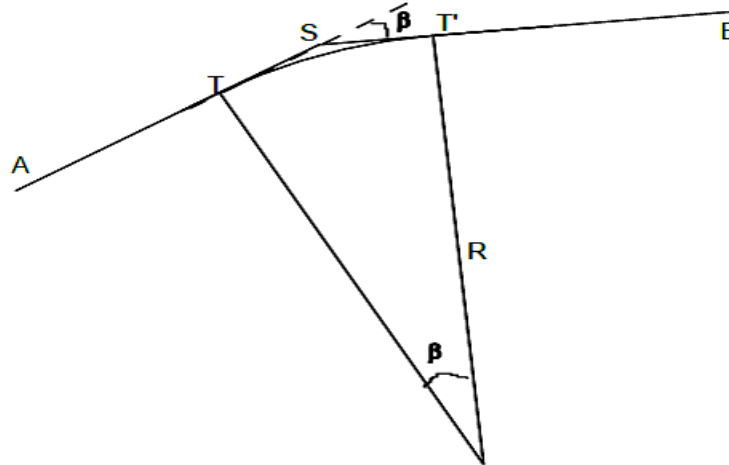
### **Détermination des coordonnées des sommets :**

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

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement ainsi que les distances horizontales.

## Calcul de gisements de distance et des angles au centre :

### a- Gisement :



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

**Exemple :** Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{S1S2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S2} - X_{S1}}{Y_{S2} - Y_{S1}}$$

Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

GIS = gis si ( $\Delta X > 0$  et  $Y > 0$ ) (avec gis  $> 0$ )

GIS =  $200 - \text{gis}$  si ( $\Delta X > 0$  et  $Y < 0$ ) (avec gis  $< 0$ )

GIS =  $200 + \text{gis}$  si ( $\Delta X < 0$  et  $Y < 0$ ) (avec gis  $> 0$ )

GIS =  $400 - \text{gis}$  si ( $\Delta X < 0$  et  $Y > 0$ ) (avec gis  $< 0$ ).

### b- Distance :

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$AS1 = \sqrt{(X_{S1} - X_A)^2 + (Y_{S1} - Y_A)^2}$$

**c- L'angle au centre :**

D'après le cas de figure, l'angle au centre  $\beta$  est donné par :  $\beta = \text{GSB} - \text{GAS}$

**Détermination des éléments des Raccordements :**

**Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :**

La tangente :

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

Bissectrice:

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

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:

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

**Pourcentage Alignement Droit :**

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il soit 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 %

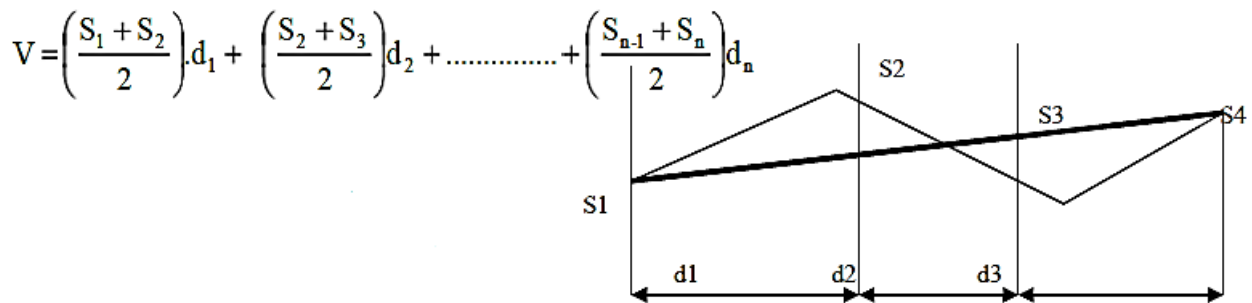
**Déclivités - Profil en long :**

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, raccordées 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.

**Calcul des Cubatures Approchées :**



**a - Méthode de calcul approximatif :**

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

**Application entre profils.**

**b- Méthode de calcul des surfaces**

**En remblai :**

A : largeur de la chaussée les 2 accotements

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

$$c = 3h / 2$$

h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel

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

D'où :  $S = (A + B)h/2$

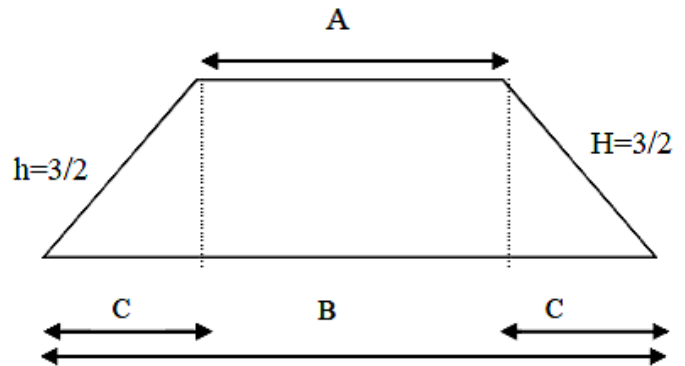


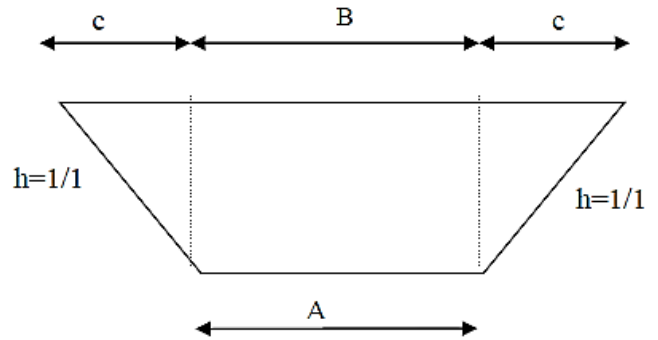
Figure II.4-Cubature approchée "cas de remblai"

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

**En Déblai :**

h : différence entre C.T.N et C.P.

A : largeur de la chaussée + 2 accotements



$$\mathbf{SD = Ah + h^2}$$

Figure  
II.5-Cubature approchée "cas de déblai"

---

*CHAPITRE III : ETUDE DE  
LA ROUTE EXISTANTE*

---

## L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

### I-INTRODUCTION

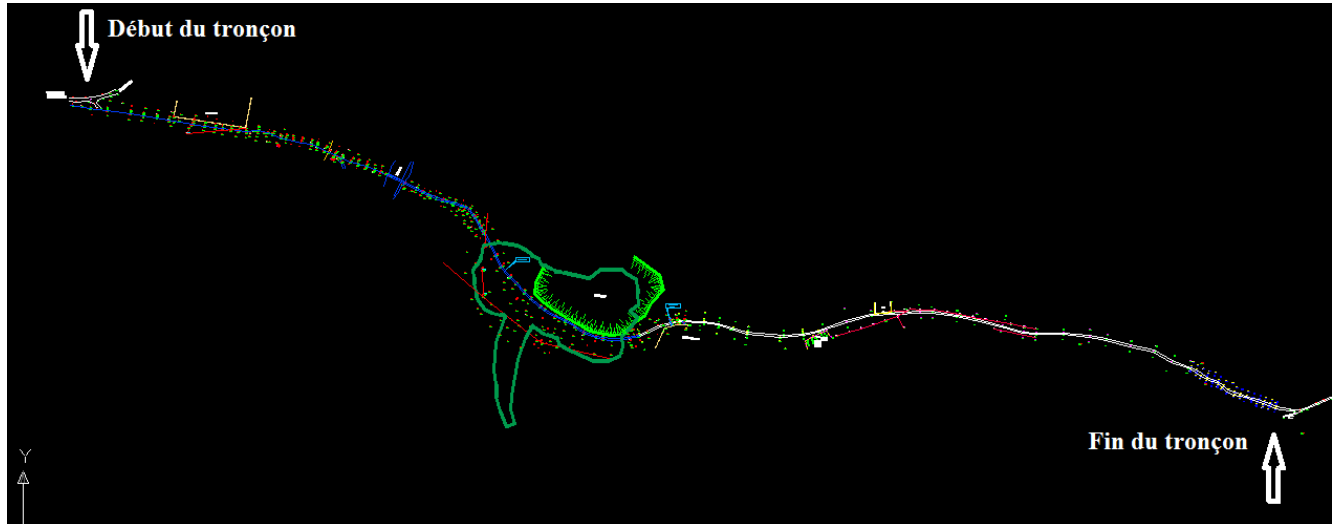


Figure III.1 : Route existante

L'étude de la route existante nous mènera sans doute à connaître les causes qui nous ont poussé à opter pour dédoublement de l'évitement de Maghnia. Et pour cela nous essayerons de faire ressortir tous les paramètres ne respectant pas les normes du B40.

Notre tronçon est d'une longueur plus de cinq kilomètres, se composée de 40 virages et doc largeur de la chaussée varie entre 5.80 et 6.50m .Ne répondant pas au trafic actuel

Notre étude est axée sur les différentes étapes suivantes :

#### Les différentes étapes :

- ❖ Tracé de l'axe de la route existante
- ❖ Détermination des coordonnées définissant cet axe
- ❖ Détermination des rayons des parties circulaires
- ❖ Calcul des éléments des raccordements circulaires
- ❖ Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- ❖ L'environnement de la route
  - Dénivelée cumulée

- Sinuosité
- ❖ Vitesse de référence Vr
- ❖ Calcul des rayons en plan RHm, RHN, RHd et RHnd
- ❖ Conclusion.

## II-Détermination des coordonnées des sommets :

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

Une fois les coordonnées relevées, on a calculé les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on a déterminé ensuite les angles au centre de chaque raccordement et enfin on a relevé à partir tu tracé en plan les rayons planimétriques des virages de cette route.

### Coordonnées des points de sommet de la route existante :

Sommets	X (m)	Y (m)
A	107081,6986	406519,7141
S1	107616,6279	406434,5452
S2	107683,4236	406439,8070
S3	107790,5412	406405,8747
S4	107913,8958	406379,4937
S5	108039,9911	406318,2878
S6	108158,1230	406282,3696
S7	108375,9947	406173,7163
S8	108527,4936	406127,0794
S9	108604,6587	405993,8287
S10	108632,7973	405942,4384
S11	108650,3488	405892,5344
S12	108813,9657	405724,7748
S13	108906,6208	405680,4221
S14	109093,8072	405567,0178
S15	109284,2647	405655,2446
S16	109362,6038	405678,2586
S17	109461,1277	405672,9440
S18	109519,5290	405664,0413
S19	109577,5924	405645,0179
S20	109633,2667	405629,3886
S21	109774,4419	405615,9761
S22	109857,8817	405622,9867
S23	109919,0400	405634,4343
S24	110029,8849	405675,4488

S25	110131,6459	405700,9926
S26	110363,4161	405714,1824
S27	110517,0073	405691,2329
S28	110653,2269	405656,3473
S29	110752,9505	405626,4697
S30	110895,9869	405626,5577
S31	111021,5147	405615,2965
S32	111163,2713	405578,1288
S33	111260,1008	405557,9749
S34	111331,3002	405516,0219
S35	111433,5569	405477,9227
S36	111479,1633	405441,7873
S37	111516,5253	405433,6321
S38	111556,9758	405392,6985
S39	111605,4094	405383,1457
S40	111745,7989	405333,0943
B	111803,0233	405323,0913

Tableau III.1 : coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

**III-Valeurs des gisements et des distances :**

Sommets	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	$\beta_i$ (gr)	Distances (m)
A	534,93	-85,17	110,0516	15,0562	541,667
S1	66,80	5,26	94,9954	24,5345	67,0026
S2	107,12	-33,93	119,5299	6,117	112,3637
S3	123,35	-26,38	113,4129	15,3556	126,144
S4	126,10	-61,21	128,7685	9,9774	140,1648
S5	118,13	-35,92	118,7911	10,6596	123,4718
S6	217,87	-108,65	129,4507	10,4393	243,4617
S7	151,50	-46,64	119,0114	47,5719	158,5147
S8	77,17	-133,25	166,5833	1,5247	153,9812
S9	28,14	-51,39	168,108	10,3619	58,5896
S10	17,55	-49,90	178,4699	27,6741	52,9005
S11	163,62	-167,76	150,7958	22,3738	234,3369
S12	92,66	-44,35	128,422	6,2547	102,7236
S13	187,19	-113,40	134,6767	62,2937	218,859
S14	190,46	88,23	72,383	9,4265	209,9
S15	78,34	23,01	81,8095	21,6213	81,6496
S16	98,52	-5,31	103,4308	6,1996	98,6672

S17	58,40	-8,90	109,6304	10,5257	59,0759
S18	58,06	-19,02	120,1561	2,7329	61,1004
S19	55,67	-15,63	117,4232	11,393	57,8265
S20	141,18	-13,41	106,0302	11,3665	141,8109
S21	83,44	7,01	94,6637	6,4436	83,7338
S22	61,16	11,45	88,2201	10,7816	62,2204
S23	110,84	41,01	77,4385	6,9047	118,1896
S24	101,76	25,54	84,3432	12,0378	104,918
S25	231,77	13,19	96,381	13,0615	232,1452
S26	153,59	-22,95	109,4425	6,5182	155,2963
S27	136,22	-34,89	115,9607	2,5709	140,6157
S28	99,72	-29,88	118,5316	18,5707	104,1032
S29	143,04	0,09	99,9609	5,735	143,0364
S30	125,53	-11,26	105,6959	10,6284	126,0319
S31	141,76	-37,17	116,3243	3,2603	146,5482
S32	96,83	-20,15	113,064	20,8337	98,9047
S33	71,20	-41,95	133,8977	11,1926	82,6402
S34	102,26	-38,10	122,7051	19,9515	109,1237
S35	45,61	-36,14	142,6566	28,9754	58,1868
S36	37,36	-8,16	113,6812	36,6967	38,2417
S37	40,45	-40,93	150,3779	37,9806	57,5482
S38	48,43	-9,55	112,3973	9,405	49,3667
S39	140,39	-50,05	121,8023	10,7853	149,0448
S40	57,22	-10,00	111,017		58,0921
B				Σ	5162,1992

Tableau III.2 : gisement, distance de la route existante

#### IV-Détermination des rayons en plan

Rayons en plan de la route existante (m)							
R1	250	R11	60	R21	100	R31	650
R2	40	R12	280	R22	100	R32	200
R3	350	R13	150	R23	100	R33	60
R4	150	R14	280	R24	300	R34	80
R5	400	R15	80	R25	80	R35	200

R6	700	R16	40	R26	400	R36	100
R7	260	R17	100	R27	1200	R37	30
R8	70	R18	100	R28	1000	R38	100
R9	1000	R19	100	R29	280	R39	200
R10	150	R20	100	R30	250	R40	80

**Calcul des tangentes et les développées de chaque raccordement:**

Rayons (m)	Tangentes STi (m)	Développée (m)
250	29,70	59,13
40	7,80	15,42
350	16,83	33,63
150	18,18	36,18
400	31,41	62,69
700	58,74	117,21
260	21,37	42,63
70	27,44	52,31
1000	11,98	23,95
150	12,23	24,41
60	13,25	26,08
280	49,72	98,41
150	7,37	14,74
280	149,08	273,98
80	5,93	11,85
40	6,86	13,59
100	4,87	9,74
100	8,29	16,53
100	2,15	4,29
100	8,97	17,90
100	8,95	17,85
100	5,07	10,12
100	8,49	16,94
300	16,28	32,54
80	7,59	15,13
400	41,18	82,07
1200	61,49	122,87
1000	20,19	40,38
280	41,13	81,68
250	11,27	22,52
650	54,39	108,52
200	5,12	10,24
60	9,91	19,64
80	7,05	14,07
200	31,60	62,68
100	23,16	45,51
30	8,89	17,29
100	30,75	59,66

200	14,80	29,55
80	6,79	13,55
$\Sigma$	906,27 m	1777,48 m

Tableau III.3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

## V- longueur de tracé :

La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$L_C = 1777,48 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits : LAD

$$L_{AD} = 3349,66 \text{ m}$$

La longueur totale de tracé :

$$L_t = 5127,14 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 65\%$$

Pourcentage des courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 35\%$$

## -Environnement de la route :

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

1. La dénivelée cumulée moyenne  $D_C$
2. La sinuosité  $\sigma$

### Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Z (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	604,94	
1	30,00	30,00	605,65	0,71
2	60,00	30,00	606,58	0,93
3	90,00	30,00	607,28	0,70
4	120,00	30,00	608,45	1,17
5	150,00	30,00	609,38	0,93
6	180,00	30,00	610,31	0,93
7	210,00	30,00	611,24	0,93
8	240,00	30,00	612,17	0,93

9	270,00	30,00	613,47	1,30
10	300,00	30,00	614,21	0,74
11	330,00	30,00	615,12	0,91
12	360,00	30,00	615,99	0,87
13	390,00	30,00	617,86	1,88
14	420,00	30,00	617,76	-0,11
15	450,00	30,00	618,94	1,19
16	480,00	30,00	619,74	0,80
17	510,00	30,00	620,55	0,81
18	540,00	30,00	621,59	1,04
19	570,00	30,00	621,08	-0,50
20	600,00	30,00	619,69	-1,39
21	630,00	30,00	620,26	0,57
22	660,00	30,00	624,25	3,99
23	690,00	30,00	625,76	1,50
24	720,00	30,00	626,52	0,77
25	750,00	30,00	627,89	1,36
26	780,00	30,00	628,79	0,90
27	810,00	30,00	629,72	0,93
28	840,00	30,00	630,27	0,55
29	870,00	30,00	631,80	1,53
30	900,00	30,00	633,54	1,74
31	930,00	30,00	635,79	2,25
32	960,00	30,00	636,13	0,34
33	990,00	30,00	636,25	0,12
34	1020,00	30,00	636,29	0,04
35	1050,00	30,00	634,73	-1,56
36	1080,00	30,00	635,90	1,17
37	1110,00	30,00	636,11	0,21
38	1140,00	30,00	636,85	0,74
39	1170,00	30,00	637,26	0,42
40	1200,00	30,00	637,73	0,47
41	1230,00	30,00	638,40	0,67
42	1260,00	30,00	638,77	0,37
43	1290,00	30,00	640,33	1,56
44	1320,00	30,00	641,25	0,92
45	1350,00	30,00	644,41	3,15
46	1380,00	30,00	644,98	0,57
47	1410,00	30,00	649,57	4,59
48	1440,00	30,00	651,44	1,87
49	1470,00	30,00	653,83	2,39
50	1500,00	30,00	655,99	2,16
51	1530,00	30,00	657,89	1,89
52	1560,00	30,00	660,32	2,43
53	1590,00	30,00	662,88	2,56
54	1620,00	30,00	662,92	0,04
55	1650,00	30,00	660,92	-2,00
56	1680,00	30,00	658,73	-2,18
57	1710,00	30,00	656,07	-2,66

58	1740,00	30,00	654,24	-1,83
59	1770,00	30,00	654,01	-0,23
60	1800,00	30,00	652,14	-1,87
61	1830,00	30,00	651,81	-0,33
62	1860,00	30,00	651,63	-0,18
63	1890,00	30,00	652,10	0,47
64	1920,00	30,00	651,77	-0,32
65	1950,00	30,00	651,00	-0,78
66	1980,00	30,00	652,63	1,63
67	2010,00	30,00	655,15	2,52
68	2040,00	30,00	657,76	2,61
69	2070,00	30,00	660,04	2,29
70	2100,00	30,00	662,88	2,83
71	2130,00	30,00	664,59	1,72
72	2160,00	30,00	664,85	0,25
73	2190,00	30,00	663,97	-0,87
74	2220,00	30,00	662,02	-1,95
75	2250,00	30,00	659,99	-2,04
76	2280,00	30,00	658,84	-1,15
77	2310,00	30,00	659,33	0,49
78	2340,00	30,00	660,43	1,10
79	2370,00	30,00	663,45	3,02
80	2400,00	30,00	663,32	-0,13
81	2430,00	30,00	662,68	-0,65
82	2460,00	30,00	662,83	0,16
83	2490,00	30,00	662,56	-0,27
84	2520,00	30,00	661,54	-1,02
85	2550,00	30,00	661,92	0,38
86	2580,00	30,00	661,80	-0,13
87	2610,00	30,00	660,35	-1,45
88	2640,00	30,00	660,18	-0,17
89	2670,00	30,00	661,00	0,82
90	2700,00	30,00	662,38	1,38
91	2730,00	30,00	663,20	0,81
92	2760,00	30,00	664,62	1,42
93	2790,00	30,00	665,76	1,14
94	2820,00	30,00	666,17	0,40
95	2850,00	30,00	667,21	1,04
96	2880,00	30,00	669,48	2,27
97	2910,00	30,00	673,69	4,21
98	2940,00	30,00	674,62	0,93
99	2970,00	30,00	675,66	1,04
100	3000,00	30,00	675,20	-0,46
101	3030,00	30,00	676,65	1,45
102	3060,00	30,00	679,01	2,36
103	3090,00	30,00	677,75	-1,25
104	3120,00	30,00	680,20	2,45
105	3150,00	30,00	680,83	0,63
106	3180,00	30,00	681,17	0,34

107	3210,00	30,00	680,61	-0,56
108	3240,00	30,00	679,55	-1,06
109	3270,00	30,00	679,13	-0,43
110	3300,00	30,00	678,81	-0,32
111	3330,00	30,00	678,36	-0,44
112	3360,00	30,00	677,86	-0,50
113	3390,00	30,00	676,87	-0,99
114	3420,00	30,00	677,01	0,14
115	3450,00	30,00	676,58	-0,42
116	3480,00	30,00	676,17	-0,41
117	3510,00	30,00	676,27	0,10
118	3540,00	30,00	676,23	-0,04
119	3570,00	30,00	676,46	0,23
120	3600,00	30,00	676,73	0,27
121	3630,00	30,00	676,96	0,23
122	3660,00	30,00	677,93	0,97
123	3690,00	30,00	679,16	1,23
124	3720,00	30,00	680,44	1,28
125	3750,00	30,00	681,95	1,52
126	3780,00	30,00	683,55	1,60
127	3810,00	30,00	684,81	1,26
128	3840,00	30,00	685,66	0,84
129	3870,00	30,00	688,99	3,34
130	3900,00	30,00	690,40	1,41
131	3930,00	30,00	691,47	1,07
132	3960,00	30,00	692,24	0,77
133	3990,00	30,00	692,71	0,47
134	4020,00	30,00	693,38	0,66
135	4050,00	30,00	693,79	0,41
136	4080,00	30,00	693,35	-0,44
137	4110,00	30,00	693,57	0,22
138	4140,00	30,00	693,80	0,22
139	4170,00	30,00	693,99	0,19
140	4200,00	30,00	694,07	0,08
141	4230,00	30,00	694,28	0,21
142	4260,00	30,00	693,84	-0,43
143	4290,00	30,00	694,57	0,73
144	4320,00	30,00	694,70	0,13
145	4350,00	30,00	694,79	0,09
146	4380,00	30,00	694,84	0,05
147	4410,00	30,00	694,42	-0,42
148	4440,00	30,00	695,30	0,88
149	4470,00	30,00	695,08	-0,22
150	4500,00	30,00	694,79	-0,29
151	4530,00	30,00	694,52	-0,28
152	4560,00	30,00	694,83	0,31
153	4590,00	30,00	695,39	0,56
154	4620,00	30,00	696,35	0,96
155	4650,00	30,00	698,16	1,81

156	4680,00	30,00	699,76	1,60
157	4710,00	30,00	699,15	-0,61
158	4740,00	30,00	698,07	-1,08
159	4770,00	30,00	698,81	0,75
160	4800,00	30,00	697,49	-1,33
161	4830,00	30,00	697,17	-0,31
162	4860,00	30,00	697,53	0,36
163	4890,00	30,00	696,36	-1,17
164	4920,00	30,00	696,52	0,16
165	4950,00	30,00	698,45	1,93
166	4980,00	30,00	698,73	0,28
167	5010,00	30,00	699,53	0,80
168	5040,00	30,00	698,93	-0,60
169	5070,00	30,00	699,27	0,34
170	5100,00	30,00	702,64	3,38
B	5127,14	27,14	701,54	-1,10
			Σ	96,60
			Dcumulée	1,88%

Tableau III.4 : Dénivelée cumulée "route existante »

$$D_c = 1.88 \%$$

$$1.5\% < D_c = 1.88\% < 4\%$$

Donc :Le terrain est : **Vallonné**

### Calcul de la sinuosité :

Longueur sinueuse Ls	291,51 m
Longueur totale Lt :	5127,14 m

Sinuosité : $\sigma$	0,06	sinuosité faible
----------------------	------	------------------

### Environnement

Terrain Vallonné	E2
Sinuosité Faible	

### Vitesse de référence :

CAT 2	Vr	80 km/h
Env E2		

## Dévers

Dévers	cat2
dmin	-2,5%
dmax	7,0%

## Rayon en plan normés

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

ft	0,130
F''	0,060

Rayon en plan	Calculés	Normes B40
RHm =	251,97 m	250 m
RHN =	437,45 m	450 m
RHd =	1007,87 m	1000 m
RHnd =	1439,82 m	1400 m

Tableau III.5 : récapitulatif des rayons en plan

## VI-Conclusion

On constate que la route existante, sur une longueur de plus de 5 kilomètres, se compose de quarante (40) virages est ceci reste énorme, en plus vingt-cinq (25) rayons sont inférieurs au RHm et 35 inférieurs à RHN ajoutant à cela la largeur de la chaussée qui varie en 5.80 et 6.50 m ce qui montre qu'elle ne supportera pas le trafic actuel.

Vu le nombre de virage ; les rayons hors nombre ; la largeur et le corps de chaussée qui sont dans l'impossibilité de supporter le trafic actuel, alors la solution qui est juger justifiée est le dédoublment de cette route tout en améliorant son tracé et en assurant confort et sécurité et en lui donnant à la chaussée et au corps de chaussée la capacité d'écouler le trafic actuel.

Dans la partie qui suit, nous étudierons trois variantes en Avant-projet sommaire afin d'opter ensuite et après comparaison pour celle qui présente le plus d'avantage.

---

*CHAPITRE IV : APS*

*ETUDE DES VARIANTES*

---

## Etude des variantes :

### I- Etude de la variante 01 :

La variante une est composée des alignements droits AS1, S1S2, S2S3, S3S4, S4S5, S5S6, S6S7, S7S8, S8S9, S9S10, S10Braccordés par des arcs de cercle de Rayon R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9 et R10.

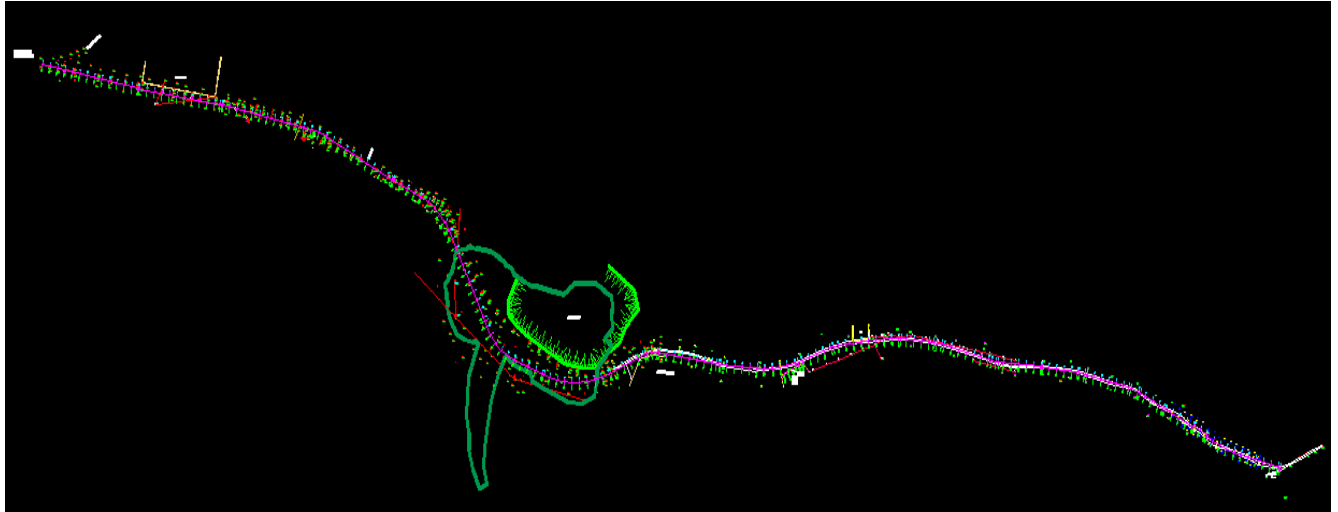


Figure IV.1-variante 01

### Calcul de l'axe :

#### Les coordonnées des sommets:

Sommets	X (m)	Y (m)
A	107044,0980	406529,1338
S1	107826,0004	406402,9086
S2	107984,4821	406368,4689
S3	108585,9668	406080,9803
S4	108844,3870	405480,1490
S5	109407,4428	405725,5940
S6	109739,4252	405610,5901
S7	110130,9491	405706,6852
S8	110915,2146	405625,7448
S9	111282,5265	405575,8832
S10	111575,7382	405391,7446
B	111785,0701	405333,5256

Tableau IV.1 : Coordonnées définissant l'axe de la variante 1

### Calcul de gisements et des angles au centre :

Les calculs de gisements, des angles au centre et des distances sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direction	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	781,9024	-126,2252	110,1893			792,0250
S1-S2	158,4817	-34,4397	113,6226	$\beta_1$	3,4333	162,1810
S2-S3	601,4847	-287,4886	128,3846	$\beta_2$	14,7620	666,6580
S3-S4	258,4202	-600,8313	174,1414	$\beta_3$	45,7568	654,0480
S4-S5	563,0558	245,4450	73,8298	$\beta_4$	100,3116	614,2270
S5-S6	331,9824	-115,0039	121,2299	$\beta_5$	47,4001	351,3380
S6-S7	391,5239	96,0951	84,6778	$\beta_6$	36,5521	403,1440
S7-S8	784,2655	-80,9404	106,5471	$\beta_7$	21,8693	788,4310
S8-S9	367,3119	-49,8616	108,5894	$\beta_8$	2,0423	370,6810
S9-S10	293,2117	-184,1386	135,6989	$\beta_9$	27,1095	346,2370
S10-B	209,3319	-58,2190	117,2691	$\beta_{10}$	18,4298	217,2770

Tableau IV.2: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"

### Environnement de la route :

#### Dénivelée cumulée moyenne:

N°	Distance (m)		Z (m)	$\Delta h_i$ (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	603,58	
1	30,00	30,00	604,74	1,16
2	60,00	30,00	604,64	-0,10
3	90,00	30,00	605,56	0,93
4	120,00	30,00	606,69	1,13
5	150,00	30,00	607,85	1,16
6	180,00	30,00	608,57	0,72
7	210,00	30,00	610,02	1,45
8	240,00	30,00	611,27	1,25
9	270,00	30,00	612,55	1,27
10	300,00	30,00	613,90	1,35
11	330,00	30,00	614,66	0,76
12	360,00	30,00	615,32	0,66
13	390,00	30,00	616,10	0,77
14	420,00	30,00	617,50	1,40
15	450,00	30,00	618,50	1,01

16	480,00	30,00	619,35	0,84
17	510,00	30,00	620,21	0,86
18	540,00	30,00	620,83	0,62
19	570,00	30,00	621,16	0,33
20	600,00	30,00	621,02	-0,14
21	630,00	30,00	618,96	-2,06
22	660,00	30,00	619,26	0,30
23	690,00	30,00	622,02	2,76
24	720,00	30,00	624,45	2,43
25	750,00	30,00	626,13	1,69
26	780,00	30,00	627,35	1,21
27	810,00	30,00	628,50	1,15
28	840,00	30,00	629,24	0,73
29	870,00	30,00	630,06	0,83
30	900,00	30,00	631,61	1,55
31	930,00	30,00	634,18	2,57
32	960,00	30,00	636,19	2,00
33	990,00	30,00	636,75	0,56
34	1020,00	30,00	636,64	-0,11
35	1050,00	30,00	637,93	1,29
36	1080,00	30,00	637,00	-0,93
37	1110,00	30,00	637,43	0,43
38	1140,00	30,00	637,20	-0,23
39	1170,00	30,00	637,21	0,00
40	1200,00	30,00	637,38	0,17
41	1230,00	30,00	638,12	0,74
42	1260,00	30,00	638,82	0,71
43	1290,00	30,00	640,73	1,91
44	1320,00	30,00	642,34	1,62
45	1350,00	30,00	643,62	1,28
46	1380,00	30,00	645,27	1,65
47	1410,00	30,00	646,84	1,57
48	1440,00	30,00	649,06	2,23
49	1470,00	30,00	650,42	1,36
50	1500,00	30,00	650,47	0,04
51	1530,00	30,00	651,92	1,46
52	1560,00	30,00	655,31	3,38
53	1590,00	30,00	658,10	2,79
54	1620,00	30,00	662,96	4,86
55	1650,00	30,00	662,64	-0,32
56	1680,00	30,00	660,17	-2,47

57	1710,00	30,00	657,87	-2,30
58	1740,00	30,00	655,28	-2,59
59	1770,00	30,00	653,56	-1,72
60	1800,00	30,00	652,19	-1,37
61	1830,00	30,00	652,02	-0,17
62	1860,00	30,00	652,61	0,59
63	1890,00	30,00	655,76	3,14
64	1920,00	30,00	657,76	2,00
65	1950,00	30,00	656,66	-1,10
66	1980,00	30,00	657,33	0,67
67	2010,00	30,00	656,37	-0,96
68	2040,00	30,00	659,89	3,51
69	2070,00	30,00	663,62	3,74
70	2100,00	30,00	667,28	3,66
71	2130,00	30,00	671,57	4,28
72	2160,00	30,00	673,60	2,04
73	2190,00	30,00	673,20	-0,41
74	2220,00	30,00	670,04	-3,16
75	2250,00	30,00	666,80	-3,24
76	2280,00	30,00	662,80	-4,00
77	2310,00	30,00	660,15	-2,65
78	2340,00	30,00	659,78	-0,37
79	2370,00	30,00	659,06	-0,72
80	2400,00	30,00	660,17	1,11
81	2430,00	30,00	661,98	1,82
82	2460,00	30,00	664,49	2,50
83	2490,00	30,00	663,57	-0,91
84	2520,00	30,00	660,92	-2,65
85	2550,00	30,00	659,31	-1,61
86	2580,00	30,00	657,86	-1,45
87	2610,00	30,00	657,59	-0,27
88	2640,00	30,00	657,41	-0,19
89	2670,00	30,00	660,33	2,92
90	2700,00	30,00	661,18	0,85
91	2730,00	30,00	662,30	1,12
92	2760,00	30,00	663,83	1,53
93	2790,00	30,00	665,66	1,82
94	2820,00	30,00	667,33	1,67
95	2850,00	30,00	669,03	1,71
96	2880,00	30,00	670,55	1,51
97	2910,00	30,00	671,38	0,83

98	2940,00	30,00	672,11	0,73
99	2970,00	30,00	672,19	0,08
100	3000,00	30,00	672,55	0,37
101	3030,00	30,00	673,62	1,07
102	3060,00	30,00	675,35	1,73
103	3090,00	30,00	677,30	1,95
104	3120,00	30,00	678,48	1,17
105	3150,00	30,00	680,41	1,93
106	3180,00	30,00	681,98	1,57
107	3210,00	30,00	682,37	0,39
108	3240,00	30,00	682,75	0,38
109	3270,00	30,00	682,20	-0,55
110	3300,00	30,00	681,08	-1,12
111	3330,00	30,00	679,85	-1,23
112	3360,00	30,00	678,81	-1,04
113	3390,00	30,00	678,15	-0,66
114	3420,00	30,00	677,49	-0,66
115	3450,00	30,00	676,56	-0,92
116	3480,00	30,00	676,45	-0,11
117	3510,00	30,00	676,11	-0,35
118	3540,00	30,00	675,89	-0,22
119	3570,00	30,00	675,82	-0,07
120	3600,00	30,00	675,32	-0,50
121	3630,00	30,00	675,08	-0,24
122	3660,00	30,00	675,29	0,21
123	3690,00	30,00	676,18	0,89
124	3720,00	30,00	677,47	1,29
125	3750,00	30,00	678,77	1,29
126	3780,00	30,00	680,09	1,33
127	3810,00	30,00	681,82	1,73
128	3840,00	30,00	683,61	1,78
129	3870,00	30,00	685,28	1,67
130	3900,00	30,00	685,91	0,63
131	3930,00	30,00	686,53	0,63
132	3960,00	30,00	687,72	1,19
133	3990,00	30,00	689,95	2,23
134	4020,00	30,00	691,47	1,52
135	4050,00	30,00	693,38	1,90
136	4080,00	30,00	694,65	1,27
137	4110,00	30,00	695,15	0,50
138	4140,00	30,00	695,26	0,11

139	4170,00	30,00	694,89	-0,37
140	4200,00	30,00	694,52	-0,37
141	4230,00	30,00	694,26	-0,26
142	4260,00	30,00	693,89	-0,36
143	4290,00	30,00	693,50	-0,39
144	4320,00	30,00	693,39	-0,11
145	4350,00	30,00	693,74	0,35
146	4380,00	30,00	693,85	0,11
147	4410,00	30,00	694,60	0,75
148	4440,00	30,00	695,69	1,09
149	4470,00	30,00	696,45	0,76
150	4500,00	30,00	696,95	0,50
151	4530,00	30,00	696,73	-0,22
152	4560,00	30,00	696,09	-0,65
153	4590,00	30,00	695,32	-0,77
154	4620,00	30,00	695,59	0,27
155	4650,00	30,00	695,84	0,25
156	4680,00	30,00	696,48	0,63
157	4710,00	30,00	697,91	1,44
158	4740,00	30,00	699,77	1,86
159	4770,00	30,00	701,02	1,25
160	4800,00	30,00	700,29	-0,73
161	4830,00	30,00	697,70	-2,59
162	4860,00	30,00	698,54	0,84
163	4890,00	30,00	697,88	-0,67
164	4920,00	30,00	695,85	-2,03
165	4950,00	30,00	694,29	-1,56
166	4980,00	30,00	696,24	1,95
167	5010,00	30,00	697,31	1,06
168	5040,00	30,00	697,47	0,16
169	5070,00	30,00	697,69	0,22
170	5100,00	30,00	698,12	0,43
171	5130,00	30,00	697,57	-0,54
172	5160,00	30,00	699,61	2,04
B	5167,91	7,91	700,15	0,54
			Σ	96,57
			<b>D cumulée</b>	<b>1,87%</b>

Tableau IV.3 dénivelée cumulée variante 01

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

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

Tableau IV.4: Type de topographie

$D_{\text{cumulé}} = 1.87\%$



Terrain vallonné

**Sinuosité :**

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

Tableau IV.5: Sinuosité

Pour le choix des rayons on optera pour des valeurs supérieures à 200 m

**Donc Sinuosité Faible**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents.

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

Tableau IV.6: Environnement de la route

**Environnement de la route :**

Nous avons un terrain Vallonné et une Sinuosité faible cela correspond à un Environnement E2

**Vitesse de référence :**

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

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

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

Tableau IV.7: Vitesse de référence

**Vitesse Vr = 80 km/h**

**Courbes en plan :**

Détermination des dévers dmax et dmin :

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

Tableau IV.8: Dévers

Détermination du coefficient transversal ft :

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	/

Tableau IV.9: Coefficient ft

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

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

Tableau IV.10: coefficient F''

**Tableau récapitulatif:**

Dévers	Cat2
dmin	-2,5%
dmax	7%
ft	0,130
F''	0,060

**Le rayon minimal absolu RHm:**

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

$$RHm = 251,97 \text{ m}$$

**Le rayon minimal normal RHN:**

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

$$RHN = 437,45 \text{ m}$$

**Le rayon au devers minimal RHd :**

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

$$RHd = 1007,87 \text{ m}$$

**Le rayon non déversé RHnd:**

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

$$RHnd = 1439,82 \text{ m}$$

Rayons en plan	Normés	Calculés
RHm	250 m	251,97 m
RHN	450 m	437,45 m
RHd	1000 m	1007,87 m
RHnd	1400 m	1439,82 m

Tableau IV.11: Rayons du tracé en plan

### Le choix des rayons en plan :

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 RHm.

Rayons choisis	
R1	650 m
R2	650 m
R3	500 m
R4	350 m
R5	450 m
R6	350 m
R7	500 m
R8	1000 m
R9	650 m
R10	650 m

Tableau IV.12 : Rayons choisis variante 01

### Détermination des éléments des Raccordements :

Tableau des résultats :

Rayon (m)	Tangente SiTi (m)	DéveloppéeTiMiT'i (m)	Bissectrice (m)
650	17,53	35,05	0,24
650	75,70	150,72	4,39
500	187,84	359,37	34,12
350	351,72	551,49	146,19
450	175,72	335,05	33,09

350	103,33	200,96	14,93
500	86,74	171,76	7,47
1000	16,04	32,08	0,13
650	140,53	276,79	15,02
650	94,75	188,17	6,87
$\Sigma$	1249,90 m	2301,44 m	

Tableau IV.13 : Eléments des raccordements circulaires "variante 1"

Alignement droit	2866,45 m
Courbe	2301,44 m
Longueur Totale	5167,89 m
Pourcentage Alignement Droit :	55%
Pourcentage Courbe :	45 %

**Déclivités - Profil en long :**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X, Y) en plan	Z TN (m)
			-0.000	603.581	107044.098, 406529.134	603.581
Rampe = 3.116 %	1470.172	1470.885				
			1470.172	649.387	108449.977, 406144.393	650.425
Arc de parabole	501.708	501.808				
Rayon = -20000.0000						
			1971.880	658.726	108736.867, 405745.689	658.163
Rampe = 0.607 %	189.177	189.180				
			2161.057	659.874	108878.995, 405624.343	673.608
Arc de parabole	689.664	689.786				
Rayon = 30000.0000						
			2850.721	671.989	109545.979, 405676.627	669.055
Rampe = 2.906 %	242.421	242.523				
			3093.142	679.034	109780.942, 405625.997	677.437
Arc de parabole	308.234	308.270				
Rayon = -6000.0000						
S haut = 3267.142						
Z haut = 681.567						
			3401.376	680.074	110081.492, 405693.247	677.888
Pente = -2.231 %	112.162	112.190				
			3513.538	677.571	110193.234, 405699.675	676.002
Arc de parabole	253.556	253.609				
Rayon = 4000.0000						
S bas = 3602.538						
Z bas = 676.576						
			3767.094	679.950	110445.500, 405674.222	679.504
Rampe = 4.108 %	206.688	206.863				
			3973.782	688.440	110651.097, 405653.003	688.397
Arc de parabole	370.070	370.185				
Rayon = -10000.0000						
			4343.852	696.794	111018.816, 405611.681	693.717

Rampe = 0.407 %	824.058	824.065				
			5167.910	700.148	111785.070, 405333.526	700.148
Longueur totale	5167.910					

Tableau IV.14 : Déclivités- profil en long Variante 01

**Calcul des Cubatures Approchées :**

N° Profil	Distance (m)			Z (m)		h	D/R	Surface Remblai (m²)	Surface Déblai (m²)	Volume Remblai (m³)	Volume Déblai (m³)
	Partielle	Mi dist	Dist d'app	Z Projet	Z TN						
A	0,00	0,00	15,00	603,58	603,58	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
1	30,00	15,00	30,00	604,52	604,74	-0,22	D	----	-4,36	0,00	-130,84
2	30,00	15,00	30,00	605,45	604,64	0,81	R	17,29	----	518,55	----
3	30,00	15,00	30,00	606,39	605,56	0,82	R	17,47	----	524,14	----
4	30,00	15,00	30,00	607,32	606,69	0,63	R	13,19	----	395,66	----
5	30,00	15,00	30,00	608,25	607,85	0,40	R	8,24	----	247,33	----
6	30,00	15,00	30,00	609,19	608,57	0,62	R	12,95	----	388,45	----
7	30,00	15,00	30,00	610,12	610,02	0,10	R	2,09	----	62,76	----
8	30,00	15,00	30,00	611,06	611,27	-0,21	D	----	-4,25	0,00	-127,44
9	30,00	15,00	30,00	611,99	612,55	-0,55	D	----	-10,77	0,00	-323,25
10	30,00	15,00	30,00	612,93	613,90	-0,97	D	----	-18,54	0,00	-556,16
11	30,00	15,00	30,00	613,86	614,66	-0,80	D	----	-15,31	0,00	-459,25
12	30,00	15,00	30,00	614,80	615,32	-0,53	D	----	-10,25	0,00	-307,36
13	30,00	15,00	30,00	615,73	616,10	-0,37	D	----	-7,18	0,00	-215,41
14	30,00	15,00	30,00	616,67	617,50	-0,83	D	----	-15,92	0,00	-477,55
15	30,00	15,00	30,00	617,60	618,50	-0,90	D	----	-17,22	0,00	-516,74
16	30,00	15,00	30,00	618,54	619,35	-0,81	D	----	-15,55	0,00	-466,48
17	30,00	15,00	30,00	619,47	620,21	-0,74	D	----	-14,24	0,00	-427,13
18	30,00	15,00	30,00	620,41	620,83	-0,43	D	----	-8,34	0,00	-250,21
19	30,00	15,00	30,00	621,34	621,16	0,18	R	3,64	----	109,09	----
20	30,00	15,00	30,00	622,28	621,02	1,25	R	27,43	----	822,81	----
21	30,00	15,00	30,00	623,21	618,96	4,25	R	112,02	----	3360,75	----
22	30,00	15,00	30,00	624,14	619,26	4,88	R	133,42	----	4002,56	----
23	30,00	15,00	30,00	625,08	622,02	3,06	R	75,22	----	2256,57	----
24	30,00	15,00	30,00	626,01	624,45	1,57	R	34,98	----	1049,44	----
25	30,00	15,00	30,00	626,95	626,13	0,81	R	17,28	----	518,28	----
26	30,00	15,00	30,00	627,88	627,35	0,54	R	11,13	----	333,94	----
27	30,00	15,00	30,00	628,82	628,50	0,32	R	6,45	----	193,59	----
28	30,00	15,00	30,00	629,75	629,24	0,52	R	10,75	----	322,36	----
29	30,00	15,00	30,00	630,69	630,06	0,63	R	13,09	----	392,84	----
30	30,00	15,00	30,00	631,62	631,61	0,01	R	0,17	----	4,98	----
31	30,00	15,00	30,00	632,56	634,18	-1,63	D	----	-29,89	0,00	-896,79

32	30,00	15,00	30,00	633,49	636,19	-2,69	D	----	-46,63	0,00	-1398,76
33	30,00	15,00	30,00	634,43	636,75	-2,32	D	----	-41,00	0,00	-1229,97
34	30,00	15,00	30,00	635,36	636,64	-1,27	D	----	-23,87	0,00	-716,13
35	30,00	15,00	30,00	636,30	637,93	-1,63	D	----	-30,02	0,00	-900,70
36	30,00	15,00	30,00	637,23	637,00	0,23	R	4,72	----	141,68	----
37	30,00	15,00	30,00	638,17	637,43	0,74	R	15,51	----	465,31	----
38	30,00	15,00	30,00	639,10	637,20	1,90	R	43,33	----	1299,83	----
39	30,00	15,00	30,00	640,03	637,21	2,83	R	68,53	----	2055,84	----
40	30,00	15,00	30,00	640,97	637,38	3,59	R	91,13	----	2733,78	----
41	30,00	15,00	30,00	641,90	638,12	3,79	R	97,28	----	2918,50	----
42	30,00	15,00	30,00	642,84	638,82	4,02	R	104,53	----	3136,04	----
43	30,00	15,00	30,00	643,77	640,73	3,05	R	74,81	----	2244,33	----
44	30,00	15,00	30,00	644,71	642,34	2,36	R	55,64	----	1669,15	----
45	30,00	15,00	30,00	645,64	643,62	2,02	R	46,57	----	1397,10	----
46	30,00	15,00	30,00	646,58	645,27	1,31	R	28,80	----	863,87	----
47	30,00	15,00	30,00	647,51	646,84	0,68	R	14,18	----	425,50	----
48	30,00	15,00	30,00	648,45	649,06	-0,62	D	----	-11,97	0,00	-359,17
49	30,00	15,00	30,00	649,38	650,42	-1,04	D	----	-19,76	0,00	-592,95
50	30,00	15,00	30,00	650,29	650,47	-0,18	D	----	-3,47	0,00	-104,08
51	30,00	15,00	30,00	651,16	651,92	-0,76	D	----	-14,67	0,00	-440,22
52	30,00	15,00	30,00	651,98	655,31	-3,32	D	----	-55,44	0,00	-1663,17
53	30,00	15,00	30,00	652,76	658,10	-5,34	D	----	-78,26	0,00	-2347,83
54	30,00	15,00	30,00	653,49	662,96	-9,46	D	----	-99,71	0,00	-2991,37
55	30,00	15,00	30,00	654,18	662,64	-8,46	D	----	-97,63	0,00	-2928,82
56	30,00	15,00	30,00	654,82	660,17	-5,35	D	----	-78,36	0,00	-2350,77
57	30,00	15,00	30,00	655,42	657,87	-2,45	D	----	-42,94	0,00	-1288,16
58	30,00	15,00	30,00	655,97	655,28	0,70	R	14,62	----	438,74	----
59	30,00	15,00	30,00	656,48	653,56	2,92	R	71,16	----	2134,65	----
60	30,00	15,00	30,00	656,94	652,19	4,75	R	128,83	----	3865,00	----
61	30,00	15,00	30,00	657,36	652,02	5,34	R	149,52	----	4485,69	----
62	30,00	15,00	30,00	657,73	652,61	5,12	R	141,71	----	4251,33	----
63	30,00	15,00	30,00	658,06	655,76	2,30	R	54,01	----	1620,39	----
64	30,00	15,00	30,00	658,34	657,76	0,58	R	12,13	----	363,79	----
65	30,00	15,00	30,00	658,58	656,66	1,92	R	43,88	----	1316,50	----
66	30,00	15,00	30,00	658,78	657,33	1,45	R	32,03	----	961,03	----
67	30,00	15,00	30,00	658,96	656,37	2,59	R	61,76	----	1852,87	----
68	30,00	15,00	30,00	659,14	659,89	-0,75	D	----	-14,36	0,00	-430,85
69	30,00	15,00	30,00	659,32	663,62	-4,30	D	----	-67,53	0,00	-2025,98
70	30,00	15,00	30,00	659,50	667,28	-7,78	D	----	-95,07	0,00	-2851,96
71	30,00	15,00	30,00	659,69	671,57	-11,88	D	----	-96,46	0,00	-2893,81

72	30,00	15,00	30,00	659,87	673,60	-13,74	D	----	-86,04	0,00	-2581,27
73	30,00	15,00	30,00	660,06	673,20	-13,13	D	----	-90,18	0,00	-2705,51
74	30,00	15,00	30,00	660,29	670,04	-9,75	D	----	-99,94	0,00	-2998,13
75	30,00	15,00	30,00	660,55	666,80	-6,26	D	----	-85,99	0,00	-2579,61
76	30,00	15,00	30,00	660,83	662,80	-1,97	D	----	-35,52	0,00	-1065,52
77	30,00	15,00	30,00	661,15	660,15	1,00	R	21,41	----	642,24	----
78	30,00	15,00	30,00	661,49	659,78	1,72	R	38,73	----	1161,81	----
79	30,00	15,00	30,00	661,87	659,06	2,81	R	68,17	----	2045,08	----
80	30,00	15,00	30,00	662,28	660,17	2,11	R	48,91	----	1467,37	----
81	30,00	15,00	30,00	662,71	661,98	0,73	R	15,45	----	463,45	----
82	30,00	15,00	30,00	663,18	664,49	-1,31	D	----	-24,42	0,00	-732,64
83	30,00	15,00	30,00	663,68	663,57	0,10	R	2,09	----	62,64	----
84	30,00	15,00	30,00	664,20	660,92	3,28	R	81,70	----	2450,87	----
85	30,00	15,00	30,00	664,76	659,31	5,45	R	153,50	----	4604,87	----
86	30,00	15,00	30,00	665,34	657,86	7,48	R	233,57	----	7007,17	----
87	30,00	15,00	30,00	665,96	657,59	8,37	R	272,26	----	8167,93	----
88	30,00	15,00	30,00	666,61	657,41	9,20	R	310,81	----	9324,37	----
89	30,00	15,00	30,00	667,28	660,33	6,95	R	211,39	----	6341,77	----
90	30,00	15,00	30,00	667,99	661,18	6,80	R	205,54	----	6166,25	----
91	30,00	15,00	30,00	668,72	662,30	6,42	R	190,37	----	5710,98	----
92	30,00	15,00	30,00	669,49	663,83	5,66	R	161,17	----	4835,05	----
93	30,00	15,00	30,00	670,29	665,66	4,63	R	124,75	----	3742,56	----
94	30,00	15,00	30,00	671,11	667,33	3,78	R	97,11	----	2913,42	----
95	30,00	15,00	30,00	671,97	669,03	2,93	R	71,58	----	2147,43	----
96	30,00	15,00	30,00	672,84	670,55	2,29	R	53,70	----	1610,87	----
97	30,00	15,00	30,00	673,71	671,38	2,33	R	54,86	----	1645,70	----
98	30,00	15,00	30,00	674,58	672,11	2,47	R	58,65	----	1759,50	----
99	30,00	15,00	30,00	675,46	672,19	3,27	R	81,36	----	2440,86	----
100	30,00	15,00	30,00	676,33	672,55	3,77	R	96,79	----	2903,84	----
101	30,00	15,00	30,00	677,20	673,62	3,58	R	90,78	----	2723,35	----
102	30,00	15,00	30,00	678,07	675,35	2,72	R	65,38	----	1961,47	----
103	30,00	15,00	30,00	678,94	677,30	1,64	R	36,80	----	1103,99	----
104	30,00	15,00	30,00	679,75	678,48	1,28	R	27,99	----	839,58	----
105	30,00	15,00	30,00	680,42	680,41	0,01	R	0,23	----	6,85	----
106	30,00	15,00	30,00	680,93	681,98	-1,05	D	----	-19,90	0,00	-596,98
107	30,00	15,00	30,00	681,29	682,37	-1,08	D	----	-20,42	0,00	-612,74
108	30,00	15,00	30,00	681,50	682,75	-1,25	D	----	-23,37	0,00	-701,18
109	30,00	15,00	30,00	681,57	682,20	-0,64	D	----	-12,33	0,00	-369,86
110	30,00	15,00	30,00	681,48	681,08	0,40	R	8,14	----	244,15	----
111	30,00	15,00	30,00	681,24	679,85	1,39	R	30,71	----	921,31	----
112	30,00	15,00	30,00	680,85	678,81	2,05	R	47,19	----	1415,74	----

113	30,00	15,00	30,00	680,32	678,15	2,17	R	50,51	----	1515,41	----
114	30,00	15,00	30,00	679,66	677,49	2,17	R	50,52	----	1515,57	----
115	30,00	15,00	30,00	678,99	676,56	2,42	R	57,29	----	1718,81	----
116	30,00	15,00	30,00	678,32	676,45	1,87	R	42,57	----	1276,98	----
117	30,00	15,00	30,00	677,65	676,11	1,54	R	34,47	----	1034,12	----
118	30,00	15,00	30,00	677,07	675,89	1,18	R	25,71	----	771,15	----
119	30,00	15,00	30,00	676,71	675,82	0,89	R	18,98	----	569,51	----
120	30,00	15,00	30,00	676,58	675,32	1,26	R	27,50	----	825,09	----
121	30,00	15,00	30,00	676,67	675,08	1,58	R	35,43	----	1063,01	----
122	30,00	15,00	30,00	676,98	675,29	1,69	R	38,14	----	1144,10	----
123	30,00	15,00	30,00	677,53	676,18	1,35	R	29,69	----	890,57	----
124	30,00	15,00	30,00	678,29	677,47	0,82	R	17,42	----	522,66	----
125	30,00	15,00	30,00	679,28	678,77	0,52	R	10,76	----	322,94	----
126	30,00	15,00	30,00	680,48	680,09	0,39	R	7,95	----	238,56	----
127	30,00	15,00	30,00	681,71	681,82	-0,11	D	----	-2,21	0,00	-66,35
128	30,00	15,00	30,00	682,95	683,61	-0,66	D	----	-12,82	0,00	-384,61
129	30,00	15,00	30,00	684,18	685,28	-1,10	D	----	-20,84	0,00	-625,14
130	30,00	15,00	30,00	685,41	685,91	-0,50	D	----	-9,69	0,00	-290,62
131	30,00	15,00	30,00	686,64	686,53	0,11	R	2,20	----	66,12	----
132	30,00	15,00	30,00	687,87	687,72	0,15	R	3,08	----	92,42	----
133	30,00	15,00	30,00	689,09	689,95	-0,86	D	----	-16,42	0,00	-492,61
134	30,00	15,00	30,00	690,23	691,47	-1,24	D	----	-23,30	0,00	-699,03
135	30,00	15,00	30,00	691,28	693,38	-2,10	D	----	-37,55	0,00	-1126,56
136	30,00	15,00	30,00	692,24	694,65	-2,41	D	----	-42,33	0,00	-1269,98
137	30,00	15,00	30,00	693,11	695,15	-2,04	D	----	-36,59	0,00	-1097,81
138	30,00	15,00	30,00	693,89	695,26	-1,37	D	----	-25,50	0,00	-764,86
139	30,00	15,00	30,00	694,58	694,89	-0,31	D	----	-6,15	0,00	-184,40
140	30,00	15,00	30,00	695,17	694,52	0,65	R	13,73	----	411,78	----
141	30,00	15,00	30,00	695,68	694,26	1,43	R	31,59	----	947,83	----
142	30,00	15,00	30,00	696,10	693,89	2,21	R	51,50	----	1545,07	----
143	30,00	15,00	30,00	696,43	693,50	2,93	R	71,53	----	2146,05	----
144	30,00	15,00	30,00	696,67	693,39	3,28	R	81,66	----	2449,71	----
145	30,00	15,00	30,00	696,82	693,74	3,08	R	75,82	----	2274,54	----
146	30,00	15,00	30,00	696,94	693,85	3,09	R	76,18	----	2285,51	----
147	30,00	15,00	30,00	697,06	694,60	2,46	R	58,31	----	1749,23	----
148	30,00	15,00	30,00	697,19	695,69	1,50	R	33,29	----	998,82	----
149	30,00	15,00	30,00	697,31	696,45	0,85	R	18,17	----	545,22	----
150	30,00	15,00	30,00	697,43	696,95	0,48	R	9,93	----	297,79	----
151	30,00	15,00	30,00	697,55	696,73	0,82	R	17,35	----	520,37	----
152	30,00	15,00	30,00	697,67	696,09	1,59	R	35,47	----	1064,12	----
153	30,00	15,00	30,00	697,80	695,32	2,48	R	58,69	----	1760,82	----

154	30,00	15,00	30,00	697,92	695,59	2,33	R	54,70	----	1641,09	----
155	30,00	15,00	30,00	698,04	695,84	2,20	R	51,19	----	1535,57	----
156	30,00	15,00	30,00	698,16	696,48	1,69	R	37,98	----	1139,44	----
157	30,00	15,00	30,00	698,28	697,91	0,37	R	7,66	----	229,87	----
158	30,00	15,00	30,00	698,41	699,77	-1,36	D	----	-25,44	0,00	-763,05
159	30,00	15,00	30,00	698,53	701,02	-2,49	D	----	-43,65	0,00	-1309,44
160	30,00	15,00	30,00	698,65	700,29	-1,64	D	----	-30,14	0,00	-904,06
161	30,00	15,00	30,00	698,77	697,70	1,07	R	23,08	----	692,48	----
162	30,00	15,00	30,00	698,89	698,54	0,35	R	7,19	----	215,64	----
163	30,00	15,00	30,00	699,02	697,88	1,14	R	24,76	----	742,69	----
164	30,00	15,00	30,00	699,14	695,85	3,29	R	82,07	----	2462,25	----
165	30,00	15,00	30,00	699,26	694,29	4,97	R	136,49	----	4094,69	----
166	30,00	15,00	30,00	699,38	696,24	3,14	R	77,57	----	2326,98	----
167	30,00	15,00	30,00	699,51	697,31	2,20	R	51,19	----	1535,81	----
168	30,00	15,00	30,00	699,63	697,47	2,16	R	50,22	----	1506,75	----
169	30,00	15,00	30,00	699,75	697,69	2,06	R	47,65	----	1429,63	----
170	30,00	15,00	30,00	699,87	698,12	1,76	R	39,76	----	1192,66	----
171	30,00	15,00	30,00	699,99	697,57	2,42	R	57,24	----	1717,17	----
172	30,00	15,00	18,96	700,12	699,61	0,51	R	10,53	----	199,68	----
B	7,91	3,96	3,96	700,15	700,15	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
										200203,79	-57591,29
										142612,49 m <sup>3</sup>	

*Tableau IV.15 : cubatures approchés variante 01*

## II-Etude de la variante 02 :

La variante 02 est composée des alignements droits AS1, S1S2, S2S3, S3S4, S4S5, S5S6, S6S7, S7S8, S8S9, S9S10, S10S11, S11B raccordés par des arcs de cercle de Rayon R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10 et R11.

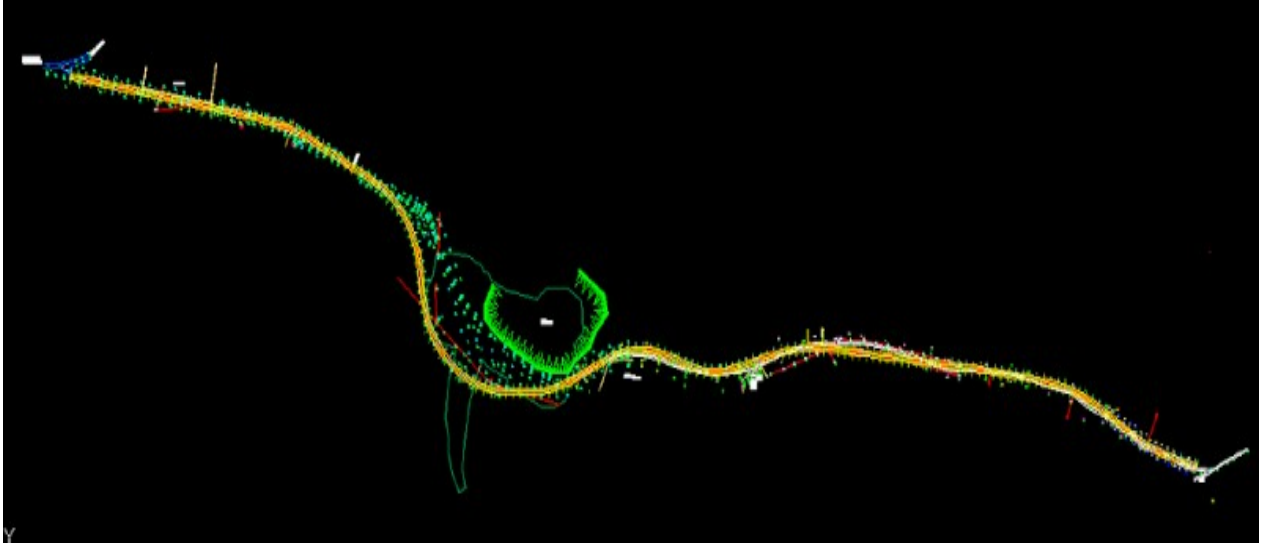


Figure IV.2 : variante 02

### Calcul de l'axe :

#### Les coordonnées des sommets:

Sommets	X (m)	Y (m)
A	107044,0980	406529,1338
S1	107826,0004	406402,9086
S2	107984,4821	406368,4689
S3	108491,6509	406126,0600
S4	108563,8915	405568,0609
S5	109068,8440	405561,6521
S6	109428,3041	405718,3673
S7	109739,4252	405610,5901
S8	110130,9491	405706,6852
S9	110915,2146	405625,7448
S10	111282,5265	405575,8832
S11	111575,7382	405391,7446
B	111785,0701	405333,5256

Tableau IV.16 : Coordonnées définissant l'axe de la variante 2

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direction	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	781,9024	-126,2252	110,1893			792,0250
S1-S2	158,4817	-34,4397	113,6226	$\beta_1$	3,4333	162,1810
S2-S3	507,1688	-242,4089	128,3846	$\beta_2$	14,7620	562,1230
S3-S4	72,2406	-557,9991	191,8037	$\beta_3$	63,4191	562,6560
S4-S5	504,9525	-6,4088	100,8079	$\beta_4$	90,9958	504,9930
S5-S6	359,4601	156,7152	73,8267	$\beta_5$	26,9812	392,1370
S6-S7	311,1211	-107,7772	121,2299	$\beta_6$	47,4032	329,2600
S7-S8	391,5239	96,0951	84,6778	$\beta_7$	36,5521	403,1440
S8-S9	784,2655	-80,9404	106,5471	$\beta_8$	21,8693	788,4310
S9-S10	367,3119	-49,8616	108,5894	$\beta_9$	2,0423	370,6810
S10-S11	293,2117	-184,1386	135,6989	$\beta_{10}$	27,1095	346,2370
S11-B	209,3319	-58,2190	117,2691	$\beta_{11}$	18,4298	217,2770

Tableau IV.17: Valeurs des gisements, distance et angles au centre "Variante 2"

### Environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

### Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Z TN (m)	Dni
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	603,58	/
1	30,00	30,00	604,74	1,16
2	60,00	30,00	604,64	-0,10
3	90,00	30,00	605,56	0,93
4	120,00	30,00	606,69	1,13
5	150,00	30,00	607,85	1,16
6	180,00	30,00	608,57	0,72
7	210,00	30,00	610,02	1,45
8	240,00	30,00	611,27	1,25
9	270,00	30,00	612,55	1,27
10	300,00	30,00	613,90	1,35
11	330,00	30,00	614,66	0,76

12	360,00	30,00	615,32	0,66
13	390,00	30,00	616,10	0,77
14	420,00	30,00	617,50	1,40
15	450,00	30,00	618,50	1,01
16	480,00	30,00	619,35	0,84
17	510,00	30,00	620,21	0,86
18	540,00	30,00	620,83	0,62
19	570,00	30,00	621,16	0,33
20	600,00	30,00	621,02	-0,14
21	630,00	30,00	618,96	-2,06
22	660,00	30,00	619,26	0,30
23	690,00	30,00	622,02	2,76
24	720,00	30,00	624,45	2,43
25	750,00	30,00	626,13	1,69
26	780,00	30,00	627,35	1,21
27	810,00	30,00	628,50	1,15
28	840,00	30,00	629,24	0,73
29	870,00	30,00	630,06	0,83
30	900,00	30,00	631,62	1,56
31	930,00	30,00	634,18	2,56
32	960,00	30,00	636,20	2,02
33	990,00	30,00	636,75	0,55
34	1020,00	30,00	636,64	-0,12
35	1050,00	30,00	637,93	1,29
36	1080,00	30,00	637,00	-0,93
37	1110,00	30,00	637,43	0,43
38	1140,00	30,00	637,20	-0,23
39	1170,00	30,00	637,21	0,01
40	1200,00	30,00	637,38	0,17
41	1230,00	30,00	638,11	0,74
42	1260,00	30,00	638,82	0,71
43	1290,00	30,00	640,72	1,90
44	1320,00	30,00	642,34	1,62
45	1350,00	30,00	643,47	1,13
46	1380,00	30,00	644,86	1,39
47	1410,00	30,00	646,44	1,58
48	1440,00	30,00	645,91	-0,53
49	1470,00	30,00	646,28	0,37
50	1500,00	30,00	649,02	2,75

51	1530,00	30,00	652,05	3,03
52	1560,00	30,00	654,96	2,91
53	1590,00	30,00	658,38	3,41
54	1620,00	30,00	662,58	4,20
55	1650,00	30,00	666,57	4,00
56	1680,00	30,00	668,62	2,05
57	1710,00	30,00	670,20	1,58
58	1740,00	30,00	671,28	1,08
59	1770,00	30,00	672,20	0,92
60	1800,00	30,00	673,04	0,84
61	1830,00	30,00	673,86	0,82
62	1860,00	30,00	673,88	0,02
63	1890,00	30,00	672,94	-0,94
64	1920,00	30,00	671,23	-1,72
65	1950,00	30,00	669,93	-1,30
66	1980,00	30,00	667,89	-2,04
67	2010,00	30,00	663,74	-4,15
68	2040,00	30,00	661,47	-2,26
69	2070,00	30,00	662,17	0,70
70	2100,00	30,00	665,23	3,06
71	2130,00	30,00	668,84	3,61
72	2160,00	30,00	671,22	2,39
73	2190,00	30,00	671,57	0,35
74	2220,00	30,00	670,13	-1,44
75	2250,00	30,00	670,43	0,30
76	2280,00	30,00	670,50	0,07
77	2310,00	30,00	669,08	-1,42
78	2340,00	30,00	665,40	-3,69
79	2370,00	30,00	663,61	-1,79
80	2400,00	30,00	663,24	-0,37
81	2430,00	30,00	661,39	-1,85
82	2460,00	30,00	659,35	-2,03
83	2490,00	30,00	659,28	-0,08
84	2520,00	30,00	661,52	2,24
85	2550,00	30,00	663,06	1,55
86	2580,00	30,00	662,89	-0,18
87	2610,00	30,00	661,37	-1,51
88	2640,00	30,00	659,83	-1,54
89	2670,00	30,00	658,43	-1,40

90	2700,00	30,00	657,93	-0,50
91	2730,00	30,00	657,74	-0,19
92	2760,00	30,00	659,88	2,14
93	2790,00	30,00	660,82	0,94
94	2820,00	30,00	662,02	1,20
95	2850,00	30,00	663,73	1,71
96	2880,00	30,00	665,61	1,87
97	2910,00	30,00	667,34	1,73
98	2940,00	30,00	668,92	1,58
99	2970,00	30,00	670,31	1,39
100	3000,00	30,00	671,28	0,96
101	3030,00	30,00	671,92	0,64
102	3060,00	30,00	672,20	0,28
103	3090,00	30,00	672,44	0,24
104	3120,00	30,00	673,37	0,94
105	3150,00	30,00	674,99	1,62
106	3180,00	30,00	677,23	2,24
107	3210,00	30,00	678,21	0,97
108	3240,00	30,00	680,00	1,79
109	3270,00	30,00	681,88	1,88
110	3300,00	30,00	682,30	0,42
111	3330,00	30,00	682,68	0,38
112	3360,00	30,00	682,41	-0,27
113	3390,00	30,00	681,29	-1,12
114	3420,00	30,00	680,09	-1,20
115	3450,00	30,00	678,93	-1,16
116	3480,00	30,00	678,24	-0,69
117	3510,00	30,00	677,51	-0,73
118	3540,00	30,00	676,53	-0,98
119	3570,00	30,00	676,30	-0,22
120	3600,00	30,00	676,20	-0,10
121	3630,00	30,00	675,85	-0,35
122	3660,00	30,00	675,92	0,06
123	3690,00	30,00	675,36	-0,56
124	3720,00	30,00	675,12	-0,24
125	3750,00	30,00	675,18	0,06
126	3780,00	30,00	675,97	0,78
127	3810,00	30,00	677,26	1,29
128	3840,00	30,00	678,55	1,29

129	3870,00	30,00	679,85	1,29
130	3900,00	30,00	681,54	1,69
131	3930,00	30,00	683,29	1,75
132	3960,00	30,00	685,16	1,86
133	3990,00	30,00	685,80	0,65
134	4020,00	30,00	686,43	0,63
135	4050,00	30,00	687,47	1,04
136	4080,00	30,00	689,48	2,00
137	4110,00	30,00	691,24	1,76
138	4140,00	30,00	692,96	1,72
139	4170,00	30,00	694,60	1,64
140	4200,00	30,00	694,98	0,38
141	4230,00	30,00	695,32	0,33
142	4260,00	30,00	694,95	-0,37
143	4290,00	30,00	694,58	-0,37
144	4320,00	30,00	694,31	-0,27
145	4350,00	30,00	693,96	-0,35
146	4380,00	30,00	693,56	-0,39
147	4410,00	30,00	693,32	-0,25
148	4440,00	30,00	693,72	0,41
149	4470,00	30,00	693,83	0,11
150	4500,00	30,00	694,42	0,59
151	4530,00	30,00	695,53	1,11
152	4560,00	30,00	696,33	0,80
153	4590,00	30,00	696,97	0,64
154	4620,00	30,00	696,79	-0,18
155	4650,00	30,00	696,20	-0,58
156	4680,00	30,00	695,46	-0,75
157	4710,00	30,00	695,54	0,08
158	4740,00	30,00	695,81	0,27
159	4770,00	30,00	696,24	0,43
160	4800,00	30,00	697,68	1,44
161	4830,00	30,00	699,46	1,78
162	4860,00	30,00	700,92	1,46
163	4890,00	30,00	700,52	-0,40
164	4920,00	30,00	697,55	-2,97
165	4950,00	30,00	698,58	1,04
166	4980,00	30,00	698,12	-0,47
167	5010,00	30,00	696,34	-1,78

168	5040,00	30,00	694,38	-1,96
169	5070,00	30,00	695,87	1,49
170	5100,00	30,00	697,27	1,40
171	5130,00	30,00	697,46	0,19
172	5160,00	30,00	697,61	0,15
173	5190,00	30,00	698,00	0,39
174	5220,00	30,00	697,62	-0,38
175	5250,00	30,00	699,27	1,65
B	5262,86	12,86	700,15	0,88
			Σ	96,57
			D cumulée	1,83%

Tableau IV.18 : Dénivelée cumulée Variante 2

$D_c = 1.83$

⇒

Terrain vallonné

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

Conclusion : Terrain est: **vallonné**

### Sinuosité :

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

La sinuosité est **faible**

### L'environnement :

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

**Conclusion** : Le terrain est plat et la sinuosité est faible, l'environnement de notre variante est **E2**

### Vitesse de référence :

Vitesse  $V_r = 80$  km/h

**Courbes en plan :**

**Rayon Minimal Absolu :**

**RHm = 251.97 m**

**Rayon Minimal Normal :**

**RHN = 437.45 m**

**Rayon Minimal Déversé :**

**RHd = 1007.87 m**

**Rayon Non Déversé :**

**RHnd = 1439.82 m**

**Le choix des rayons**

Les rayons choisis sont :

Virages	Rayon en plan (m)
1	600
2	600
3	350
4	350
5	350
6	350
7	350
8	650
9	800
10	650
11	650

Tableau IV.19 : Rayons choisis variante 02

**Détermination des éléments des Raccordements :**

Tableau des résultats :

Rayon (m)	Tangente SiTi (m)	Developpée TiMiT'i (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
600	16,18	32,36	0,22	0,22
600	69,88	139,13	4,06	4,03
350	190,34	348,66	48,41	42,53

350	303,69	500,28	113,39	85,64
350	75,30	148,34	8,01	7,83
350	136,68	260,61	25,74	23,98
350	103,33	200,96	14,93	14,32
650	112,76	223,29	9,71	9,56
800	12,83	25,66	0,10	0,10
650	140,53	276,79	15,02	14,68
650	94,75	188,17	6,87	6,80
Σ	1256,27 m	2344,25 m		

Tableau IV.20 : Éléments des raccordements circulaires "variante 2"

Alignement droit	2918.61 m
Courbe	2344.25 m
Longueur Totale	5262.86 m

Pourcentage Alignement Droit	<b>55%</b>
Pourcentage Courbe	<b>45%</b>

**Déclivités - Profil en long :**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X, Y) en plan (m)	Z TN (m)
			-0.000	603.581	107044.098, 406529.134	603.581
Rampe = 2.998 %	2006.703	2007.605				
			2006.703	663.746	108649.867, 405643.705	664.328
Arc de parabole	426.594	426.646				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 2246.703						
Z haut = 667.341						
			2433.297	665.162	109057.638, 405567.699	661.080
Pente = -2.334 %	147.453	147.493				
			2580.749	661.720	109196.073, 405617.121	662.955
Arc de parabole	328.696	328.770				
Rayon = 5000.0000						
S bas = 2697.749						
Z bas = 660.358						
			2909.445	664.851	109510.598, 405686.297	667.276
Rampe = 4.240 %	175.697	175.855				
			3085.143	672.300	109678.171, 405633.976	673.060
Arc de parabole	489.715	489.825				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 3424.143						

Z haut = 679.490											
				3574.857	678.074			110159.514,	405698.325		676.357
Pente = -1.882 %	85.163	85.178									
				3660.020	676.471			110244.549,	405694.961		675.918
Arc de parabole	159.946	159.970									
Rayon = 3000.0000											
S bas = 3716.020											
Z bas = 675.940											
				3819.966	677.725			110403.651,	405678.541		677.689
Rampe = 3.450 %	198.526	198.645									
				4018.493	684.574			110601.128,	405658.160		686.398
Arc de parabole	570.375	570.511									
Rayon = -20000.0000											
				4588.868	696.118			111167.455,	405591.039		696.964
Rampe = 0.598 %	673.987	673.999									
				5262.855	700.148			111785.070,	405333.526		700.148
Longueur totale	5262.855										

Tableau IV.21 : Déclivités- profil en long variante 02

### Cubature Approchée :

N° Profil	Distance (m)			Z (m)		h (m)	D/R	Surface Remblai (m²)	Surface Déblai (m²)	Volume Remblai (m³)	Volume Déblai (m³)
	Partielle	Mi dist	Dist d'app	Z Projet	Z TN						
1	0,00	0,00	15,00	603,58	603,58	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
2	30,00	15,00	30,00	604,48	604,74	-0,26	D	----	-5,05	0,00	-151,52
3	30,00	15,00	30,00	605,38	604,64	0,74	R	15,71	----	471,31	----
4	30,00	15,00	30,00	606,28	605,56	0,72	R	15,11	----	453,40	----
5	30,00	15,00	30,00	607,18	606,69	0,49	R	10,13	----	303,97	----
6	30,00	15,00	30,00	608,08	607,85	0,22	R	4,56	----	136,66	----
7	30,00	15,00	30,00	608,98	608,57	0,41	R	8,39	----	251,78	----
8	30,00	15,00	30,00	609,88	610,02	-0,14	D	----	-2,84	0,00	-85,13
9	30,00	15,00	30,00	610,78	611,27	-0,50	D	----	-9,69	0,00	-290,62
10	30,00	15,00	30,00	611,68	612,55	-0,87	D	----	-16,67	0,00	-500,06
11	30,00	15,00	30,00	612,58	613,90	-1,33	D	----	-24,78	0,00	-743,37
12	30,00	15,00	30,00	613,47	614,66	-1,18	D	----	-22,30	0,00	-668,87
13	30,00	15,00	30,00	614,37	615,32	-0,95	D	----	-18,08	0,00	-542,49
14	30,00	15,00	30,00	615,27	616,10	-0,82	D	----	-15,80	0,00	-474,03
15	30,00	15,00	30,00	616,17	617,50	-1,32	D	----	-24,73	0,00	-741,76
16	30,00	15,00	30,00	617,07	618,50	-1,43	D	----	-26,57	0,00	-797,01
17	30,00	15,00	30,00	617,97	619,35	-1,37	D	----	-25,60	0,00	-767,92

18	30,00	15,00	30,00	618,87	620,21	-1,34	D	----	-24,98	0,00	-749,35
19	30,00	15,00	30,00	619,77	620,83	-1,06	D	----	-20,09	0,00	-602,61
20	30,00	15,00	30,00	620,67	621,16	-0,49	D	----	-9,57	0,00	-287,03
21	30,00	15,00	30,00	621,57	621,02	0,55	R	11,42	----	342,64	----
22	30,00	15,00	30,00	622,47	618,96	3,51	R	88,61	----	2658,21	----
23	30,00	15,00	30,00	623,37	619,26	4,11	R	107,45	----	3223,53	----
24	30,00	15,00	30,00	624,27	622,02	2,25	R	52,55	----	1576,45	----
25	30,00	15,00	30,00	625,17	624,45	0,72	R	15,16	----	454,80	----
26	30,00	15,00	30,00	626,07	626,13	-0,07	D	----	-1,34	0,00	-40,18
27	30,00	15,00	30,00	626,97	627,35	-0,38	D	----	-7,48	0,00	-224,30
28	30,00	15,00	30,00	627,87	628,50	-0,64	D	----	-12,33	0,00	-369,80
29	30,00	15,00	30,00	628,77	629,24	-0,47	D	----	-9,18	0,00	-275,32
30	30,00	15,00	30,00	629,67	630,06	-0,40	D	----	-7,78	0,00	-233,41
31	30,00	15,00	30,00	630,56	631,62	-1,06	D	----	-20,00	0,00	-600,09
32	30,00	15,00	30,00	631,46	634,18	-2,72	D	----	-46,97	0,00	-1409,13
33	30,00	15,00	30,00	632,36	636,20	-3,84	D	----	-62,04	0,00	-1861,30
34	30,00	15,00	30,00	633,26	636,75	-3,49	D	----	-57,64	0,00	-1729,30
35	30,00	15,00	30,00	634,16	636,64	-2,47	D	----	-43,37	0,00	-1300,96
36	30,00	15,00	30,00	635,06	637,93	-2,87	D	----	-49,14	0,00	-1474,29
37	30,00	15,00	30,00	635,96	637,00	-1,04	D	----	-19,71	0,00	-591,44
38	30,00	15,00	30,00	636,86	637,43	-0,57	D	----	-11,04	0,00	-331,29
39	30,00	15,00	30,00	637,76	637,20	0,56	R	11,64	----	349,07	----
40	30,00	15,00	30,00	638,66	637,21	1,45	R	32,21	----	966,44	----
41	30,00	15,00	30,00	639,56	637,38	2,18	R	50,78	----	1523,29	----
42	30,00	15,00	30,00	640,46	638,11	2,34	R	55,12	----	1653,56	----
43	30,00	15,00	30,00	641,36	638,82	2,54	R	60,41	----	1812,17	----
44	30,00	15,00	30,00	642,26	640,72	1,53	R	34,23	----	1026,96	----
45	30,00	15,00	30,00	643,16	642,34	0,82	R	17,30	----	519,09	----
46	30,00	15,00	30,00	644,06	643,47	0,59	R	12,27	----	368,10	----
47	30,00	15,00	30,00	644,96	644,86	0,09	R	1,91	----	57,41	----
48	30,00	15,00	30,00	645,86	646,44	-0,58	D	----	-11,35	0,00	-340,62
49	30,00	15,00	30,00	646,75	645,91	0,85	R	17,99	----	539,60	----
50	30,00	15,00	30,00	647,65	646,28	1,38	R	30,37	----	911,02	----
51	30,00	15,00	30,00	648,55	649,02	-0,47	D	----	-9,18	0,00	-275,26
52	30,00	15,00	30,00	649,45	652,05	-2,60	D	----	-45,19	0,00	-1355,56
53	30,00	15,00	30,00	650,35	654,96	-4,61	D	----	-70,94	0,00	-2128,11
54	30,00	15,00	30,00	651,25	658,38	-7,12	D	----	-91,73	0,00	-2751,76
55	30,00	15,00	30,00	652,15	662,58	-10,42	D	----	-99,82	0,00	-2994,59
56	30,00	15,00	30,00	653,05	666,57	-13,52	D	----	-87,59	0,00	-2627,57
57	30,00	15,00	30,00	653,95	668,62	-14,67	D	----	-78,17	0,00	-2345,20
58	30,00	15,00	30,00	654,85	670,20	-15,35	D	----	-71,36	0,00	-2140,94

59	30,00	15,00	30,00	655,75	671,28	-15,53	D	----	-69,39	0,00	-2081,81
60	30,00	15,00	30,00	656,65	672,20	-15,55	D	----	-69,18	0,00	-2075,26
61	30,00	15,00	30,00	657,55	673,04	-15,49	D	----	-69,87	0,00	-2096,06
62	30,00	15,00	30,00	658,45	673,86	-15,41	D	----	-70,69	0,00	-2120,72
63	30,00	15,00	30,00	659,35	673,88	-14,53	D	----	-79,47	0,00	-2384,10
64	30,00	15,00	30,00	660,25	672,94	-12,70	D	----	-92,73	0,00	-2782,00
65	30,00	15,00	30,00	661,15	671,23	-10,08	D	----	-99,99	0,00	-2999,81
66	30,00	15,00	30,00	662,05	669,93	-7,88	D	----	-95,51	0,00	-2865,30
67	30,00	15,00	30,00	662,94	667,89	-4,94	D	----	-74,42	0,00	-2232,62
68	30,00	15,00	30,00	663,84	663,74	0,11	R	2,18	----	65,32	----
69	30,00	15,00	30,00	664,67	661,47	3,20	R	79,45	----	2383,46	----
70	30,00	15,00	30,00	665,39	662,17	3,22	R	79,93	----	2397,78	----
71	30,00	15,00	30,00	666,00	665,23	0,77	R	16,26	----	487,74	----
72	30,00	15,00	30,00	666,49	668,84	-2,34	D	----	-41,39	0,00	-1241,75
73	30,00	15,00	30,00	666,87	671,22	-4,35	D	----	-68,09	0,00	-2042,77
74	30,00	15,00	30,00	667,14	671,57	-4,43	D	----	-68,96	0,00	-2068,72
75	30,00	15,00	30,00	667,30	670,13	-2,83	D	----	-48,62	0,00	-1458,59
76	30,00	15,00	30,00	667,34	670,43	-3,09	D	----	-52,26	0,00	-1567,81
77	30,00	15,00	30,00	667,27	670,50	-3,23	D	----	-54,15	0,00	-1624,65
78	30,00	15,00	30,00	667,09	669,08	-1,99	D	----	-35,86	0,00	-1075,92
79	30,00	15,00	30,00	666,80	665,40	1,40	R	30,93	----	927,91	----
80	30,00	15,00	30,00	666,39	663,61	2,78	R	67,16	----	2014,84	----
81	30,00	15,00	30,00	665,87	663,24	2,63	R	62,92	----	1887,59	----
82	30,00	15,00	30,00	665,24	661,39	3,85	R	99,24	----	2977,20	----
83	30,00	15,00	30,00	664,54	659,35	5,18	R	143,99	----	4319,83	----
84	30,00	15,00	30,00	663,84	659,28	4,56	R	122,47	----	3674,24	----
85	30,00	15,00	30,00	663,14	661,52	1,62	R	36,40	----	1091,96	----
86	30,00	15,00	30,00	662,44	663,06	-0,63	D	----	-12,13	0,00	-363,96
87	30,00	15,00	30,00	661,74	662,89	-1,15	D	----	-21,66	0,00	-649,90
88	30,00	15,00	30,00	661,12	661,37	-0,25	D	----	-4,93	0,00	-147,83
89	30,00	15,00	30,00	660,69	659,83	0,86	R	18,29	----	548,60	----
90	30,00	15,00	30,00	660,43	658,43	2,00	R	46,07	----	1382,18	----
91	30,00	15,00	30,00	660,36	657,93	2,43	R	57,47	----	1724,05	----
92	30,00	15,00	30,00	660,46	657,74	2,73	R	65,66	----	1969,91	----
93	30,00	15,00	30,00	660,75	659,88	0,87	R	18,50	----	555,11	----
94	30,00	15,00	30,00	661,21	660,82	0,39	R	8,09	----	242,62	----
95	30,00	15,00	30,00	661,86	662,02	-0,16	D	----	-3,23	0,00	-96,88
96	30,00	15,00	30,00	662,68	663,73	-1,05	D	----	-19,88	0,00	-596,55
97	30,00	15,00	30,00	663,69	665,61	-1,92	D	----	-34,68	0,00	-1040,44
98	30,00	15,00	30,00	664,87	667,34	-2,47	D	----	-43,23	0,00	-1296,94
99	30,00	15,00	30,00	666,15	668,92	-2,77	D	----	-47,77	0,00	-1433,11

100	30,00	15,00	30,00	667,42	670,31	-2,89	D	----	-49,50	0,00	-1484,89
101	30,00	15,00	30,00	668,69	671,28	-2,59	D	----	-45,03	0,00	-1350,98
102	30,00	15,00	30,00	669,96	671,92	-1,96	D	----	-35,30	0,00	-1059,01
103	30,00	15,00	30,00	671,23	672,20	-0,96	D	----	-18,32	0,00	-549,55
104	30,00	15,00	30,00	672,50	672,44	0,07	R	1,39	----	41,67	----
105	30,00	15,00	30,00	673,70	673,37	0,33	R	6,71	----	201,33	----
106	30,00	15,00	30,00	674,79	674,99	-0,20	D	----	-4,02	0,00	-120,62
107	30,00	15,00	30,00	675,76	677,23	-1,47	D	----	-27,31	0,00	-819,22
108	30,00	15,00	30,00	676,62	678,21	-1,59	D	----	-29,21	0,00	-876,34
109	30,00	15,00	30,00	677,37	680,00	-2,63	D	----	-45,72	0,00	-1371,69
110	30,00	15,00	30,00	678,00	681,88	-3,88	D	----	-62,54	0,00	-1876,29
111	30,00	15,00	30,00	678,52	682,30	-3,78	D	----	-61,28	0,00	-1838,53
112	30,00	15,00	30,00	678,93	682,68	-3,75	D	----	-60,90	0,00	-1827,07
113	30,00	15,00	30,00	679,23	682,41	-3,18	D	----	-53,42	0,00	-1602,66
114	30,00	15,00	30,00	679,42	681,29	-1,87	D	----	-33,92	0,00	-1017,53
115	30,00	15,00	30,00	679,49	680,09	-0,60	D	----	-11,60	0,00	-347,90
116	30,00	15,00	30,00	679,45	678,93	0,52	R	10,82	----	324,49	----
117	30,00	15,00	30,00	679,30	678,24	1,06	R	22,83	----	685,03	----
118	30,00	15,00	30,00	679,03	677,51	1,52	R	33,90	----	1017,00	----
119	30,00	15,00	30,00	678,65	676,53	2,13	R	49,30	----	1478,92	----
120	30,00	15,00	30,00	678,16	676,30	1,86	R	42,37	----	1271,07	----
121	30,00	15,00	30,00	677,60	676,20	1,40	R	30,92	----	927,62	----
122	30,00	15,00	30,00	677,04	675,85	1,18	R	25,76	----	772,71	----
123	30,00	15,00	30,00	676,47	675,92	0,55	R	11,53	----	345,95	----
124	30,00	15,00	30,00	676,06	675,36	0,70	R	14,70	----	440,99	----
125	30,00	15,00	30,00	675,94	675,12	0,82	R	17,39	----	521,58	----
126	30,00	15,00	30,00	676,13	675,18	0,94	R	20,19	----	605,68	----
127	30,00	15,00	30,00	676,61	675,97	0,65	R	13,59	----	407,63	----
128	30,00	15,00	30,00	677,40	677,26	0,14	R	2,81	----	84,27	----
129	30,00	15,00	30,00	678,42	678,55	-0,14	D	----	-2,71	0,00	-81,40
130	30,00	15,00	30,00	679,45	679,85	-0,40	D	----	-7,76	0,00	-232,72
131	30,00	15,00	30,00	680,49	681,54	-1,05	D	----	-19,94	0,00	-598,16
132	30,00	15,00	30,00	681,52	683,29	-1,77	D	----	-32,30	0,00	-969,00
133	30,00	15,00	30,00	682,56	685,16	-2,60	D	----	-45,26	0,00	-1357,73
134	30,00	15,00	30,00	683,59	685,80	-2,21	D	----	-39,34	0,00	-1180,32
135	30,00	15,00	30,00	684,63	686,43	-1,80	D	----	-32,81	0,00	-984,32
136	30,00	15,00	30,00	685,64	687,47	-1,84	D	----	-33,35	0,00	-1000,57
137	30,00	15,00	30,00	686,60	689,48	-2,88	D	----	-49,24	0,00	-1477,24
138	30,00	15,00	30,00	687,52	691,24	-3,72	D	----	-60,55	0,00	-1816,43
139	30,00	15,00	30,00	688,40	692,96	-4,56	D	----	-70,40	0,00	-2112,09
140	30,00	15,00	30,00	689,23	694,60	-5,37	D	----	-78,58	0,00	-2357,53

141	30,00	15,00	30,00	690,01	694,98	-4,97	D	----	-74,72	0,00	-2241,46
142	30,00	15,00	30,00	690,75	695,32	-4,56	D	----	-70,44	0,00	-2113,20
143	30,00	15,00	30,00	691,45	694,95	-3,50	D	----	-57,75	0,00	-1732,62
144	30,00	15,00	30,00	692,10	694,58	-2,48	D	----	-43,49	0,00	-1304,62
145	30,00	15,00	30,00	692,70	694,31	-1,60	D	----	-29,52	0,00	-885,67
146	30,00	15,00	30,00	693,26	693,96	-0,69	D	----	-13,40	0,00	-401,90
147	30,00	15,00	30,00	693,78	693,56	0,22	R	4,38	----	131,45	----
148	30,00	15,00	30,00	694,25	693,32	0,93	R	19,96	----	598,77	----
149	30,00	15,00	30,00	694,67	693,72	0,95	R	20,41	----	612,19	----
150	30,00	15,00	30,00	695,05	693,83	1,22	R	26,70	----	801,11	----
151	30,00	15,00	30,00	695,39	694,42	0,97	R	20,82	----	624,48	----
152	30,00	15,00	30,00	695,68	695,53	0,15	R	3,01	----	90,15	----
153	30,00	15,00	30,00	695,92	696,33	-0,40	D	----	-7,90	0,00	-236,87
154	30,00	15,00	30,00	696,12	696,97	-0,84	D	----	-16,13	0,00	-483,77
155	30,00	15,00	30,00	696,30	696,79	-0,48	D	----	-9,39	0,00	-281,83
156	30,00	15,00	30,00	696,48	696,20	0,28	R	5,72	----	171,47	----
157	30,00	15,00	30,00	696,66	695,46	1,21	R	26,33	----	789,97	----
158	30,00	15,00	30,00	696,84	695,54	1,31	R	28,66	----	859,78	----
159	30,00	15,00	30,00	697,02	695,81	1,21	R	26,46	----	793,87	----
160	30,00	15,00	30,00	697,20	696,24	0,97	R	20,71	----	621,25	----
161	30,00	15,00	30,00	697,38	697,68	-0,30	D	----	-5,87	0,00	-175,96
162	30,00	15,00	30,00	697,56	699,46	-1,90	D	----	-34,39	0,00	-1031,65
163	30,00	15,00	30,00	697,74	700,92	-3,18	D	----	-53,48	0,00	-1604,38
164	30,00	15,00	30,00	697,92	700,52	-2,60	D	----	-45,28	0,00	-1358,35
165	30,00	15,00	30,00	698,10	697,55	0,55	R	11,43	----	343,03	----
166	30,00	15,00	30,00	698,28	698,58	-0,31	D	----	-6,06	0,00	-181,66
167	30,00	15,00	30,00	698,46	698,12	0,34	R	6,97	----	209,08	----
168	30,00	15,00	30,00	698,64	696,34	2,30	R	53,89	----	1616,68	----
169	30,00	15,00	30,00	698,82	694,38	4,44	R	118,34	----	3550,11	----
170	30,00	15,00	30,00	698,99	695,87	3,13	R	77,22	----	2316,48	----
171	30,00	15,00	30,00	699,17	697,27	1,90	R	43,50	----	1305,07	----
(m3)	30,00	15,00	30,00	699,35	697,46	1,89	R	43,18	----	1295,36	----
173	30,00	15,00	30,00	699,53	697,61	1,92	R	44,00	----	1319,90	----
174	30,00	15,00	30,00	699,71	698,00	1,71	R	38,71	----	1161,20	----
175	30,00	15,00	30,00	699,89	697,62	2,27	R	53,11	----	1593,32	----
176	30,00	15,00	21,43	700,07	699,27	0,80	R	16,96	----	363,51	----
177	12,86	6,43	6,43	700,15	700,15	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
			5262,86							78543,96	-117489,45
									-38945,49 m <sup>3</sup>		

*Tableau IV.22 : cubatures approchés variante 02*

### III- Etude de la variante 03 :

La variante 03 est composée des alignements droits AS1, S1S2, S2S3, S3S4, S4S5, S5S6, S6S7, S7S8, S8S9, S9S10 et S10B, raccordés par des arcs de cercle de Rayon R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9,10 et R11.

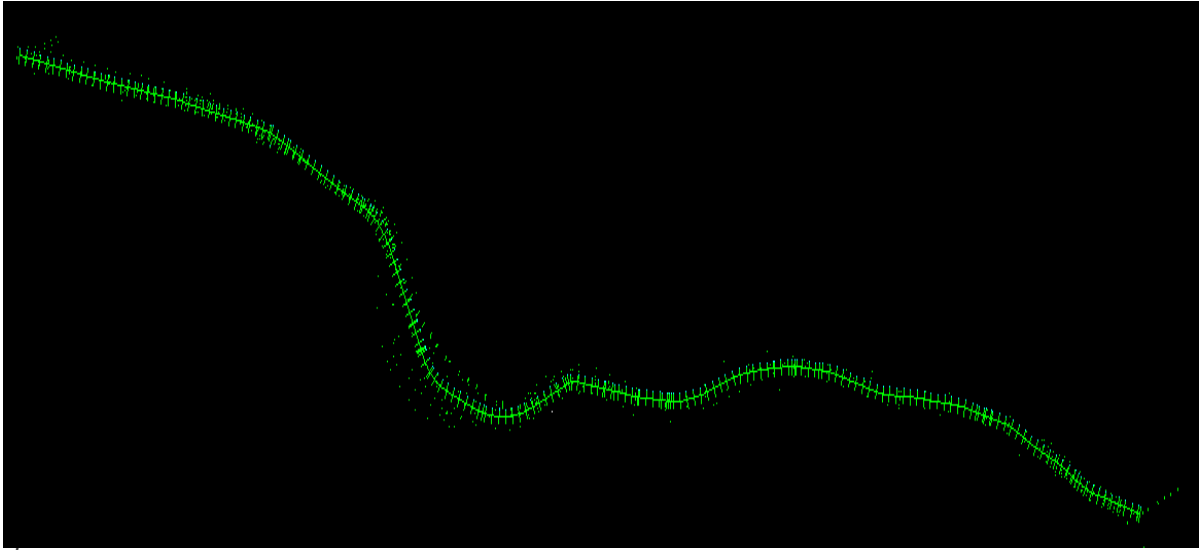


figure IV.3-Variante 03

#### Calcul de l'axe :

##### Les coordonnées des sommets:

Pts	X (m)	Y (m)
A	107044,8629	406525,3376
S1	107603,3987	406432,8526
S2	107922,9710	406385,1290
S3	108548,6649	406089,6817
S4	108717,2435	405664,0041
S5	109113,1093	405574,4092
S6	109362,2799	405684,8945
S7	109780,9645	405599,6348
S8	110265,7042	405718,1313
S9	110772,7415	405637,2069
S10	111227,0945	405566,3980
B	111779,1043	405311,9198

Tableau IV.23 : Coordonnées définissant l'axe de la variante 3

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Directions	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	558,54	-92,49	110,4467			566,14
S1-S2	319,57	-47,72	109,4373	$\beta_1$	1,0094	323,12
S2-S3	625,69	-295,45	128,0848	$\beta_2$	18,6475	691,94
S3-S4	168,58	-425,68	175,9947	$\beta_3$	47,9099	457,84
S4-S5	395,87	-89,59	114,1697	$\beta_4$	61,8250	405,88
S5-S6	249,17	110,49	73,4299	$\beta_5$	40,7398	272,57
S6-S7	418,68	-85,26	112,7891	$\beta_6$	39,3592	427,28
S7-S8	484,74	118,50	84,7369	$\beta_7$	28,0522	499,01
S8-S9	507,04	-80,92	110,0756	$\beta_8$	25,3387	513,46
S9-S10	454,35	-70,81	109,8423	$\beta_9$	0,2333	459,84
S10-S11	552,01	-254,48	127,4998	$\beta_{10}$	17,6575	607,84

Tableau IV.24: Valeurs des gisements, distance et angles au centre "Variante 03"

### Environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

### Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Z (m)	$\Delta h_i$ (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	603,58	
1	30,00	30,00	604,80	1,22
2	60,00	30,00	604,54	-0,26
3	90,00	30,00	605,67	1,13
4	120,00	30,00	606,80	1,13
5	150,00	30,00	607,91	1,11
6	180,00	30,00	608,97	1,06
7	210,00	30,00	610,07	1,10
8	240,00	30,00	611,24	1,17
9	270,00	30,00	612,63	1,39
10	300,00	30,00	613,80	1,18
11	330,00	30,00	614,54	0,73
12	360,00	30,00	615,32	0,78
13	390,00	30,00	615,88	0,56
14	420,00	30,00	617,57	1,69

15	450,00	30,00	618,35	0,78
16	480,00	30,00	619,23	0,87
17	510,00	30,00	619,92	0,70
18	540,00	30,00	620,68	0,76
19	561,38	21,38	621,20	0,52
20	570,00	8,62	621,20	0,00
21	570,90	0,90	621,19	-0,02
22	600,00	29,10	620,46	-0,72
23	630,00	30,00	618,38	-2,08
24	660,00	30,00	619,03	0,65
25	690,00	30,00	621,69	2,66
26	720,00	30,00	624,31	2,62
27	742,52	22,52	625,67	1,36
28	750,00	7,48	626,16	0,48
29	780,00	30,00	627,61	1,45
30	810,00	30,00	628,31	0,70
31	840,00	30,00	629,24	0,93
32	870,00	30,00	629,77	0,53
33	900,00	30,00	632,09	2,32
34	930,00	30,00	634,73	2,64
35	960,00	30,00	635,55	0,82
36	990,00	30,00	636,51	0,96
37	1014,25	24,25	636,56	0,05
38	1020,00	5,75	636,49	-0,07
39	1050,00	30,00	636,43	-0,05
40	1080,00	30,00	636,28	-0,15
41	1110,00	30,00	636,38	0,10
42	1140,00	30,00	636,39	0,00
43	1170,00	30,00	636,37	-0,02
44	1200,00	30,00	636,94	0,57
45	1230,00	30,00	637,71	0,77
46	1260,00	30,00	638,36	0,65
47	1290,00	30,00	639,89	1,52
48	1320,00	30,00	641,25	1,36
49	1350,00	30,00	643,30	2,05
50	1380,00	30,00	645,04	1,74
51	1410,00	30,00	646,77	1,73
52	1440,00	30,00	648,07	1,30
53	1460,88	20,88	648,94	0,87
54	1470,00	9,12	649,13	0,18
55	1500,00	30,00	648,99	-0,14

56	1530,00	30,00	651,30	2,31
57	1560,00	30,00	654,04	2,74
58	1590,00	30,00	660,08	6,04
59	1620,00	30,00	663,21	3,14
60	1650,00	30,00	664,36	1,15
61	1675,59	25,59	664,44	0,08
62	1680,00	4,41	664,17	-0,28
63	1710,00	30,00	662,11	-2,06
64	1740,00	30,00	660,48	-1,63
65	1761,88	21,88	659,51	-0,97
66	1770,00	8,12	659,16	-0,35
67	1800,00	30,00	657,78	-1,38
68	1830,00	30,00	658,19	0,40
69	1860,00	30,00	657,61	-0,58
70	1890,00	30,00	657,90	0,29
71	1920,00	30,00	657,05	-0,85
72	1950,00	30,00	660,84	3,79
73	1980,00	30,00	659,07	-1,77
74	2010,00	30,00	656,57	-2,50
75	2040,00	30,00	662,89	6,33
76	2070,00	30,00	667,87	4,98
77	2100,00	30,00	669,91	2,03
78	2130,00	30,00	673,11	3,20
79	2160,00	30,00	673,41	0,31
80	2190,00	30,00	672,37	-1,05
81	2220,00	30,00	669,90	-2,47
82	2247,46	27,46	667,00	-2,90
83	2250,00	2,54	666,63	-0,37
84	2280,00	30,00	662,38	-4,25
85	2290,07	10,07	660,96	-1,43
86	2310,00	19,93	660,13	-0,83
87	2340,00	30,00	659,22	-0,90
88	2370,00	30,00	659,03	-0,20
89	2400,00	30,00	660,07	1,04
90	2430,00	30,00	663,82	3,76
91	2460,00	30,00	663,49	-0,34
92	2482,05	22,05	662,69	-0,79
93	2490,00	7,95	662,45	-0,25
94	2520,00	30,00	660,46	-1,99
95	2550,00	30,00	659,19	-1,26
96	2580,00	30,00	658,19	-1,01

97	2591,34	11,34	657,83	-0,35
98	2610,00	18,66	657,54	-0,30
99	2640,00	30,00	657,92	0,38
100	2670,00	30,00	659,06	1,14
101	2700,00	30,00	660,17	1,12
102	2714,99	14,99	660,45	0,28
103	2730,00	15,01	660,56	0,10
104	2760,00	30,00	661,37	0,82
105	2790,00	30,00	662,69	1,31
106	2820,00	30,00	663,89	1,20
107	2850,00	30,00	665,17	1,28
108	2880,00	30,00	665,74	0,58
109	2910,00	30,00	667,34	1,59
110	2940,00	30,00	667,75	0,42
111	2970,00	30,00	668,47	0,71
112	3000,00	30,00	669,18	0,71
113	3030,00	30,00	669,85	0,67
114	3056,00	26,00	670,42	0,57
115	3060,00	4,00	670,52	0,10
116	3090,00	30,00	672,02	1,50
117	3100,06	10,06	672,77	0,75
118	3120,00	19,94	674,41	1,64
119	3150,00	30,00	677,38	2,97
120	3180,00	30,00	679,78	2,40
121	3210,00	30,00	680,75	0,97
122	3240,00	30,00	681,11	0,36
123	3270,00	30,00	680,05	-1,07
124	3300,00	30,00	679,45	-0,60
125	3330,00	30,00	678,46	-0,99
126	3360,00	30,00	677,07	-1,40
127	3390,00	30,00	676,43	-0,64
128	3420,00	30,00	675,79	-0,64
129	3450,00	30,00	675,69	-0,10
130	3480,00	30,00	676,20	0,51
131	3506,09	26,09	675,95	-0,25
132	3510,00	3,91	675,87	-0,08
133	3540,00	30,00	675,97	0,10
134	3570,00	30,00	676,40	0,42
135	3600,00	30,00	676,31	-0,09
136	3630,00	30,00	676,34	0,04
137	3645,40	15,40	676,32	-0,02

138	3660,00	14,60	676,30	-0,03
139	3690,00	30,00	676,62	0,33
140	3720,00	30,00	677,79	1,17
141	3750,00	30,00	679,12	1,33
142	3780,00	30,00	680,47	1,35
143	3810,00	30,00	682,01	1,53
144	3840,00	30,00	683,95	1,94
145	3870,00	30,00	685,21	1,26
146	3900,00	30,00	685,90	0,69
147	3930,00	30,00	686,74	0,84
148	3960,00	30,00	688,10	1,36
149	3990,00	30,00	690,60	2,51
150	4020,00	30,00	692,05	1,45
151	4050,00	30,00	693,92	1,87
152	4080,00	30,00	694,36	0,44
153	4086,89	6,89	694,43	0,07
154	4089,64	2,75	694,46	0,03
155	4110,00	20,36	695,02	0,57
156	4140,00	30,00	694,48	-0,54
157	4170,00	30,00	694,03	-0,45
158	4200,00	30,00	693,67	-0,36
159	4230,00	30,00	693,45	-0,23
160	4260,00	30,00	693,06	-0,39
161	4290,00	30,00	692,63	-0,43
162	4320,00	30,00	692,70	0,07
163	4350,00	30,00	692,89	0,19
164	4380,00	30,00	693,17	0,28
165	4380,61	0,61	693,17	0,01
166	4410,00	29,39	693,66	0,49
167	4440,00	30,00	694,17	0,51
168	4470,00	30,00	694,86	0,69
169	4500,00	30,00	694,75	-0,11
170	4530,00	30,00	694,24	-0,51
171	4560,00	30,00	693,68	-0,56
172	4590,00	30,00	693,58	-0,10
173	4620,00	30,00	694,79	1,21
174	4650,00	30,00	695,61	0,82
175	4680,00	30,00	696,91	1,31
176	4710,00	30,00	698,75	1,83
177	4713,45	3,45	698,96	0,21
178	4740,00	26,55	700,68	1,72

179	4770,00	30,00	700,66	-0,02
180	4800,00	30,00	698,72	-1,94
181	4830,00	30,00	698,65	-0,07
182	4860,00	30,00	698,44	-0,21
183	4890,00	30,00	696,78	-1,66
184	4920,00	30,00	693,98	-2,80
185	4950,00	30,00	694,59	0,61
186	4980,00	30,00	696,64	2,05
187	5010,00	30,00	697,38	0,74
188	5040,00	30,00	697,68	0,30
189	5070,00	30,00	698,51	0,83
190	5100,00	30,00	698,66	0,15
191	5130,00	30,00	701,14	2,48
B	5153,80	23,80	702,69	1,55
			Σ	99,11
			D cumulée	1,92%

Tableau IV.25 : Dénivelée cumulée Variante 03

Dc = 1.92

⇒

Terrain vallonné

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

Conclusion : Terrain est: **vallonné**

### Sinuosité :

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

La sinuosité est **faible**

### L'environnement :

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

**Conclusion** : Le terrain est plat et la sinuosité est faible, l'environnement de notre variante est **E2**

**Vitesse de référence :**

Vitesse Vr = 80 km/h

**Courbes en plan :**

**Rayon Minimal Absolu :**

**RHm = 251.97 m**

**Rayon Minimal Normal :**

**RHN = 437.45 m**

**Rayon Minimal Déversé :**

**RHd = 1007.87 m**

**Rayon Non Déversé :**

**RHnd = 1439.82 m**

**Le choix des rayons**

Les rayons choisis sont :

Virages	Rayon en plan (m)
1	600
2	1000
3	300
4	500
5	300
6	200
7	100
8	350
9	750
10	1200

Tableau IV.26 : Rayons choisis variante 03

**Détermination des éléments des Raccordements :**

Tableau des résultats :

Angle au centre $\beta$ (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
1,0094	600	4,76	9,51	0,02	0,02
18,6475	1000	147,51	292,91	10,82	10,71
47,9099	300	118,53	225,77	22,57	20,99

61,8250	500	263,86	485,57	65,35	57,80
40,7398	300	99,41	191,98	16,04	15,23
39,3592	200	63,87	123,65	9,95	9,48
28,0522	100	22,40	44,06	2,48	2,42
25,3387	350	70,59	139,31	7,05	6,91
0,2333	750	1,37	2,75	0,00	0,00
17,6575	1200	167,49	332,84	11,63	11,52
	Σ	959,79 m	1848,35 m		

Tableau IV.27: Éléments des raccordements circulaires "variante 3"

Longueur des Alignements Droits	3305,33 m
Longueur des Courbes	1848,35 m
Longueur totale Lt =	5153,68 m

Pourcentage en alignement droit	64%
Pourcentage Courbe	36%

### Déclivités - Profil en long :

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X, Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	603.579	107044.863, 406525.338	603.579
Rampe = 2.562 %	241.995	242.074				
			241.995	609.779	107283.607, 406485.805	611.334
Arc de parabole Rayon = 90000.0000	917.955	918.392				
			1159.949	637.978	108169.629, 406268.659	636.418
Rampe = 3.582 %	253.262	253.425				
			1413.212	647.049	108398.644, 406160.520	646.990
Arc de parabole Rayon = -10000.0000	118.242	118.295				
			1531.453	650.585	108501.450, 406102.839	651.423
Rampe = 2.399 %	451.388	451.518				
			1982.842	661.416	108743.483, 405728.198	658.347
Arc de parabole Rayon = -30000.0000	738.793	738.862				
S haut = 2702.842						
Z haut = 670.052						
			2721.634	670.046	109431.377, 405670.824	660.527
Pente = -0.063 %	192.699	192.700				
			2914.334	669.925	109620.201, 405632.372	667.470
Arc de parabole Rayon = 9000.0000	231.333	231.356				
S bas = 2920.334						
Z bas = 669.923						
			3145.666	672.751	109847.017, 405615.782	676.932
Rampe = 2.507 %	300.313	300.407				
			3445.979	680.281	110138.740, 405687.094	675.693
Arc de parabole Rayon = -50000.0000	771.806	771.929				

			4217.785	693.675	110900.714, 405617.263	693.497
Rampe = 0.964 %	936.014	936.057				
			5153.799	702.694	111779.104, 405311.920	702.694
Longueur totale	5153.799					

Tableau IV.28 : Déclivités- profil en long variante 03

**Cubature Approchée :**

N° Profil	Distance (m)			Z (m)		h (m)	D/R	Surface Remblai (m²)	Surface Déblai (m²)	Volume Remblai (m³)	Volume Déblai (m³)
	Partielle	Mi Dist	dist d'app	Z Projet	Z TN						
A	0,00	0,00	15,00	603,58	603,58	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
1	30,00	15,00	30,00	604,35	604,80	-0,45	D	----	-8,86	0,00	-265,82
2	30,00	15,00	30,00	605,12	604,54	0,58	R	12,05	----	361,51	----
3	30,00	15,00	30,00	605,89	605,67	0,22	R	4,40	----	132,13	----
4	30,00	15,00	30,00	606,65	606,80	-0,14	D	----	-2,87	0,00	-85,96
5	30,00	15,00	30,00	607,42	607,91	-0,48	D	----	-9,44	0,00	-283,26
6	30,00	15,00	30,00	608,19	608,97	-0,78	D	----	-14,99	0,00	-449,69
7	30,00	15,00	30,00	608,96	610,07	-1,11	D	----	-21,05	0,00	-631,65
8	30,00	15,00	30,00	609,73	611,24	-1,51	D	----	-27,98	0,00	-839,43
9	30,00	15,00	30,00	610,50	612,63	-2,13	D	----	-38,01	0,00	-1140,24
10	30,00	15,00	30,00	611,28	613,80	-2,52	D	----	-44,05	0,00	-1321,40
11	30,00	15,00	30,00	612,08	614,54	-2,46	D	----	-43,14	0,00	-1294,18
12	30,00	15,00	30,00	612,88	615,32	-2,44	D	----	-42,86	0,00	-1285,89
13	30,00	15,00	30,00	613,69	615,88	-2,19	D	----	-38,98	0,00	-1169,41
14	30,00	15,00	30,00	614,52	617,57	-3,05	D	----	-51,76	0,00	-1552,84
15	30,00	15,00	30,00	615,35	618,35	-3,01	D	----	-51,08	0,00	-1532,35
16	30,00	15,00	30,00	616,19	619,23	-3,04	D	----	-51,51	0,00	-1545,16
17	30,00	15,00	30,00	617,04	619,92	-2,88	D	----	-49,29	0,00	-1478,70
18	30,00	15,00	25,69	617,91	620,68	-2,77	D	----	-47,78	0,00	-1227,63
19	21,38	10,69	15,00	618,53	621,20	-2,67	D	----	-46,30	0,00	-694,55
20	8,62	4,31	4,76	618,78	621,20	-2,42	D	----	-42,58	0,00	-202,55
21	0,90	0,45	15,00	618,81	621,19	-2,38	D	----	-41,95	0,00	-629,26
22	29,10	14,55	29,55	619,66	620,46	-0,80	D	----	-15,36	0,00	-453,80
23	30,00	15,00	30,00	620,56	618,38	2,18	R	50,66	----	1519,87	----
24	30,00	15,00	30,00	621,46	619,03	2,43	R	57,45	----	1723,47	----
25	30,00	15,00	30,00	622,37	621,69	0,68	R	14,25	----	427,62	----
26	30,00	15,00	26,26	623,29	624,31	-1,02	D	----	-19,34	0,00	-507,87
27	22,52	11,26	15,00	623,99	625,67	-1,68	D	----	-30,79	0,00	-461,79
28	7,48	3,74	18,74	624,23	626,16	-1,93	D	----	-34,88	0,00	-653,67
29	30,00	15,00	30,00	625,17	627,61	-2,44	D	----	-42,84	0,00	-1285,17
30	30,00	15,00	30,00	626,12	628,31	-2,18	D	----	-38,90	0,00	-1166,93
31	30,00	15,00	30,00	627,09	629,24	-2,15	D	----	-38,45	0,00	-1153,59

32	30,00	15,00	30,00	628,06	629,77	-1,71	D	----	-31,36	0,00	-940,66
33	30,00	15,00	30,00	629,04	632,09	-3,05	D	----	-51,67	0,00	-1549,97
34	30,00	15,00	30,00	630,03	634,73	-4,69	D	----	-71,84	0,00	-2155,23
35	30,00	15,00	30,00	631,04	635,55	-4,51	D	----	-69,91	0,00	-2097,41
36	30,00	15,00	27,13	632,05	636,51	-4,46	D	----	-69,35	0,00	-1881,16
37	24,25	12,13	15,00	632,88	636,56	-3,69	D	----	-60,13	0,00	-901,89
38	5,75	2,87	17,87	633,07	636,49	-3,41	D	----	-56,63	0,00	-1012,21
39	30,00	15,00	30,00	634,11	636,43	-2,33	D	----	-41,12	0,00	-1233,66
40	30,00	15,00	30,00	635,15	636,28	-1,13	D	----	-21,40	0,00	-642,14
41	30,00	15,00	30,00	636,20	636,38	-0,18	D	----	-3,61	0,00	-108,38
42	30,00	15,00	30,00	637,27	636,39	0,88	R	18,74	----	562,17	----
43	30,00	15,00	30,00	638,34	636,37	1,97	R	45,19	----	1355,63	----
44	30,00	15,00	30,00	639,41	636,94	2,47	R	58,60	----	1757,94	----
45	30,00	15,00	30,00	640,49	637,71	2,77	R	66,97	----	2009,23	----
46	30,00	15,00	30,00	641,56	638,36	3,20	R	79,27	----	2378,23	----
47	30,00	15,00	30,00	642,64	639,89	2,75	R	66,34	----	1990,23	----
48	30,00	15,00	30,00	643,71	641,25	2,46	R	58,40	----	1751,85	----
49	30,00	15,00	30,00	644,79	643,30	1,48	R	32,99	----	989,72	----
50	30,00	15,00	30,00	645,86	645,04	0,82	R	17,33	----	520,03	----
51	30,00	15,00	30,00	646,93	646,77	0,16	R	3,23	----	96,84	----
52	30,00	15,00	25,44	647,97	648,07	-0,10	D	----	-2,00	0,00	-50,88
53	20,88	10,44	15,00	648,64	648,94	-0,30	D	----	-5,92	0,00	-88,74
54	9,12	4,56	19,56	648,92	649,13	-0,21	D	----	-4,08	0,00	-79,71
55	30,00	15,00	30,00	649,78	648,99	0,79	R	16,84	----	505,31	----
56	30,00	15,00	30,00	650,55	651,30	-0,75	D	----	-14,42	0,00	-432,46
57	30,00	15,00	30,00	651,27	654,04	-2,77	D	----	-47,69	0,00	-1430,64
58	30,00	15,00	30,00	651,99	660,08	-8,09	D	----	-96,33	0,00	-2890,03
59	30,00	15,00	30,00	652,71	663,21	-10,50	D	----	-99,75	0,00	-2992,39
60	30,00	15,00	27,79	653,43	664,36	-10,93	D	----	-99,14	0,00	-2755,47
61	25,59	12,79	15,00	654,04	664,44	-10,40	D	----	-99,84	0,00	-1497,60
62	4,41	2,21	17,21	654,15	664,17	-10,02	D	----	-100,00	0,00	-1720,50
63	30,00	15,00	30,00	654,87	662,11	-7,24	D	----	-92,37	0,00	-2771,21
64	30,00	15,00	25,94	655,59	660,48	-4,89	D	----	-73,92	0,00	-1917,75
65	21,88	10,94	15,00	656,11	659,51	-3,40	D	----	-56,42	0,00	-846,34
66	8,12	4,06	19,06	656,31	659,16	-2,85	D	----	-48,93	0,00	-932,53
67	30,00	15,00	30,00	657,03	657,78	-0,76	D	----	-14,54	0,00	-436,23
68	30,00	15,00	30,00	657,75	658,19	-0,44	D	----	-8,57	0,00	-256,99
69	30,00	15,00	30,00	658,47	657,61	0,86	R	18,36	----	550,91	----
70	30,00	15,00	30,00	659,19	657,90	1,29	R	28,25	----	847,60	----
71	30,00	15,00	30,00	659,91	657,05	2,86	R	69,42	----	2082,71	----
72	30,00	15,00	30,00	660,63	660,84	-0,22	D	----	-4,26	0,00	-127,67

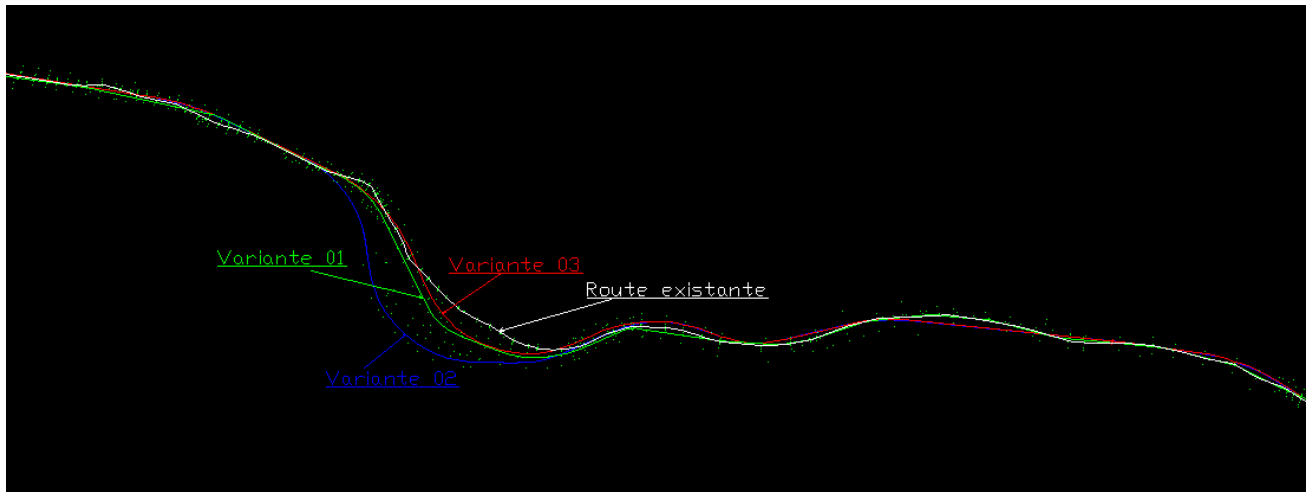
73	30,00	15,00	30,00	661,35	659,07	2,28	R	53,29	----	1598,71	----
74	30,00	15,00	30,00	662,06	656,57	5,49	R	154,94	----	4648,34	----
75	30,00	15,00	30,00	662,73	662,89	-0,16	D	----	-3,18	0,00	-95,53
76	30,00	15,00	30,00	663,38	667,87	-4,49	D	----	-69,68	0,00	-2090,32
77	30,00	15,00	30,00	664,00	669,91	-5,91	D	----	-83,26	0,00	-2497,76
78	30,00	15,00	30,00	664,59	673,11	-8,52	D	----	-97,81	0,00	-2934,38
79	30,00	15,00	30,00	665,14	673,41	-8,27	D	----	-97,01	0,00	-2910,24
80	30,00	15,00	30,00	665,67	672,37	-6,70	D	----	-89,08	0,00	-2672,49
81	30,00	15,00	28,73	666,17	669,90	-3,73	D	----	-60,71	0,00	-1744,08
82	27,46	13,73	15,00	666,60	667,00	-0,40	D	----	-7,90	0,00	-118,55
83	2,54	1,27	16,27	666,64	666,63	0,01	R	0,13	----	2,18	----
84	30,00	15,00	20,04	667,07	662,38	4,69	R	126,86	----	2541,65	----
85	10,07	5,04	15,00	667,21	660,96	6,26	R	183,90	----	2758,50	----
86	19,93	9,96	24,96	667,48	660,13	7,36	R	228,27	----	5698,45	----
87	30,00	15,00	30,00	667,86	659,22	8,64	R	284,63	----	8538,96	----
88	30,00	15,00	30,00	668,21	659,03	9,18	R	309,99	----	9299,83	----
89	30,00	15,00	30,00	668,53	660,07	8,46	R	276,53	----	8295,91	----
90	30,00	15,00	30,00	668,81	663,82	4,99	R	137,19	----	4115,66	----
91	30,00	15,00	26,03	669,07	663,49	5,59	R	158,51	----	4125,38	----
92	22,05	11,03	15,00	669,24	662,69	6,55	R	195,33	----	2929,89	----
93	7,95	3,97	18,97	669,30	662,45	6,85	R	207,51	----	3937,25	----
94	30,00	15,00	30,00	669,50	660,46	9,04	R	303,42	----	9102,46	----
95	30,00	15,00	30,00	669,66	659,19	10,47	R	373,88	----	11216,33	----
96	30,00	15,00	20,67	669,80	658,19	11,62	R	434,73	----	8986,05	----
97	11,34	5,67	15,00	669,85	657,83	12,01	R	456,66	----	6849,92	----
98	18,66	9,33	24,33	669,91	657,54	12,37	R	477,05	----	11606,41	----
99	30,00	15,00	30,00	669,99	657,92	12,07	R	459,71	----	13791,41	----
100	30,00	15,00	30,00	670,03	659,06	10,98	R	400,30	----	12008,93	----
101	30,00	15,00	22,50	670,05	660,17	9,88	R	343,94	----	7737,13	----
102	14,99	7,50	15,00	670,05	660,45	9,60	R	330,13	----	4951,99	----
103	15,01	7,50	22,50	670,04	660,56	9,48	R	324,64	----	7305,85	----
104	30,00	15,00	30,00	670,02	661,37	8,65	R	285,14	----	8554,26	----
105	30,00	15,00	30,00	670,00	662,69	7,32	R	226,66	----	6799,94	----
106	30,00	15,00	30,00	669,98	663,89	6,09	R	177,57	----	5327,21	----
107	30,00	15,00	30,00	669,97	665,17	4,80	R	130,53	----	3915,97	----
108	30,00	15,00	30,00	669,95	665,74	4,20	R	110,52	----	3315,46	----
109	30,00	15,00	30,00	669,93	667,34	2,59	R	61,82	----	1854,53	----
110	30,00	15,00	30,00	669,95	667,75	2,19	R	51,00	----	1530,14	----
111	30,00	15,00	30,00	670,06	668,47	1,60	R	35,72	----	1071,48	----
112	30,00	15,00	30,00	670,28	669,18	1,10	R	23,81	----	714,17	----
113	30,00	15,00	28,00	670,59	669,85	0,74	R	15,69	----	439,46	----

114	26,00	13,00	15,00	670,95	670,42	0,53	R	11,05	----	165,74	----
115	4,00	2,00	17,00	671,01	670,52	0,49	R	10,20	----	173,41	----
116	30,00	15,00	20,03	671,53	672,02	-0,49	D	----	-9,58	0,00	-191,93
117	10,06	5,03	15,00	671,72	672,77	-1,05	D	----	-19,82	0,00	-297,23
118	19,94	9,97	24,97	672,14	674,41	-2,27	D	----	-40,22	0,00	-1004,18
119	30,00	15,00	30,00	672,86	677,38	-4,52	D	----	-70,00	0,00	-2100,11
120	30,00	15,00	30,00	673,61	679,78	-6,17	D	----	-85,32	0,00	-2559,52
121	30,00	15,00	30,00	674,36	680,75	-6,39	D	----	-86,96	0,00	-2608,73
122	30,00	15,00	30,00	675,12	681,11	-6,00	D	----	-83,97	0,00	-2518,97
123	30,00	15,00	30,00	675,87	680,05	-4,18	D	----	-66,09	0,00	-1982,75
124	30,00	15,00	30,00	676,62	679,45	-2,83	D	----	-48,57	0,00	-1457,22
125	30,00	15,00	30,00	677,37	678,46	-1,09	D	----	-20,63	0,00	-618,95
126	30,00	15,00	30,00	678,13	677,07	1,06	R	22,81	----	684,27	----
127	30,00	15,00	30,00	678,88	676,43	2,45	R	58,01	----	1740,19	----
128	30,00	15,00	30,00	679,63	675,79	3,84	R	99,03	----	2970,96	----
129	30,00	15,00	30,00	680,38	675,69	4,69	R	126,87	----	3805,97	----
130	30,00	15,00	28,05	681,12	676,20	4,92	R	134,86	----	3782,31	----
131	26,09	13,05	15,00	681,75	675,95	5,80	R	166,57	----	2498,53	----
132	3,91	1,95	16,95	681,85	675,87	5,97	R	172,94	----	2931,79	----
133	30,00	15,00	30,00	682,55	675,97	6,58	R	196,40	----	5892,05	----
134	30,00	15,00	30,00	683,24	676,40	6,84	R	206,91	----	6207,16	----
135	30,00	15,00	30,00	683,91	676,31	7,60	R	238,58	----	7157,53	----
136	30,00	15,00	22,70	684,56	676,34	8,21	R	265,38	----	6024,30	----
137	15,40	7,70	15,00	684,88	676,32	8,56	R	281,03	----	4215,42	----
138	14,60	7,30	22,30	685,19	676,30	8,89	R	296,50	----	6611,85	----
139	30,00	15,00	30,00	685,80	676,62	9,18	R	310,12	----	9303,54	----
140	30,00	15,00	30,00	686,40	677,79	8,61	R	283,41	----	8502,36	----
141	30,00	15,00	30,00	686,98	679,12	7,86	R	249,71	----	7491,25	----
142	30,00	15,00	30,00	687,54	680,47	7,07	R	216,22	----	6486,75	----
143	30,00	15,00	30,00	688,08	682,01	6,08	R	176,88	----	5306,33	----
144	30,00	15,00	30,00	688,61	683,95	4,66	R	125,83	----	3774,94	----
145	30,00	15,00	30,00	689,11	685,21	3,90	R	100,97	----	3029,02	----
146	30,00	15,00	30,00	689,60	685,90	3,71	R	94,71	----	2841,37	----
147	30,00	15,00	30,00	690,07	686,74	3,34	R	83,46	----	2503,75	----
148	30,00	15,00	30,00	690,53	688,10	2,43	R	57,45	----	1723,56	----
149	30,00	15,00	30,00	690,96	690,60	0,36	R	7,36	----	220,69	----
150	30,00	15,00	30,00	691,38	692,05	-0,68	D	----	-13,06	0,00	-391,78
151	30,00	15,00	30,00	691,78	693,92	-2,15	D	----	-38,32	0,00	-1149,72
152	30,00	15,00	18,45	692,16	694,36	-2,20	D	----	-39,22	0,00	-723,49
153	6,89	3,45	4,82	692,24	694,43	-2,19	D	----	-38,96	0,00	-187,85
154	2,75	1,37	11,55	692,28	694,46	-2,18	D	----	-38,87	0,00	-449,11

155	20,36	10,18	25,18	692,52	695,02	-2,51	D	----	-43,83	0,00	-1103,49
156	30,00	15,00	30,00	692,86	694,48	-1,62	D	----	-29,70	0,00	-890,95
157	30,00	15,00	30,00	693,19	694,03	-0,84	D	----	-16,15	0,00	-484,59
158	30,00	15,00	30,00	693,50	693,67	-0,17	D	----	-3,42	0,00	-102,61
159	30,00	15,00	30,00	693,79	693,45	0,35	R	7,12	----	213,74	----
160	30,00	15,00	30,00	694,08	693,06	1,02	R	22,03	----	660,76	----
161	30,00	15,00	30,00	694,37	692,63	1,74	R	39,45	----	1183,57	----
162	30,00	15,00	30,00	694,66	692,70	1,96	R	44,94	----	1348,10	----
163	30,00	15,00	30,00	694,95	692,89	2,06	R	47,48	----	1424,29	----
164	30,00	15,00	15,31	695,24	693,17	2,07	R	47,85	----	732,31	----
165	0,61	0,31	15,00	695,24	693,17	2,07	R	47,85	----	717,69	----
166	29,39	14,69	29,69	695,53	693,66	1,87	R	42,56	----	1263,74	----
167	30,00	15,00	30,00	695,82	694,17	1,65	R	37,08	----	1112,51	----
168	30,00	15,00	30,00	696,10	694,86	1,25	R	27,28	----	818,32	----
169	30,00	15,00	30,00	696,39	694,75	1,65	R	36,96	----	1108,92	----
170	30,00	15,00	30,00	696,68	694,24	2,44	R	57,86	----	1735,93	----
171	30,00	15,00	30,00	696,97	693,68	3,30	R	82,20	----	2466,10	----
172	30,00	15,00	30,00	697,26	693,58	3,69	R	94,08	----	2822,53	----
173	30,00	15,00	30,00	697,55	694,79	2,76	R	66,70	----	2000,91	----
174	30,00	15,00	30,00	697,84	695,61	2,23	R	52,06	----	1561,70	----
175	30,00	15,00	30,00	698,13	696,91	1,21	R	26,49	----	794,72	----
176	30,00	15,00	16,72	698,42	698,75	-0,33	D	----	-6,48	0,00	-108,33
177	3,45	1,72	15,00	698,45	698,96	-0,51	D	----	-9,90	0,00	-148,53
178	26,55	13,28	28,28	698,71	700,68	-1,98	D	----	-35,61	0,00	-1006,86
179	30,00	15,00	30,00	699,00	700,66	-1,67	D	----	-30,58	0,00	-917,38
180	30,00	15,00	30,00	699,28	698,72	0,56	R	11,77	----	353,17	----
181	30,00	15,00	30,00	699,57	698,65	0,93	R	19,84	----	595,07	----
182	30,00	15,00	30,00	699,86	698,44	1,42	R	31,48	----	944,41	----
183	30,00	15,00	30,00	700,15	696,78	3,37	R	84,54	----	2536,22	----
184	30,00	15,00	30,00	700,44	693,98	6,46	R	191,94	----	5758,18	----
185	30,00	15,00	30,00	700,73	694,59	6,14	R	179,36	----	5380,94	----
186	30,00	15,00	30,00	701,02	696,64	4,38	R	116,35	----	3490,50	----
187	30,00	15,00	30,00	701,31	697,38	3,93	R	101,80	----	3053,88	----
188	30,00	15,00	30,00	701,60	697,68	3,92	R	101,49	----	3044,73	----
189	30,00	15,00	30,00	701,89	698,51	3,38	R	84,66	----	2539,66	----
190	30,00	15,00	30,00	702,18	698,66	3,51	R	88,78	----	2663,34	----
191	30,00	15,00	26,90	702,46	701,14	1,33	R	29,14	----	783,93	----
B	23,80	11,90	11,90	702,69	702,69	0,00	D	----	0,00	0,00	0,00
		Σ	5153,80							366287,70	-95130,25
											271157,45 m <sup>3</sup>

Tableau IV.29 : cubatures approchés Variante 03

#### IV-Le choix de la variante :



Pour le choix de variante, on a dressé un tableau comparatif des trois solutions étudiées.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	Variante N°3	Comparaison		
Longueur totale de l'itinéraire	m	5167.89	5262.86	5153.68	+	+	+
Déclivité maximale	%	4.11	4.24	3.58	+	+	+
Déclivité minimale		0.41	0.6	0.06	-	+	-
Pourcentage Alignement droit	%	55	55	64	+	+	+
Pourcentage courbe	%	45	45	36	+	+	+
Rayon maximum	m	1000	800	1000	+	+	+
Rayon minimum	m	350	350	100	+	+	-
Nombre de virage		10	11	10	+	-	+
Quantité de déblai	m <sup>3</sup>	57591.29	117489,45	366287.70	-	+	-
Quantité de remblai	m <sup>3</sup>	200203.73	78543,96	95130.25	-	+	-
Déblai - Remblai	m <sup>3</sup>	142612.49 R	38945,49 D	271157.45R	-	+	-
					7	10	6

Tableau IV.30 : variante choisie

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante la plus avantageuse qui est la variante N°2

---

*CHAPITRE V : APD ETUDE  
DE LA VARIANTE CHOISIE*

---

## I- Etude de la variante choisie :

### Les coordonnées des sommets :

Sommets	X (m)	Y (m)
A	107044,0980	406529,1338
S1	107826,0004	406402,9086
S2	107984,4821	406368,4689
S3	108491,6509	406126,0600
S4	108563,8915	405568,0609
S5	109068,8440	405561,6521
S6	109428,3041	405718,3673
S7	109739,4252	405610,5901
S8	110130,9491	405706,6852
S9	110915,2146	405625,7448
S10	111282,5265	405575,8832
S11	111575,7382	405391,7446
B	111785,0701	405333,5256

Tableau V.1 : Coordonnées définissant l'axe de la variante choisie

### Les rayons en plan choisis :

Virages	Rayon en plan choisis (m)
1	600
2	600
3	350
4	350
5	350
6	350
7	350
8	650
9	800
10	650
11	650

Tableau V.2 : Rayons de la variante choisie

## **II-Etude du trafic :**

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

Apprécier la valeur économique des projets.

- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

### ***L'analyse des trafics existants :***

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

### ***La Mesure Des Trafics :***

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- Les comptages
- Les enquêtes

### **Les Comptages :**

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

## **Les comptages manuels :**

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.M.J.A).

## **Les comptages automatiques :**

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

**Les comptages permanents** : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

**Les comptages temporaires** : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

**L'inconvénient de cette méthode** : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

## **Les Enquêtes :**

### **Les Enquêtes Origine Destination :**

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

### **Les Enquêtes papillons ou distributions :**

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

**Les avantages de la méthode :** sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

**Les inconvénients de la méthode :** c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

### **Relevé des plaques minéralogiques :**

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

### **Interview des conducteurs :**

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

## **Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :**

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

## ***Différents types de trafic :***

### **Trafic normal :**

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

### **Trafic dévié :**

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.

### **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 coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

### **Trafic total :**

C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

## **Calcul de la capacité :**

### **Définition de la capacité :**

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

La capacité dépend :

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

### **Projection Future Du Trafic :**

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

$$\mathbf{TMJA_h = TMJA_0 (1+\tau)^n}$$

Avec :

**TMJA<sub>h</sub>** : Le trafic à l'année horizon.

**TMJA<sub>0</sub>** : Le trafic à l'année de référence.

**n** : Nombre d'année.

**τ** : Taux d'accroissement du trafic (%).

### **Calcul de trafic effectif :**

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

Avec :

T<sub>eff</sub> : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds

Routes	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau V.3 : coefficient d'équivalence

### Débit De Pointe Horaire Normal :

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

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

Avec :

Q : débit de pointe horaire

n : nombre d'heure, (en général n=8heures)

T<sub>eff</sub> : trafic effectif

### Débit Horaire Admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

Environnement	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau V.4 : valeurs de K<sub>1</sub>

Environnement	1	2	3	4	5
E <sub>1</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E <sub>2</sub>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E <sub>3</sub>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau V.5 : valeurs de K<sub>2</sub>

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

Tableau V.6 : valeurs de la capacité théorique

### Détermination Nombre Des Voies :

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle** : on compare **Q** à **Q<sub>adm</sub>** et on opte le profil auquel correspond la valeur de **Q<sub>adm</sub>** la plus proche à **Q**.
- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle** : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport **S.Q/Q<sub>adm</sub>**.

Avec : **Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie

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

### Les données de trafic :

- ✓ Le trafic de l'année (2019) : TMJA = 11000 v/j.
- ✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic :  $\tau = 3\%$ .
- ✓ Le pourcentage des poids lourds : %PL = 20%.
- ✓ Durée de vie : n = 20 ans.
- ✓ Indice de CBR : I = 4.
- ✓ Durée d'étude et d'exécution : n = 3ans.

**Trafic à l'année de mise :**

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^n = 11000(1 + 0.03)^3 = 12020 \text{ V / J}$$

**Le trafic de l'année horizon à la 20ème année « durée de vie »:**

$$T_n = T_1(1 + \tau)^n = 12020 (1 + 0.03)^{20} = 21709 \text{ V/J}$$

**Trafic effectif :**

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P.Z] \times T_{20}$$

Les valeurs de P « coefficient d'équivalence » sont données par le tableau des normes B40.

Pour notre cas : P = 4 (Environnement 2)

$$T_{\text{eff}} = [ (1 - 0.20) + 4 \times 0.20 ] \times \mathbf{21709}$$

$$T_{\text{eff}} = \mathbf{34735 \text{ UVP/j}}$$

**Débit de pointe horaire normal :**

$$Q_{\text{Horizon}} = 0.12 * T_{\text{eff}}$$

$$Q_{\text{Horizon}} = 0.12 * 34735 = \mathbf{4168 \text{ UVP/ J}}$$

**Capacité admissible :**

$$Q_{\text{adm}} = K_1 * K_2 * C_{\text{th}}$$

$$C_{\text{th}} = Q / (K_1 * K_2)$$

Les valeurs de K1 sont données par le tableau B40, elles sont en fonction du niveau de service (environnement, catégorie).

K1 : coefficient dépendant de l'environnement

K2 : coefficient de réduction

Les valeurs de K1 et K2 sont les suivants :

- Catégorie 2 et Environnement 2      K1 = 0.85, K2 = 0.99

$$C_{\text{th}} = \frac{4168}{0.85 \times 0.99} = \mathbf{4953 \text{ UVP/ J}}$$

À partir du tableau, et pour une chaussée bidirectionnelle la valeur la plus proche de  $C_{th}$  est **1800 uvp/ j**

**Débit admissible :**

$$d = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

$$d = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = \mathbf{1514.7 \text{ UVP/ J}}$$

**Nombre de voie :**

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d}$$

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{4168}{1514.7} = 1.83$$

$$N = 2 \text{ voies / sens.}$$

### III-RACCORDEMENTS PROGRESSIFS :

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

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

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

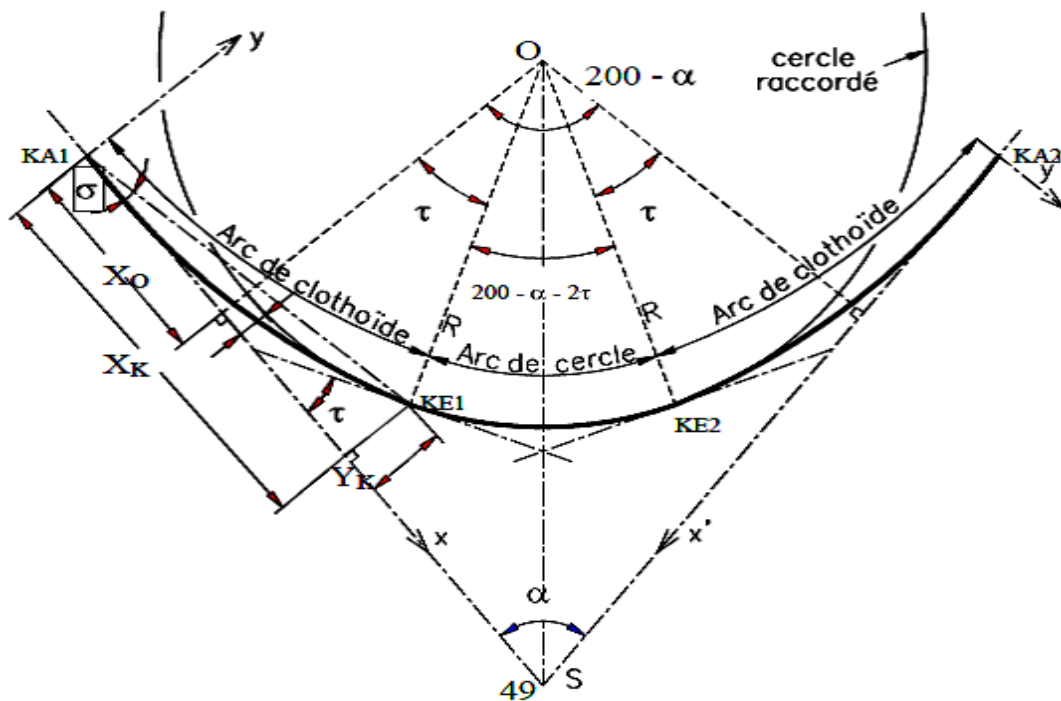


Figure V.1-raccordement progressif

### Propriétés de la clothoïde :

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné

P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

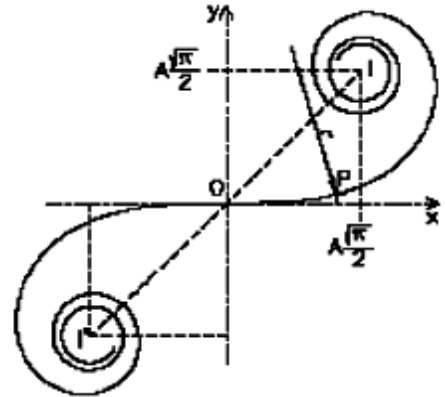


Figure V.2-clothoïde

L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = r \times L$

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

### Dévers :

#### Dévers 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 indépendants de la route : intensité et durée de la pluie paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes seront adoptées en Algérie

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

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

### Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

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

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

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Environnement Devers	Facile	moyen	Difficile
<b>Devers Minimal</b>			
- Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
- Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>			
- Cat 1-2	7%	7%	7%
- Cat 3-4	8%	8%	7%
- Cat 5	9%	9%	9%

Tableau V.7 : Dévers en fonction de l'environnement

### Détermination des dévers aux rayons en plan :

#### 1er cas :

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

#### 2ème cas :

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

3ème cas :

Si :  $RHN \leq R \leq RHd$   $\Rightarrow$  le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

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

4ème cas :

Si :  $RHm < R < RHN$ , la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

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

**Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie :**

Virages	Rayon en plan choisis (m)
1	600
2	600
3	350
4	350
5	350
6	350
7	350
8	650
9	800
10	650
11	650

Rayons en plan	Normés (m)	Calculés (m)
RHm	250	251,97
RHN	450	437,45
RHd	1000	1007,87
RHnd	1400	1439,82

- $RHN \leq R1 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHN \leq R2 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHm \leq R3 \leq RHN$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHm \leq R4 \leq RHN$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R5 \leq RHN$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R6 \leq RHN$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R7 \leq RHN$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHN \leq R8 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHN \leq R9 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHN \leq R10 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd
- $RHN \leq R11 \leq RHd$  Interpolation entre devers RHN et celui de RHd

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

$$d(R) = \left[ \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \right] \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) + d(RHd)$$

Rayon (m)		dévers d( R )
R1	600 m	3,86%
R2	600 m	3,86%
R3	350 m	5,71%
R4	350 m	5,71%
R5	350 m	5,71%
R6	350 m	5,71%
R7	350 m	5,71%
R8	650 m	3,60%
R9	800 m	3,01%
R10	650 m	3,60%
R11	650 m	3,60%

Tableau V.8 : Dévers associés

#### IV-Longueur des raccordements :

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

##### **La condition de confort dynamique :**

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

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

##### **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.

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

##### **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.

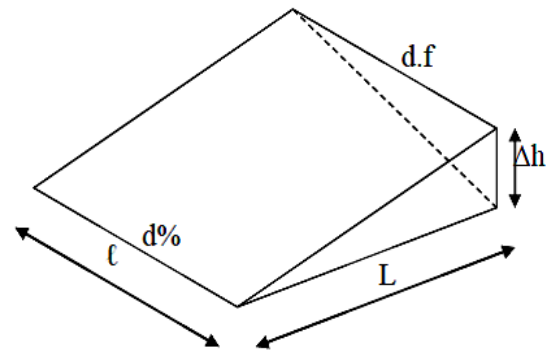
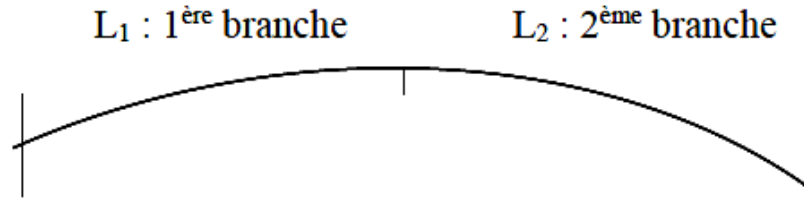


Figure V.3- Condition de gauchissement

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

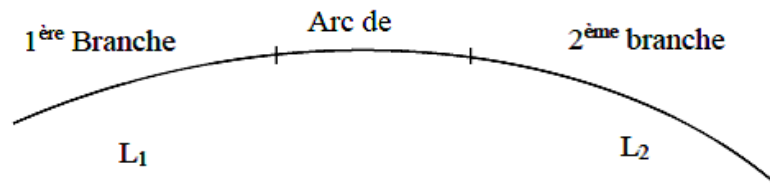
**Vérification de non chevauchement :**

**1<sup>er</sup> cas :**



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

**2<sup>ème</sup> cas :**



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

93

**3<sup>ème</sup> cas :**



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

**Application à notre projet :**

N° Virages	Conditions						Lmax (m)	L choisie (m)
	Gauchi- ssement	confort dynamique	Optique	Non Chevauchement				
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	$\tau$ (gr)	$\beta/2$ (gr)			
1	35,64	7,24	120,00	6,3662	1,71665	Chevauchement	120,00	<b>120</b>
2	35,64	7,24	120,00	6,3662	7,381	Non chevauchement	120,00	<b>120</b>

3	46,00	21,99	91,65	8,3670	31,70955	Non chevauchement	91,65	<b>92</b>
4	46,00	21,99	91,65	8,3670	45,4979	Non chevauchement	91,65	<b>92</b>
5	46,00	21,99	91,65	8,3670	13,4906	Non chevauchement	91,65	<b>92</b>
6	46,00	21,99	91,65	8,3670	23,7016	Non chevauchement	91,65	<b>92</b>
7	46,00	21,99	91,65	8,3670	18,27605	Non chevauchement	91,65	<b>92</b>
8	34,17	5,87	124,90	6,1213	10,93465	Non chevauchement	124,90	<b>125</b>
9	30,86	2,80	138,56	5,5306	1,02115	Chevauchement	138,56	<b>139</b>
10	34,17	5,87	124,90	6,1213	13,55475	Non chevauchement	124,90	<b>125</b>
11	34,17	5,87	124,90	6,1213	9,2149	Non chevauchement	124,90	<b>125</b>

*Tableau V.9 : longueurs des raccordements*

**Calcul des paramètres des deux clothoïde :**

Les paramètres des clothoïdes		N° de virage					
		2	3	5	6	8	10
R	Rayon (m)	600	350	350	350	650	650
L	Longueur de la clothoïde (m)	120	92	92	92	125	125
A	Paramètre de la clothoïde (m)	268	179	179	179	285	285
A	Angle au sommet (gr)	185,2380	136,5809	173,0188	152,5968	178,1307	172,8905
$\beta$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	14,7620	63,4191	26,9812	47,4032	21,8693	27,1095
$\tau$	Angle des tangentes (gr)	6,3660	8,3670	8,3670	0,7950	6,1210	6,1210
$\gamma$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	2,0300	46,6851	10,2472	34,7583	9,6273	14,8675
XKE	Abcisse de l'extrémité de la cloth. (m)	120,00	92,00	92,00	92,00	125,00	125,00
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	4,00	4,03	4,03	4,03	4,01	4,01
$\sigma$	Angle Polaire	2,1213	2,7872	2,7872	2,7872	2,0397	2,0397
Lcercle	Long. de la partie circulaire (m)	19,13	256,66	56,34	191,09	98,30	151,80
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	120,07	92,09	92,09	92,09	125,06	125,06
Xo	Abcisse du centre (m)	60,10	46,13	46,13	87,63	62,60	62,60
Yo	Ordonnées du centre (m)	601,00	351,01	351,01	354,00	651,00	651,00
KA-O	Distance Ka-centre (m)	604,00	354,03	354,03	364,68	654,00	654,00
DR	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT	Développée totale (m)	259,13	440,66	240,34	375,09	348,30	401,80
T	Distance S-KA (m)	130,09	237,01	121,64	224,70	175,53	203,34
TK	Tangente courte (m)	40,07	30,76	30,76	322,76	41,73	41,73
TL	Tangente longue (m)	115,98	87,93	87,93	87,97	120,97	120,97
Biss	Bissectrice (m)	5,06	49,55	9,03	26,81	10,72	16,04

*Tableau V.10: Éléments de la clothoïde*

**Variation du dévers dans la clothoïde :**

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde

**Méthode de calcul des dévers en clothoïde :**

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

**Clothoïde 1 :**

$$R2 = 600m \quad L = 120.00m \quad d(R2) = 4.21 \% \quad d_{min} = 2.50\%$$

1ère branche de clothoïde :

Bord extérieur :

$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x < \frac{\Delta d}{L} \\ d_{ext} & \text{si } x > \frac{\Delta d}{L} \end{cases}$$

Virage 2			
L = 120,00 m		x = 113,14 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,97%	-2,50%
P2	20	-1,44%	-2,50%
P3	30	-0,91%	-2,50%
P4	40	-0,38%	-2,50%
P5	50	0,15%	-2,50%
P6	60	0,68%	-2,50%
P7	70	1,21%	-2,50%
P8	80	1,74%	-2,50%
P9	90	2,27%	-2,50%
P10	100	2,80%	-2,50%
P11	110	3,33%	-2,50%
KE	<b>120</b>	3,86%	3,86%

Virage 3			
L = 92,00 m		x = 67,20 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,61%	-2,50%
P2	20	-0,71%	-2,50%
P3	30	0,18%	-2,50%
P4	40	1,07%	-2,50%
P5	50	1,96%	-2,50%
P6	60	2,86%	-2,50%
P7	70	3,75%	3,75%
P8	80	4,64%	4,64%
P9	90	5,54%	5,54%
KE	92	5,71%	5,71%

Virage 5			
L = 92,00 m		x = 67,20 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,61%	-2,50%
P2	20	-0,71%	-2,50%
P3	30	0,18%	-2,50%
P4	40	1,07%	-2,50%
P5	50	1,96%	-2,50%
P6	60	2,86%	-2,50%
P7	70	3,75%	3,75%
P8	80	4,64%	4,64%
P9	90	5,54%	5,54%
KE	<b>92</b>	5,71%	5,71%

Virage 6			
L = 92,00 m		x = 67,20 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,61%	-2,50%
P2	20	-0,71%	-2,50%
P3	30	0,18%	-2,50%
P4	40	1,07%	-2,50%
P5	50	1,96%	-2,50%
P6	60	2,86%	-2,50%
P7	70	3,75%	3,75%
P8	80	4,64%	4,64%
P9	90	5,54%	5,54%
KE	92	5,71%	5,71%

Virage 8			
L = 125,00 m		x = 122,92 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,01%	-2,50%
P2	20	-1,52%	-2,50%
P3	30	-1,04%	-2,50%
P4	40	-0,55%	-2,50%
P5	50	-0,06%	-2,50%
P6	60	0,43%	-2,50%
P7	70	0,92%	-2,50%
P8	80	1,40%	-2,50%
P9	90	1,89%	-2,50%
P10	100	2,38%	-2,50%
P11	110	2,87%	-2,50%
P12	120	3,36%	-2,50%
KE	<b>125</b>	3,60%	3,60%

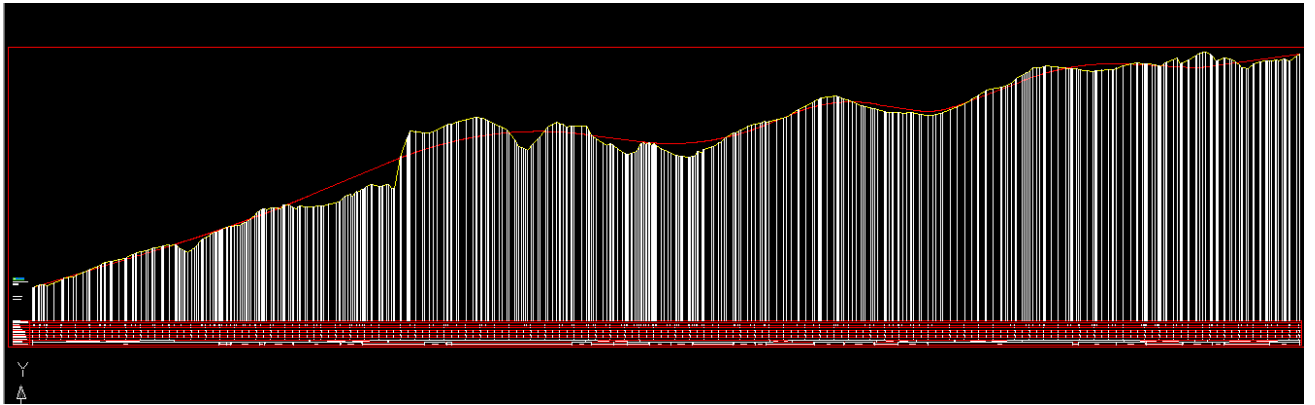
Virage 10			
L = 125,00 m		x = 122,92 m	
N° Profil	x (m)	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,01%	-2,50%
P2	20	-1,52%	-2,50%
P3	30	-1,04%	-2,50%
P4	40	-0,55%	-2,50%
P5	50	-0,06%	-2,50%
P6	60	0,43%	-2,50%
P7	70	0,92%	0,92%
P8	80	1,40%	1,40%
P9	90	1,89%	1,89%
P10	100	2,38%	2,38%
P11	110	2,87%	2,87%
P12	120	3,36%	3,36%
KE	<b>125</b>	3,60%	3,60%

---

*CHAPITRE VI : PROFIL EN  
LONG*

---

## I- PROFIL EN LONG :



Le profil en long est le développement du cylindre vertical sur lequel est tracé l'axe de la route. Il est constitué de segments de droite raccordés par des arcs (paraboles) de cercles caractérisés par leur rayon. Pour les segments de droite, on parle de pente ou de rampe suivant que la route descend ou monte dans le sens de la marche.

### Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur ;
- Éviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers pas nuls dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles notamment.
- Éviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.

- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

### Éléments de composition du profil en long :

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

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

### Les types de rayons :

- ❖ Les rayons en angle rentrants (concaves).
- ❖ Les rayons en angle saillant (convexes).

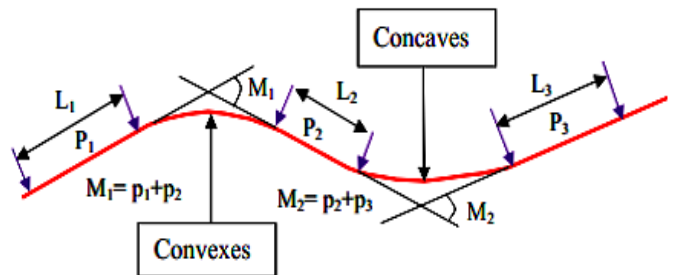


Figure VI.1 : Elément géométrique du profil en long

### II-Déclivités :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

Rampe =	3,04%
Rayon =	50000 m
Rampe =	4,17%
Rayon =	-15000 m
Pente =	-1,30%
Rayon =	10000 m
Rampe =	4,11%
Rayon =	-6000 m
Pente =	-1,59%
Rayon =	3000 m
Rampe =	3,77%
Rayon =	-10000 m
Pente =	-0,47%
Rayon =	3000 m
Rampe =	1,34%

Tableau VI.1. Déclivités

**1) Déclivité minimale :**

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement le long de la route au bord de la chaussée. On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $I_{min} = 0,5 \%$  dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $I_{min} = 0,5 \%$  dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

**2) Déclivité maximale :**

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL
- Condition économique.

<b>VB(km/h)</b>	40	60	80	100	120	140
<b>I<sub>max</sub>(%)</b>	8	7	6	5	4	4

Tableau VI.2 : Déclivité maximale (B40).

***Ligne rouge :***

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

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

### **III-Rayons de raccordement :**

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

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

#### **Raccordement convexe (angle saillant) :**

Les rayons assurant la condition de visibilité sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour un choix bidirectionnelle, pour une vitesse de base VB de 80 km/h, la catégorie CAT2 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans un tableau.

#### **Raccordement concave (angle rentrant) :**

Les rayons assurant la condition de confort sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour une vitesse de base VB de 80 km/h, la catégorie CAT2 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Vitesse de référence (km/h)		80
Rayon en angle saillant (RV1)	Minimal absolu Rvm1	2500
	Minimal normal Rvn1	6000
Rayon en angle rentrant (RV2)	Minimal absolu Rvm2	2400
	Minimal normal Rvn2	3000
Déclivité maximale $I_{max}$ (%)		6

Tableau VI.3 : Rayons en angle saillant et en angle rentrant

#### **Raccordement parabolique :**

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

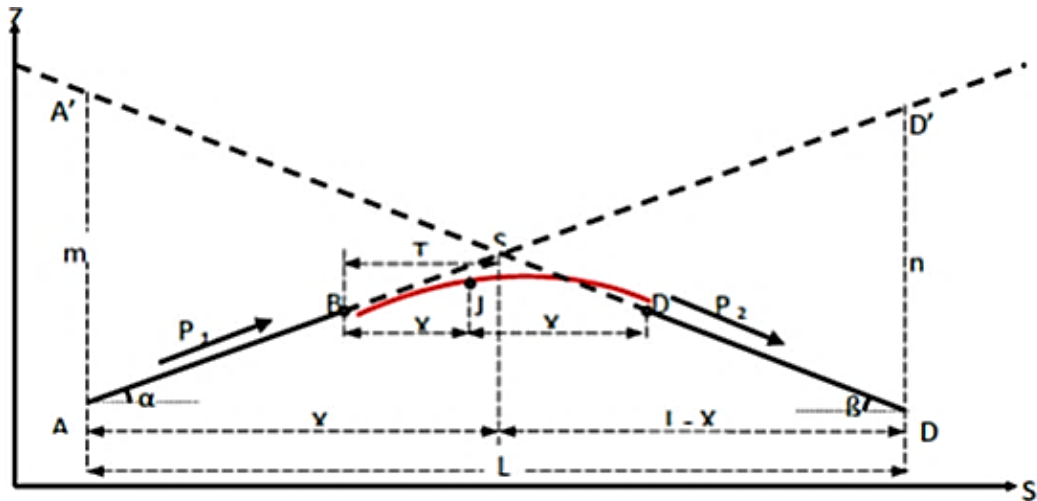


Figure VI.2 : la courbe du profil en long

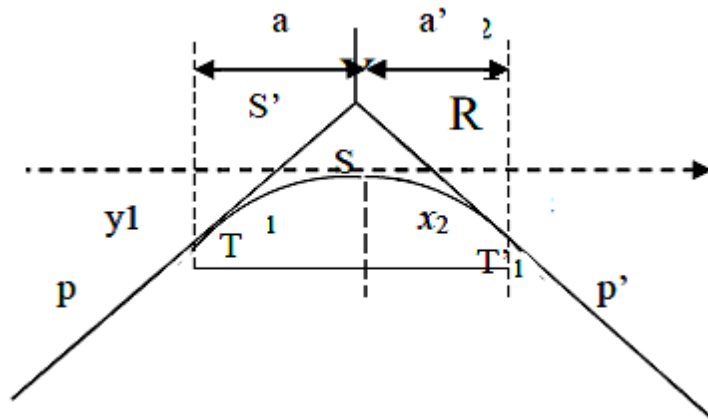


Figure VI.3 : raccordement parabolique

L'équation de la tangente en un point quelconque 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'obtiennent:

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

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

Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

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

Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$a = \dot{a} = \frac{R}{2} (P-P')$$

**La flèche est donnée par :**

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

Où p et p' sont en valeur absolue.

#### **VI.4- Paramètres cinématiques :**

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

Le frottement du pneumatique sur la chaussée dépendant de la route se caractérise par 3 états :

- Etat de la chaussée ;
- Etat atmosphérique ;
- Etat des pneus du véhicule.

Pour l'importance du coefficient de frottement « fL » des chaussées, on pourrait admettre les valeurs suivantes :

- Chaussée sèche, pneu en bon état : fL = 0,8 à 0,9
- Chaussée mouillée, pneu usé : fL = 0,3 à 0,4
- Chaussée lisse mouillée, pneu usé : fL = 0,1 à 0,2
- Verglas et boue : fL = 0,05 à 0,1

#### **Distance minimale de freinage « d0 » :**

La distance de freinage « d0 » représente une distance nécessaire pour permettre à une roue roulante avec une vitesse v, de s'arrêter sur une chaussée mouillée. Autrement dit

c'est la longueur que parcourt le conducteur pendant le freinage qui annule totalement la 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 =  $9.81 \text{ m/s}^2$

$f\ell$ : coefficient de frottement

$i$  : rampe ou pente.

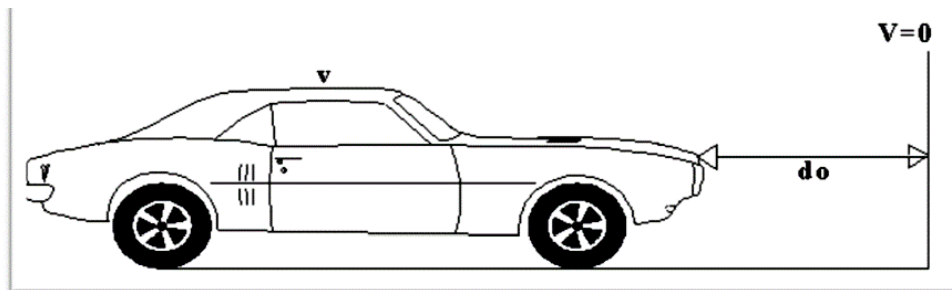


Figure V.4 : Distance de freinage

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

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

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.

$V_r$ (Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT						
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	/

Tableau VI.4 : Valeur de  $F_l$

Catégorie 2  $V_r = 80 \text{ km/h}$   $f_l = 0.39$

Exemple de calcul :

- Rampe P1 = 3.041 %

En Rampe :

$$d_o = 0.04 \times \frac{80^2}{9.81(0.39 + 0.03)}$$

$$d_o = 62.07 \text{ m}$$

En pente :

P2 = -1.299 %

$$d_o = 0.04 \times \frac{80^2}{9.81(0.39 - 0.01299)}$$

$$d_o = 69.21 \text{ m}$$

En palier :

$$d_o = 0.04 \times \frac{80^2}{9.81 \times 0.39}$$

$$d_o = 66.91 \text{ m}$$

**Distance d'arrêt :**

La distance parcourue par le véhicule entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est appelée distance d'arrêt « d1 ».

Elle est obtenue en ajoutant à la distance de freinage « d0 » l'espace parcouru durant le temps de perception-réaction « t ».

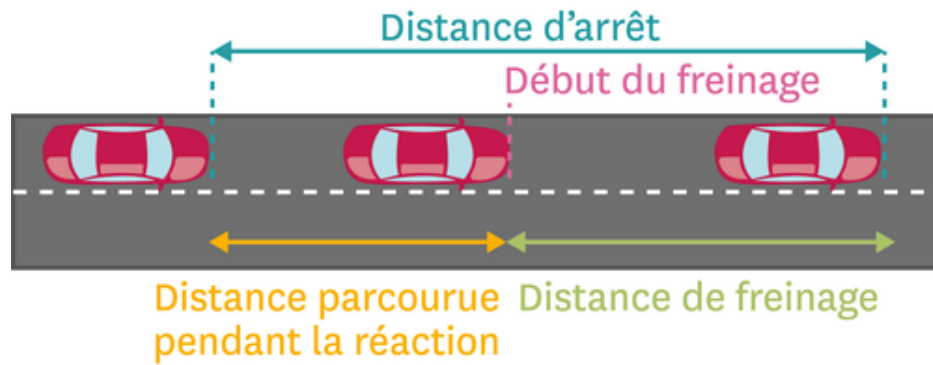


Figure VI.5 : distance d'arrêt en alignement droit

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

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

$$\text{Pour } V_r = 80 \text{ km/h} \rightarrow t = 1.8 \text{ s}$$

$$d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

Pour  $d_0 = 62.07 \text{ m}$

$$d_1 = 0.50 (80) + 62.07 = \mathbf{102.07 \text{ m}}$$

Pour  $d_0 = 69.21 \text{ m}$

$$d_1 = 0.50 (80) + 69.92 = \mathbf{109.21 \text{ m}}$$

**Distance d'arrêt en courbes (d2) :**

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

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

$$d_2 = 0.50 V_r + 1.25 d_0$$

Pour  $d_0 = 62.07 \text{ m}$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 62.07 = \mathbf{117.59 \text{ m}}$$

Pour  $d_0 = 69.21 \text{ m}$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 69.21 = \mathbf{126.51 \text{ m}}$$

**Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :**

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci

amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.  
Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

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

Tableau VI.5 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

### **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.

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

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

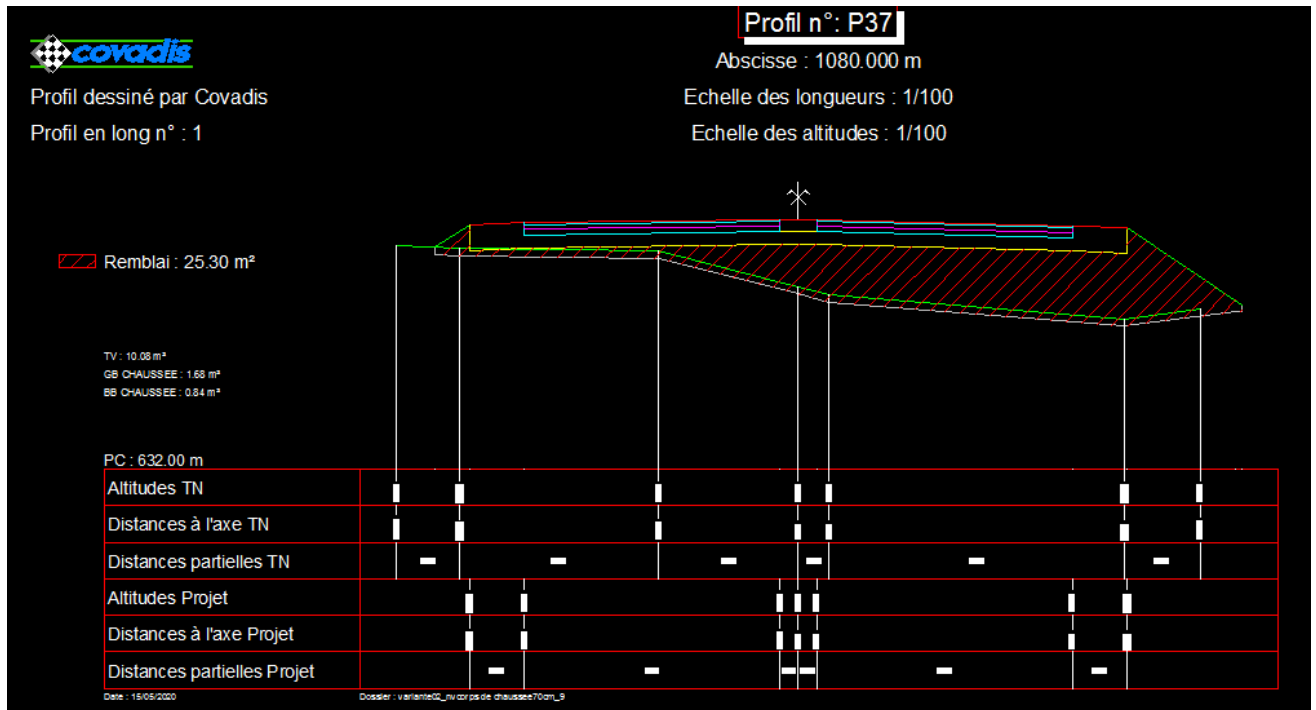
$$\text{Donc : } E = 8 + 0.2 \times 80 + 0.003 \times 80^2 = \mathbf{43.2 \text{ m}}$$

---

*CHAPITRE VII : PROFIL EN  
TRAVERS*

---

## I - Profil en travers :



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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « **profil en travers** » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc.).

## II- MODERNISATION DU PROFIL EN TRAVERS :

La route existante présente un profil en travers caractérisé par une chaussée de largeur variable. En effet la sortie sur site nous a permis, en premier de relever que la largeur de la chaussée existante n'est pas fixe le long de la tracé (varie entre 4m et 6m), en second lieu de constater une insuffisance des accotements et leurs absences au niveau de certaines sections de la route.

## III- TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :

On distingue deux types de profils : type et courant.

#### - Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (Remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

#### - Le profil en travers courant :

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

### IV- LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS:

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

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

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

**L'assiette** : Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

**L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc.), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

**Les accotements** : Les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

**B.D.G** : onde dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

**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.

**Berme** : Partie latérale non roulable de l'accotement, bordant une A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

**B.A.U** : Partie de l'accotement, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée.

**Banquette** : Parapet de terre établi le long d'une route.

**Caniveau** : Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau.

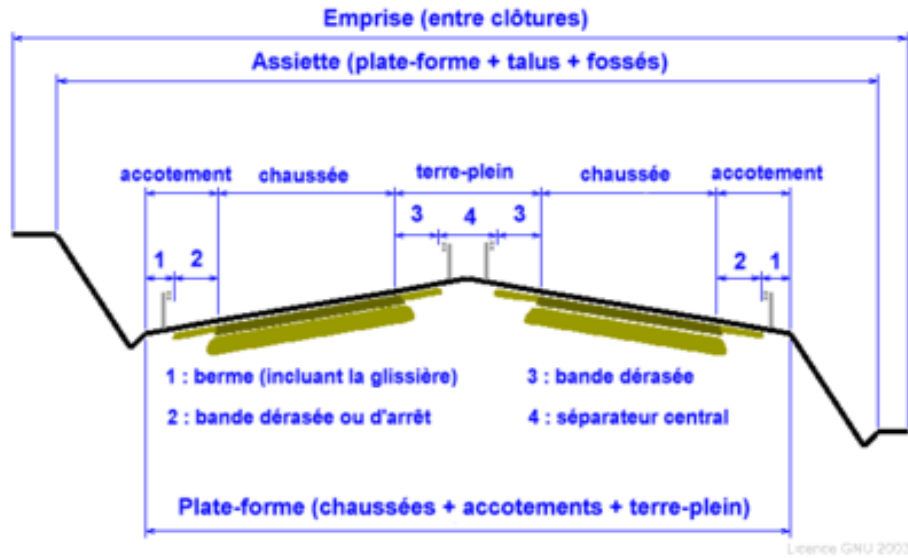


Figure VII.1 : Eléments du profil en travers

Application au projet :

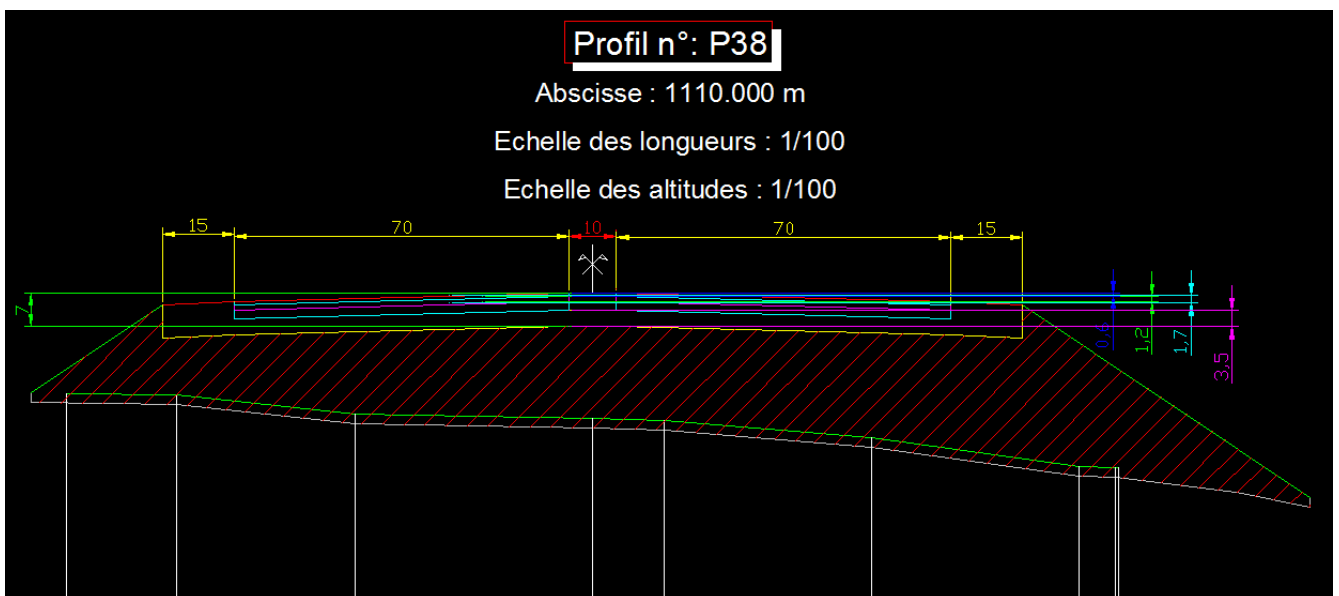


Figure VII.2- Profil en travers type de la variante choisie

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée :  $2 \times 7.00 \text{ m} = 14.00 \text{ m}$
- Terre-plein-central de 1 m
- 2 fossés de  $1.5 \times 2 = 3 \text{ m}$
- Accotement :  $1.5 \text{ m} \times 2 = 3,00 \text{ m}$
- Plate forme : 21 m

---

*CHAPITRE VIII :*  
*DIMENSIONNEMENT DU*  
*CORPS DE CHAUSSEE*

---

## I- Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc..... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

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

- ✓ Le trafic.
- ✓ L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- ✓ Le sol support.

## II-Définition de la chaussée :

Au sens Géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

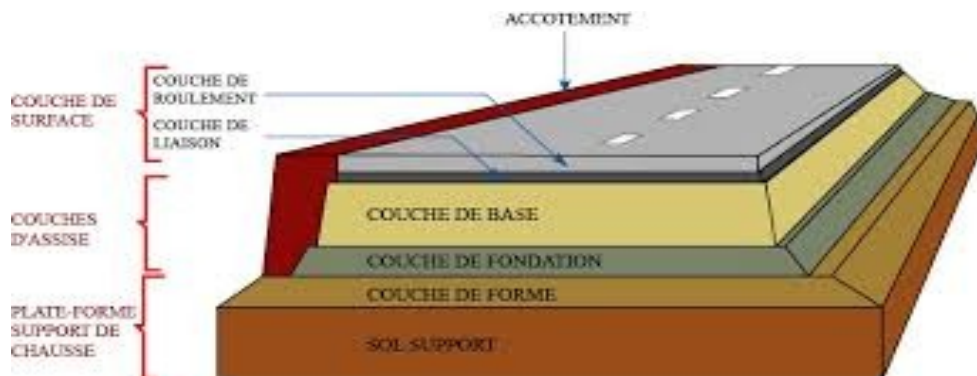


Figure VIII.1- corps de chaussée

Au sens Structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la Reprise des charges. Il existe trois types de chaussées :

- Chaussée souple: Elles constituent l'immense majorité des routes actuelles. Elles sont composées D'une fondation constituée d'un matériau non traité mais stabilisé mécaniquement (Compact), d'une couverture bitumineuse mince (couche de roulement) moins De 15 cm

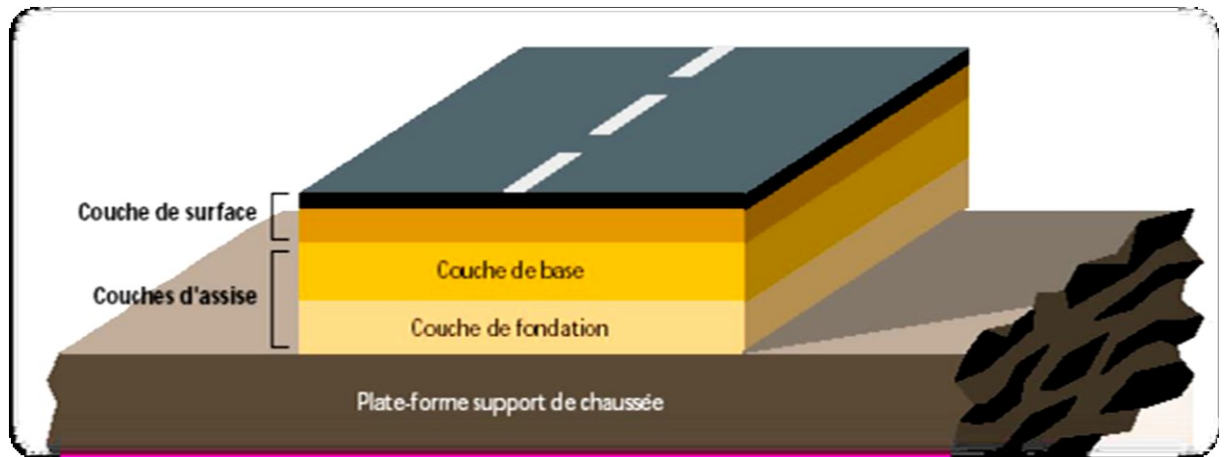


Figure VIII.2- Structure d'une chaussée souple

Chaussée semi – rigide: On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat, ...).

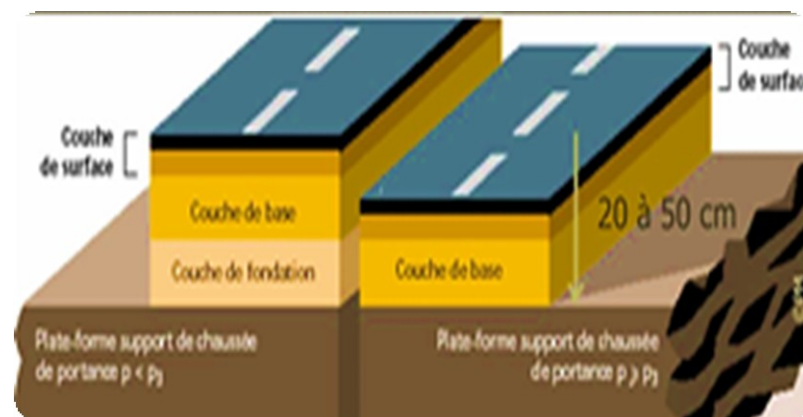


Figure VIII.3- Structure d'une chaussée semi-rigide

- Chaussée rigide: Comportant des dalles en béton (correspondant aux couches de base de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement.

La figure ci-dessous représente les trois types de structure de la chaussée :

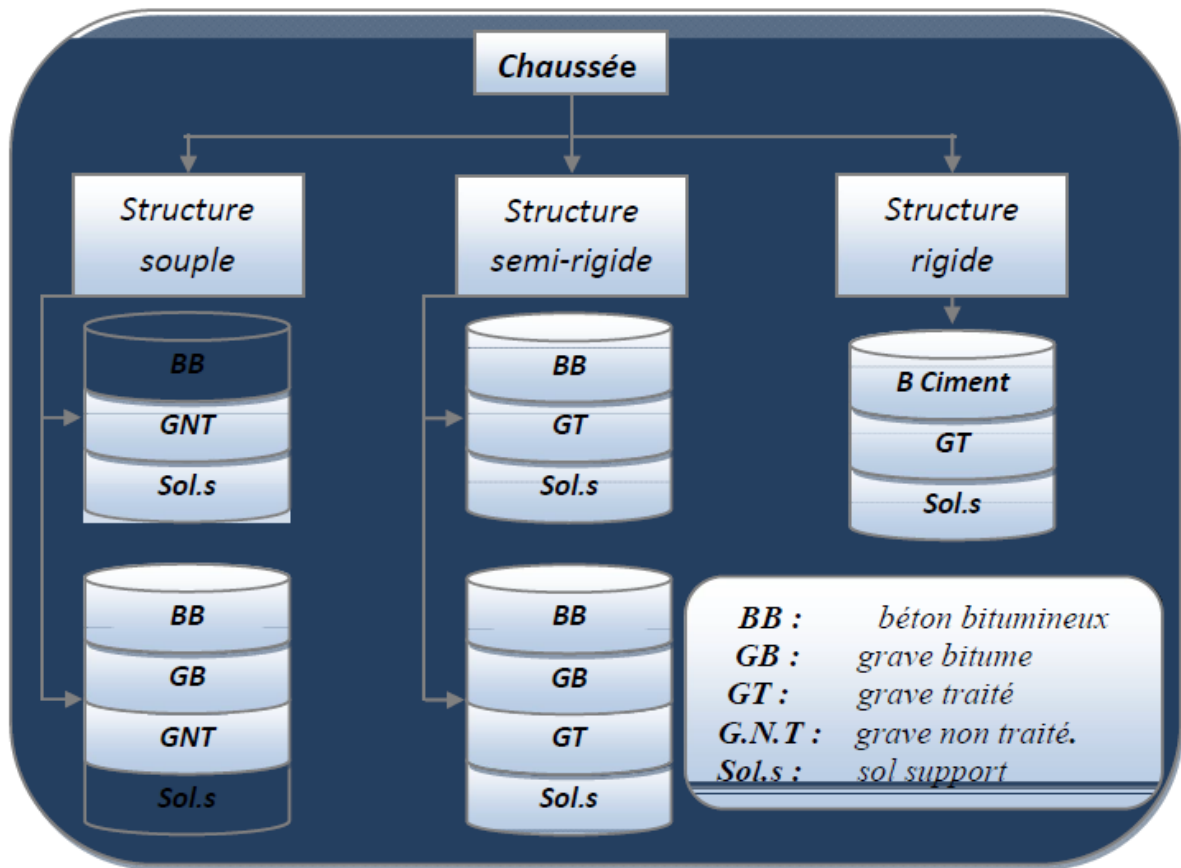


Figure VIII.4 : Types des chaussées

Les différentes couches d'une chaussée sont en partant du bas ; les sous-couches (sub-base), la couche de fondation (foundation course), la couche de base (base course) et la couche de surface (surfacing course).

### 1. Sous-couche :

- a) Anti-contaminante : pour s'opposer à des remontées d'argile.
- b) Drainante : pour assurer l'évacuation de l'humidité.
- c) Anti-capillaire : pour s'opposer aux remontées d'eau par capillarité.
- d) Anti-gel : pour s'opposer au gel.

### 2. Couche de fondation :

Elle répartie les pressions sur le terrain naturel (15 à 30 cm).

### 3. Couche de base :

Elle supporte directement l'action du véhicule qui transmet ces pressions à la couche de fondation (10 à 20 cm).

### 4. Couche de surface : (revêtement)

Elle constitue la chape de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et elle devra assurer la rugosité (qualité essentielle par la sécurité des usagers) (5 à 10 cm).

## **III- Dimensionnement du corps de chaussée :**

### **❖ Principe :**

Il consiste à déterminer une épaisseur de chaussée suffisante pour que le terrain naturel d'assise ne se poinçonne pas sous l'effet des charges de circulation.

### **❖ Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement du corps de chaussée :**

Résistance du terrain naturel : Elle est exprimée par l'indice de CBR (ICBR) « lorsque ICBR est grand, e est petit et inversement.

### **❖ Nature du matériau :**

Le corps de chaussée sera exprimé par le coefficient d'équivalence par un matériau de référence qui est une grave bien propre ou bien graduée.

### **❖ Le trafic :**

Considéré par le nombre moyen journalier « TMJA » des véhicules de plus de 1,5 t à vide.

Le poids de la roue la plus chargée en route ;  $P = 13 / 2 = 6,5$  t.

### ***Remarque générale :***

On distingue 3 groupes de méthodes :

- ✓ Méthodes théoriques : sont des méthodes utilisées pour une recherche théorique.
- ✓ Méthodes empiriques : elles se bornent à une classification des sols et des types de chaussées (expérimentalement).
- ✓ Méthodes semi-empirique : elles combinent entre les résultats théoriques et les essais de laboratoires. Ces méthodes sont les plus répandues.

#### IV- Méthode de dimensionnement du corps de chaussée :

##### A. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) :

C'est une méthode semi empirique qui tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai CBR du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « Boussinesque » pour la répartition ou profondeur des pressions verticales dans un massif homogène semi-infini. Cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance du poinçonnement « I » du sol données par l'essai CBR.

L'épaisseur du corps de chaussée est donnée par l'abaque Américain est telle que :

$$e = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{ICBR + 5}$$

Avec :

e : épaisseur.

ICBR : indice CBR (sol support).

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

##### √Epaisseur de chaque couche constituante :

La structure de chaussée est composée de plusieurs couches de matériaux différents et d'épaisseurs successives e1, e2 et e3 (épaisseurs réelles).

Chaque matériau est défini par son coefficient d'équivalence (a1, a2 et a3).

L'épaisseur totale équivalente sera donc :

$$e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

##### √Coefficient d'équivalence :

L'épaisseur de la couche telle quelle est calculée, l'utilisation de matériaux autres que la grave propre ou graduée, permet de réduire l'épaisseur ou bien de l'augmenter. Dans ce cas, l'épaisseur se déduit de celle qui sera calculée en divisant cette dernière par le coefficient d'équivalence.

**Remarque :** Dans ce projet nous allons utiliser cette méthode.

##### **B. Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP) 1977 ou 1998 :**

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

Pour la détermination de l'épaisseur, il faut passer par les étapes suivantes :

- Détermination de la classe de trafic ;

La classe de trafic est déterminée du trafic cumulée (Poids lourds moyen journalier annuel cumulé) de la voie la plus chargée.

Avec :  $T_c$  : Trafic cumulé correspondant aux VPL sur la durée de vie (**voir tableau suivant**) :

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
$T_0$	$T < 3.5 \cdot 10^5$
$T_1$	$3.5 \cdot 10^5 < T < 7.3 \cdot 10^5$
$T_2$	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
$T_3$	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
$T_4$	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
$T_5$	$T > 4 \cdot 10^7$

Tableau VIII.1 : Classe de trafic  $T_i$

$$T_c = \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau} * T_1 * 365$$

Avec : n : Durée de vie.

- Détermination de la classe du sol ;

La classe du sol est déterminée directement du tableau des  $S_i$  en fonction d'ICBR.

Classe de sol ( $S_i$ )	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

Tableau VIII.2 : Tableau des classes de sol  $S_i$

### Application numérique au projet :

Données :

$$TMJA (2019) = 11000 \text{ v/j.}$$

$$I_{CBR} = 4$$

% PL = 20 %

Durée de vie = 20 ans

$\tau = 3 \%$

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

$$N_1 = N_0 (1 + \tau)^n = 2200 (1 + 0.03)^3 = 2404 \text{ VPL / J}$$

$$N_0 = \text{TMJA} \times \% \text{PL} = 11000 \times 0,20 = 2200 \text{ VPL / J}$$

2- Calcul du trafic du VPL à l'année horizon :

$$N_n = N_1 (1 + \tau)^n$$

$$N_{20} = 2404 (1 + 0,03)^{20} = 4342 \text{ VPL / J}$$

3- Calcul de l'épaisseur théorique :

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5} * [75 + 50 \log (\frac{N}{10})]}{ICBR + 5}$$

Avec :

- **e** : Epaisseur de la chaussée (cm)
- **P** : Charge de la roue maximale (tonnes).
- **I<sub>CBR</sub>**: Indice de CBR
- **N** : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circule sur la chaussée.

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} * [75 + 50 \log(\frac{4342}{10})]}{4 + 5}$$

$$e = 69.7 \text{ cm} \approx 70 \text{ cm}$$

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

L'épaisseur totale équivalente sera :

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

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB	2,00
Grave Bitume GB	1,70
Grave Ciment GC	1,50
Sable Ciment SC	1,20
Grave concassé GCC	1,00
TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

Tableau VIII.3 : matériaux et coefficients d'équivalence

**a- Couche de revêtement : En béton Bitumineux :**

$e_1 = 6 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_1 = 2 \rightarrow e_1 \times a_1 = 12 \text{ cm}$

**b- Couche de base en grave Bitume :**

$e_2 = 12 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_2 = 1.5 \rightarrow e_2 \times a_2 = 18 \text{ cm}$

**b- Couche de base en grave concassé :**

$e_3 = 17 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_3 = 1 \rightarrow e_3 \times a_3 = 17 \text{ cm}$

**c- Couche de fondation en Tuf :**

$e_4 = 35 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_4 = 0.75 \rightarrow e_4 \times a_4 = 26 \text{ cm}$

$$e_{\text{Équi}} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_4 e_4 = 12 + 18 + 17 + 26 = 73 \text{ cm}$$

	Epaisseur e	coefficient	Epaisseur équivalente $e_{\text{eq}}$
BB	6 cm	2	12
GB	12 cm	1.5	18
GC	17 cm	1	17
Tuf	35 cm	0.75	26
$\Sigma$	70 cm	$\Sigma$	73 cm

Couche de Revêtement (B.B)

Couche en GB

Couche de base (GC)

Couche de fondation en Tuf

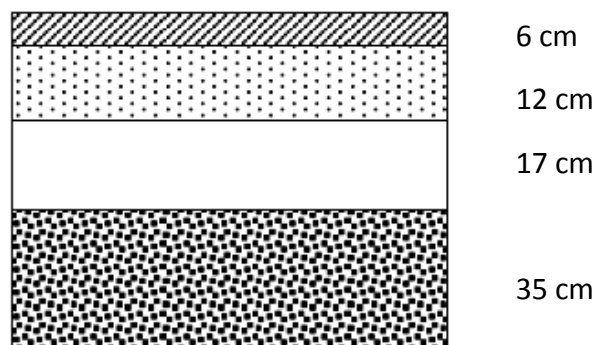


Tableau VIII.4: corps de chaussée "matériaux et épaisseurs"

---

*CHAPITRE IX :*  
*IMPLANTATION*

---

## **I- Implantation :**

L'implantation est une opération topographique dont le but de déterminer la position exacte de tous points en coordonnées et en altitude, celle-ci s'effectue sur le terrain à l'aide d'un théodolite à partir de la coordonnée rectangulaire déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

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

Le piquetage « l'implantation » est donc le report du projet étudié sur le terrain naturel.

## **II- 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.

## **III- Implantation planimétrique des sommets des alignements :**

### A- Par rayonnement :

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

### B- Par intersection :

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

### C- 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.

## **IV- Implantation de courbes :**

### 1. Raccordement circulaire :

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

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

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

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

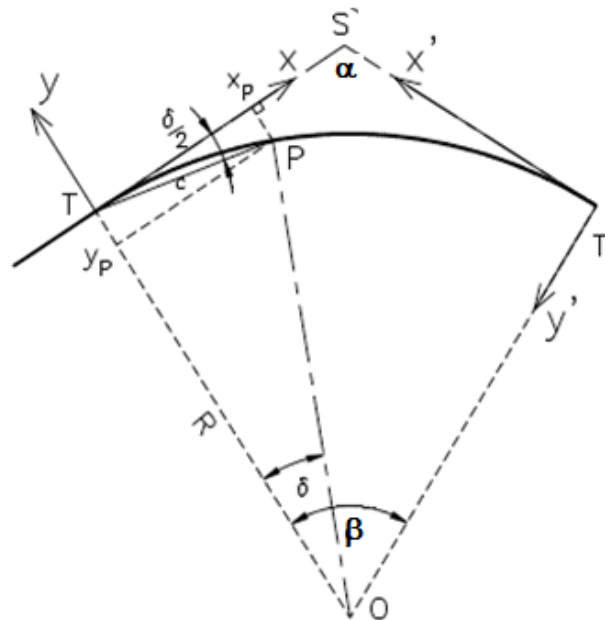


Figure IX.1 : Implantation partie circulaire

## 2. Raccordement progressif :

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

La figure suivante montre la méthode d'implantation :

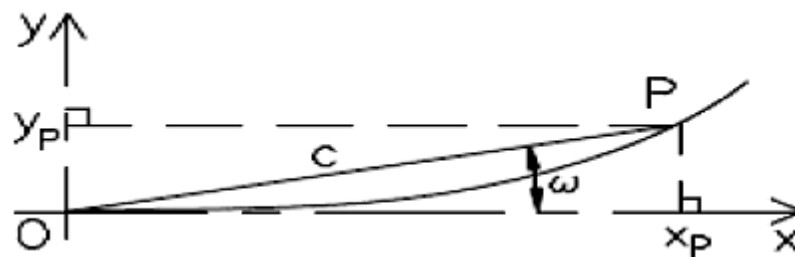


Figure IX.2 : Méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires :

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

- Piquetage par coordonnées Polaires :

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

**- Application au projet :**

- ❖ Calcul d'implantation pour les deux clothoïdes :
  - Raccordement progressif (Forme symétrique)

Virage N° 01 :

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

- R = 600 m
- $\beta = 3,4333$  gr
- $\beta / 2 = 1,7167$  gr
- n = 3 pts
- $\delta = 0,5720$  gr

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R(1 - \cos \delta)$ (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,5720	5,39	0,02
<b>2</b>	1,1440	10,78	0,10
<b>M</b>	1,7167	16,18	0,22

Tableau IX.1 : les éléments d'implantation cercle « 01 »

Virage 2

**Implantation de clothoïde**

Données

- R = 600 m

L = 120 m  
 A = 268 m  
 ΔL = 10 m  
 n = 12

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

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

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : (ΔL = 10m).

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde n° 01 :

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0	0,00	0,00
<b>1</b>	10	10,00	0,00
<b>2</b>	20	20,00	0,02
<b>3</b>	30	30,00	0,06
<b>4</b>	40	40,00	0,15
<b>5</b>	50	50,00	0,29
<b>6</b>	60	60,00	0,50
<b>7</b>	70	69,99	0,79
<b>8</b>	80	79,98	1,19
<b>9</b>	90	89,97	1,69
<b>10</b>	100	99,95	2,31
<b>11</b>	110	109,92	3,08
<b>KE</b>	120	119,88	4,00

Tableau IX.2 : les éléments d'implantation clothoïde « 01 »

- Partie circulaire :

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 600 m  
 γ = 2,0300 gr  
 γ/2 = 1,0150 gr  
 n = 1 pts  
 δ = 1,0150 gr

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	1,0150	9,57	0,08
<b>M</b>	1,0150	9,57	0,08

Tableau IX.3 : les éléments d'implantation cercle « 02 »

Virage 3

Implantation de clothoïde

Données

R = 350 m  
 L = 92 m  
 A = 179 m  
 ΔL = 10 m  
 n = 9

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

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

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : (ΔL =10m).

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde n° 02:

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0	0,00	0,00
<b>1</b>	10	10,00	0,01
<b>2</b>	20	20,00	0,04
<b>3</b>	30	30,00	0,14
<b>4</b>	40	40,00	0,33
<b>5</b>	50	49,99	0,65
<b>6</b>	60	59,98	1,12
<b>7</b>	70	69,96	1,77
<b>8</b>	80	79,92	2,65
<b>9</b>	90	89,86	3,77
<b>KE</b>	92	91,84	4,03

Tableau IX.4 : les éléments d'implantation clothoïde « 02 »

- Partie circulaire :

Implantation de l'arc de cercle

Données

R = 350 m  
 γ = 46,6851 gr

$$\begin{aligned} \gamma/2 &= 23,3426 \text{ gr} \\ n &= 10 \text{ pts} \\ \delta &= 2,3340 \text{ gr} \end{aligned}$$

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

$$\begin{aligned} X_i &= R \sin i\delta \\ Y_i &= R(1 - \cos i\delta) \end{aligned}$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	2,3340	12,83	0,24
<b>2</b>	4,6680	25,64	0,94
<b>3</b>	7,0020	38,42	2,11
<b>4</b>	9,3360	51,14	3,76
<b>5</b>	11,6700	63,80	5,86
<b>6</b>	14,0040	76,37	8,43
<b>7</b>	16,3380	88,84	11,46
<b>8</b>	18,6720	101,19	14,95
<b>9</b>	21,0060	113,40	18,88
<b>10</b>	23,3400	125,46	23,26
<b>M</b>	23,3426	125,46	23,26

Tableau IX.5 : les éléments d'implantation cercle « 03 »

**Virage 4**

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

$$\begin{aligned} R &= 350 \text{ m} \\ \beta &= 90,9958 \text{ gr} \\ \beta / 2 &= 45,4979 \text{ gr} \\ n &= 10 \text{ pts} \\ \delta &= 4,5500 \text{ gr} \end{aligned}$$

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	4,5500	24,99	0,89
<b>2</b>	9,1000	49,86	3,57
<b>3</b>	13,6500	74,47	8,01
<b>4</b>	18,2000	98,70	14,21
<b>5</b>	22,7500	122,43	22,11

<b>6</b>	27,3000	145,53	31,69
<b>7</b>	31,8500	167,89	42,90
<b>8</b>	36,4000	189,39	55,67
<b>9</b>	40,9500	209,93	69,95
<b>M</b>	45,4979	229,38	85,65

Tableau IX.6 : les éléments d'implantation clothoïde « 03 »

Virage 5

**Implantation de clothoïde**

Données

R = 350 m  
 L = 92 m  
 A = 179 m  
 $\Delta L = 10$  m  
 n = 9

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

<b>Pts</b>	<b>i<math>\Delta L</math> (m)</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
<b>KA</b>	0	0,00	0,00
<b>1</b>	20	20,00	0,04
<b>2</b>	30	30,00	0,14
<b>3</b>	30	30,00	0,14
<b>4</b>	40	40,00	0,33
<b>5</b>	50	49,99	0,65
<b>6</b>	60	59,98	1,12
<b>7</b>	70	69,96	1,77
<b>8</b>	80	79,92	2,65
<b>9</b>	90	89,86	3,77
<b>KE</b>	92	91,84	4,03

Tableau IX.7 : les éléments d'implantation clothoïde « 04 »

- Partie circulaire :

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 350 m  
 $\gamma = 10,2472$  gr  
 $\gamma/2 = 5,1236$  gr  
 n = 10 pts  
 $\delta = 0,5120$  gr

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,5120	2,81	0,01
<b>2</b>	1,0240	5,63	0,05
<b>3</b>	1,5360	8,44	0,10
<b>4</b>	2,0480	11,26	0,18
<b>5</b>	2,5600	14,07	0,28
<b>6</b>	3,0720	16,88	0,41
<b>7</b>	3,5840	19,69	0,55
<b>8</b>	4,0960	22,50	0,72
<b>9</b>	4,6080	25,31	0,92
<b>M</b>	5,1236	28,14	1,13

Tableau IX.8 : les éléments d'implantation cercle « 04 »

### Virage 6

#### Implantation de clothoïde

##### Données

R = 350 m  
 L = 92 m  
 A = 179 m  
 $\Delta L$  = 10 m  
 n = 9

#### Méthode d'implantation

##### 1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0	0,00	0,00
<b>1</b>	10	10,00	0,01
<b>2</b>	20	20,00	0,04
<b>3</b>	30	30,00	0,14
<b>4</b>	40	40,00	0,33
<b>5</b>	50	49,99	0,65
<b>6</b>	60	59,98	1,12
<b>7</b>	70	69,96	1,77
<b>8</b>	80	79,92	2,65
<b>9</b>	90	89,86	3,77
<b>KE</b>	92	91,84	4,03

Tableau IX.9 : les éléments d'implantation clothoïde « 05 »

- Partie circulaire :

#### Implantation de l'arc de cercle

##### Données

R = 350 m  
 $\gamma$  = 34,7583 gr  
 $\gamma/2$  = 17,3791 gr  
 n = 10 pts

$$\delta = 1,7380 \text{ gr}$$

**Méthode  
d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	1,7380	9,55	0,13
<b>2</b>	3,4760	19,10	0,52
<b>3</b>	5,2140	28,63	1,17
<b>4</b>	6,9520	38,14	2,08
<b>5</b>	8,6900	47,63	3,26
<b>6</b>	10,4280	57,07	4,68
<b>7</b>	12,1660	66,48	6,37
<b>8</b>	13,9040	75,83	8,31
<b>9</b>	15,6420	85,13	10,51
<b>M</b>	17,3791	94,37	12,96

Tableau IX.10 : les éléments d'implantation cercle « 05 »

Virage 7

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 350 m  
 $\beta = 36,5521 \text{ gr}$   
 $\beta / 2 = 18,2761 \text{ gr}$   
n = 10 pts  
 $\delta = 1,8280 \text{ gr}$

**Méthode  
d'implantation**

Pts	iδ (gr)	Xi = R .sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	1,8280	10,05	0,14
<b>2</b>	3,6560	20,09	0,58
<b>3</b>	5,4840	30,11	1,30
<b>4</b>	7,3120	40,11	2,31
<b>5</b>	9,1400	50,08	3,60
<b>6</b>	10,9680	60,00	5,18
<b>7</b>	12,7960	69,88	7,05
<b>8</b>	14,6240	79,69	9,19
<b>9</b>	16,4520	89,45	11,62
<b>M</b>	18,2800	99,10	14,32

Tableau IX.11 : les éléments d'implantation cercle « 06 »

Virage 8

**Implantation de clothoïde**

Données

R = 650 m  
 L = 125 m  
 A = 285 m  
 $\Delta L = 10$  m  
 n = 12

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	i $\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0	0,00	0,00
<b>1</b>	10	10,00	0,00
<b>2</b>	20	20,00	0,02
<b>3</b>	30	30,00	0,06
<b>4</b>	40	40,00	0,13
<b>5</b>	50	50,00	0,26
<b>6</b>	60	60,00	0,44
<b>7</b>	70	69,99	0,70
<b>8</b>	80	79,99	1,05
<b>9</b>	90	89,98	1,50
<b>10</b>	100	99,96	2,05
<b>11</b>	110	109,94	2,73
<b>12</b>	120	119,91	3,54
<b>KE</b>	125	124,88	4,00

Tableau IX.12 : les éléments d'implantation clothoïde « 06 »

- Partie circulaire :

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 650 m  
 $\gamma = 9,6273$  gr  
 $\gamma/2 = 4,8137$  gr  
 n = 10 pts  
 $\delta = 0,4810$  gr

**Méthode d'implantation**

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	i $\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,4810	4,91	0,02
<b>2</b>	0,9620	9,82	0,07
<b>3</b>	1,4430	14,73	0,17
<b>4</b>	1,9240	19,64	0,30
<b>5</b>	2,4050	24,55	0,46

<b>6</b>	2,8860	29,46	0,67
<b>7</b>	3,3670	34,36	0,91
<b>8</b>	3,8480	39,26	1,19
<b>9</b>	4,3290	44,17	1,50
<b>M</b>	4,8137	49,10	1,86

Tableau IX.13 : les éléments d'implantation cercle «07 »

Virage 9

Implantation de l'arc de cercle

Données

R = 800 m  
 $\beta$  = 2,0423 gr  
 $\beta / 2$  = 1,0212 gr  
n = 2 pts  
 $\delta$  = 0,5110 gr

Méthode  
d'implantation

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,5110	6,42	0,03
<b>M</b>	1,0212	12,83	0,10

Tableau IX.14 : les éléments d'implantation cercle «08 »

Virage 10

Implantation de clothoïde

Données

R = 650 m  
L = 125 m  
A = 285 m  
 $\Delta L$  = 10 m  
n = 12

Méthode d'implantation

**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0 m	0,00	0,00
<b>1</b>	10	10,00	0,00
<b>2</b>	20	20,00	0,02
<b>3</b>	30	30,00	0,06
<b>4</b>	40	40,00	0,13
<b>5</b>	50	50,00	0,26
<b>6</b>	60	60,00	0,44
<b>7</b>	70	69,99	0,70
<b>8</b>	80	79,99	1,05

<b>9</b>	90	89,98	1,50
<b>10</b>	100	99,96	2,05
<b>11</b>	110	109,94	2,73
<b>12</b>	120	119,91	3,54
<b>KE</b>	125	124,88	4,00

Tableau IX.15 : les éléments d'implantation clothoïde « 07 »

- Partie circulaire :

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 650 m  
 $\gamma$  = 14,8675 gr  
 $\gamma/2$  = 7,4338 gr  
n = 10 pts  
 $\delta$  = 0,7430 gr

**Méthode d'implantation**

**1-Abcisses et ordonnées sur latangente**

<b>Pts</b>	<b>i<math>\delta</math> (gr)</b>	<b>Xi = R .sin i<math>\delta</math> (m)</b>	<b>Yi = R (1 - cos <math>\delta</math>) (m)</b>
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,7430	7,59	0,04
<b>2</b>	1,4860	15,17	0,18
<b>3</b>	2,2290	22,75	0,40
<b>4</b>	2,9720	30,33	0,71
<b>5</b>	3,7150	37,91	1,11
<b>6</b>	4,4580	45,48	1,59
<b>7</b>	5,2010	53,04	2,17
<b>8</b>	5,9440	60,60	2,83
<b>9</b>	6,6870	68,15	3,58
<b>M</b>	7,4300	75,73	4,43

Tableau IX.16 : les éléments d'implantation cercle «09 »

Virage 11

**Implantation de l'arc de cercle**

Données

R = 650 m  
 $\beta$  = 18,4298 gr  
 $\beta / 2$  = 9,2149 gr  
n = 10 pts  
 $\delta$  = 0,9210 gr

**Méthode d'implantation**

**1- Abcisses et ordonnées sur la tangente**

<b>Pts</b>	<b>iδ (gr)</b>	<b>Xi = R .sin iδ (m)</b>	<b>Yi = R (1 - cos δ) (m)</b>
<b>T</b>	<b>0,0000</b>	0,00	0,00
<b>1</b>	0,9210	9,40	0,07
<b>2</b>	1,8420	18,80	0,27
<b>3</b>	2,7630	28,20	0,61
<b>4</b>	3,6840	37,59	1,09
<b>5</b>	4,6050	46,98	1,70
<b>6</b>	5,5260	56,35	2,45
<b>7</b>	6,4470	65,71	3,33
<b>8</b>	7,3680	75,06	4,35
<b>9</b>	8,2890	84,39	5,50
<b>M</b>	9,2100	93,76	6,80

Tableau IX.17 : les éléments d'implantation cercle «10 »

---

# *CHAPITRE X : CUBATURES*

---

### **I- Cubatures:**

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

### **II- Méthodes de calcul :**

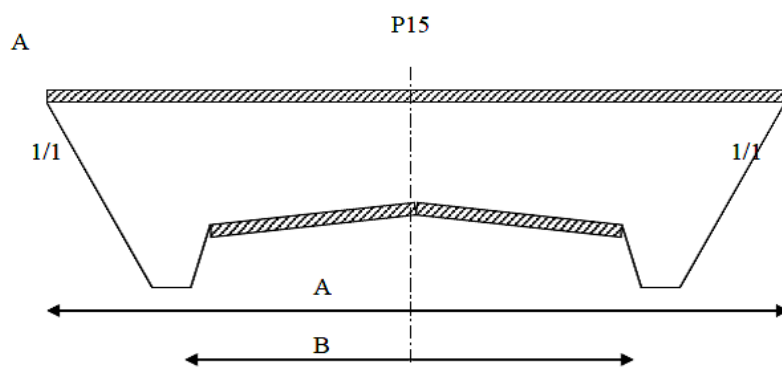
Pour le calcul des surfaces en déblai et en remblai, on a tenu compte de la méthode exacte c'est-à-dire divisé la surface considérée en des triangles et trapèzes pour cas déblai.

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), et de L'épaisseur du corps de chaussée qui est calculé (0,44m).

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.

### **III- Cas de déblai :**



X.1 : Cubature "Cas de Déblai"

Figure

!

**V- Cas de Remblai :**

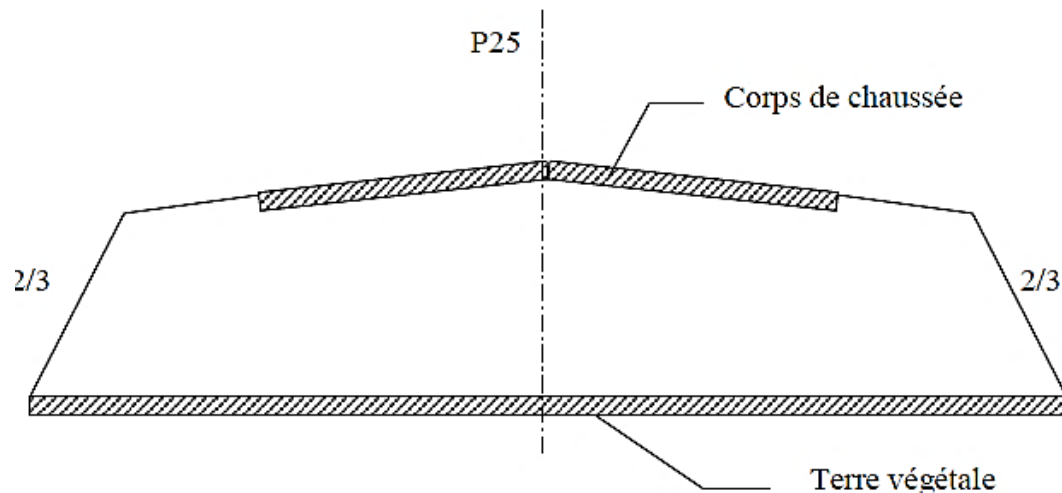


Figure X.2 : Cubature "Cas de remblai"

**V- 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 formules propres.

N° Profil	Abs-cisse	Long. d'appl	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	0,00	15,00	6,31	5,15	11,45	171,79	171,79	0,02	0,03	0,05	0,70	0,70
P2	30,00	30,00	7,72	8,03	15,75	472,55	644,34	0,02	0,02	0,04	1,15	1,85
P3	60,00	30,00	1,14	0,00	1,14	34,20	678,54	0,53	2,92	3,45	103,52	105,37
P4	90,00	30,00	0,00	0,10	0,10	3,05	681,59	2,46	1,15	3,61	108,31	213,68
P5	120,00	30,00	1,44	1,15	2,59	77,76	759,34	0,07	0,11	0,18	5,54	219,22
P6	150,00	30,00	4,77	2,66	7,43	223,03	982,37	0,02	0,06	0,08	2,54	221,76
P7	180,00	30,00	3,12	2,84	5,96	178,92	1161,29	0,08	0,08	0,16	4,87	226,63
P8	210,00	30,00	6,45	5,68	12,13	363,82	1525,11	0,02	0,07	0,09	2,63	229,26
P9	240,00	30,00	7,86	8,45	16,31	489,38	2014,50	0,02	0,02	0,04	1,15	230,41
P10	270,00	30,00	14,29	14,03	28,32	849,59	2864,09	0,02	0,02	0,04	1,15	231,56
P11	300,00	30,00	23,11	17,56	40,66	1219,93	4084,02	0,02	0,02	0,04	1,13	232,69
P12	330,00	30,00	16,66	16,21	32,87	986,05	5070,06	0,02	0,02	0,04	1,16	233,85
P13	360,00	30,00	14,52	13,99	28,50	855,12	5925,19	0,02	0,02	0,04	1,14	234,99
P14	390,00	30,00	15,54	11,35	26,89	806,67	6731,86	0,02	0,02	0,04	1,20	236,19
P15	420,00	30,00	18,67	17,87	36,54	1096,11	7827,97	0,02	0,02	0,04	1,14	237,33
P16	450,00	30,00	19,91	18,01	37,92	1137,52	8965,49	0,02	0,02	0,04	1,13	238,46
P17	480,00	30,00	18,73	16,63	35,36	1060,84	10026,33	0,03	0,02	0,05	1,57	240,04
P18	510,00	30,00	17,04	14,93	31,97	959,15	10985,49	0,02	0,02	0,04	1,16	241,19
P19	540,00	30,00	17,11	12,89	30,01	900,24	11885,73	0,02	0,02	0,04	1,21	242,40

P20	570,00	30,00	8,78	9,00	17,79	533,58	12419,31	0,02	0,02	0,04	1,20	243,60
P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12419,31	3,79	6,50	10,29	308,75	552,35
P22	630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12419,31	30,88	49,45	80,33	2409,99	2962,34
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12419,31	41,26	57,66	98,92	2967,46	5929,80
P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12419,31	19,92	32,39	52,31	1569,38	7499,18
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12419,31	8,79	9,75	18,54	556,30	8055,48
P26	750,00	30,00	1,41	0,23	1,64	49,27	12468,58	0,04	0,57	0,61	18,30	8073,77
P27	780,00	30,00	0,23	4,56	4,79	143,83	12612,41	1,88	0,07	1,96	58,67	8132,44
P28	810,00	30,00	5,41	1,76	7,17	215,05	12827,46	0,02	0,09	0,11	3,43	8135,87
P29	840,00	30,00	1,69	0,29	1,98	59,42	12886,88	0,04	0,49	0,54	16,06	8151,93
P30	870,00	30,00	0,05	0,00	0,05	1,42	12888,30	1,88	4,97	6,85	205,46	8357,39
P31	900,00	30,00	2,30	5,80	8,11	243,23	13131,54	0,04	0,02	0,06	1,91	8359,30
P32	930,00	30,00	16,14	20,91	37,05	1111,58	14243,12	0,02	0,02	0,04	1,22	8360,51
P33	960,00	30,00	27,20	25,71	52,91	1587,31	15830,42	0,02	0,02	0,04	1,12	8361,64
P34	990,00	30,00	20,17	18,83	39,00	1170,15	17000,57	0,02	0,02	0,04	1,20	8362,84
P35	1020,00	30,00	6,51	7,26	13,76	412,94	17413,51	0,02	0,02	0,04	1,20	8364,04
P36	1050,00	30,00	11,23	3,18	14,41	432,34	17845,85	0,02	1,12	1,14	34,18	8398,22
P37	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	5,00	20,30	25,30	759,14	9157,35
P38	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	19,80	31,63	51,43	1542,99	10700,35
P39	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	33,67	58,19	91,86	2755,77	13456,12
P40	1170,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	45,03	79,33	124,36	3730,79	17186,91
P41	1200,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	55,83	93,79	149,61	4488,44	21675,34
P42	1230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	62,47	102,42	164,89	4946,83	26622,17
P43	1260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	69,83	114,04	183,87	5516,21	32138,38
P44	1290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	71,51	111,67	183,18	5495,31	37633,69
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	71,47	107,97	179,44	5383,29	43016,98
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	74,21	99,93	174,14	5224,28	48241,27
P47	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	74,86	95,33	170,19	5105,65	53346,91
P48	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	76,51	128,77	205,28	6158,39	59505,30
P49	1440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	88,80	183,53	272,33	8169,94	67675,24
P50	1470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	125,12	125,03	250,15	7504,52	75179,76
P51	1500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17845,85	175,87	205,44	381,30	11439,04	86618,80
P52	1530,00	30,00	2,30	13,06	15,36	460,68	18306,53	8,49	0,02	8,51	255,38	86874,17
P53	1560,00	30,00	80,74	174,52	255,27	7657,95	25964,49	0,02	0,01	0,03	0,79	86874,97
P54	1590,00	30,00	106,04	162,89	268,93	8067,99	34032,47	0,02	0,02	0,04	1,23	86876,20
P55	1620,00	30,00	84,14	134,78	218,92	6567,56	40600,03	0,02	0,02	0,04	1,23	86877,43
P56	1650,00	30,00	77,17	114,74	191,91	5757,38	46357,41	0,02	0,02	0,04	1,27	86878,70
P57	1680,00	30,00	91,27	104,55	195,82	5874,51	52231,92	0,02	0,02	0,04	1,27	86879,98
P58	1710,00	30,00	106,90	106,22	213,13	6393,77	58625,70	0,02	0,02	0,04	1,31	86881,29
P59	1740,00	30,00	109,64	110,58	220,22	6606,64	65232,34	0,02	0,01	0,03	1,01	86882,30
P60	1770,00	30,00	116,74	105,56	222,30	6668,93	71901,27	0,02	0,01	0,03	1,01	86883,32
P61	1800,00	30,00	120,60	110,11	230,70	6921,14	78822,42	0,02	0,02	0,04	1,11	86884,43
P62	1830,00	30,00	124,85	115,81	240,66	7219,79	86042,20	0,02	0,02	0,04	1,11	86885,54
P63	1860,00	30,00	115,47	104,92	220,39	6611,65	92653,85	0,02	0,02	0,04	1,20	86886,74
P64	1890,00	30,00	91,36	80,07	171,44	5143,08	97796,93	0,02	0,02	0,04	1,19	86887,93

P65	1920,00	30,00	58,99	48,41	107,39	3221,83	101018,76	0,02	0,02	0,04	1,20	86889,12
P66	1950,00	30,00	35,66	27,46	63,11	1893,40	102912,16	0,02	0,02	0,04	1,19	86890,32
P67	1980,00	30,00	8,42	1,00	9,42	282,61	103194,77	0,02	1,40	1,42	42,70	86933,02
P68	2010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103194,77	47,09	58,98	106,07	3182,13	90115,15
P69	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103194,77	97,82	97,31	195,13	5853,87	95969,03
P70	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103194,77	79,48	75,90	155,38	4661,39	100630,42
P71	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103194,77	29,44	29,33	58,77	1763,01	102393,43
P72	2130,00	30,00	11,93	10,31	22,24	667,23	103862,01	0,02	0,02	0,04	1,12	102394,55
P73	2160,00	30,00	51,01	27,11	78,12	2343,64	106205,64	0,02	0,02	0,04	1,06	102395,62
P74	2190,00	30,00	56,48	37,68	94,16	2824,70	109030,35	0,02	0,02	0,04	1,14	102396,76
P75	2220,00	30,00	47,68	19,20	66,88	2006,46	111036,81	0,02	0,02	0,04	1,22	102397,98
P76	2250,00	30,00	65,38	27,85	93,23	2796,88	113833,68	0,02	0,02	0,03	1,02	102399,00
P77	2280,00	30,00	63,58	29,19	92,77	2783,14	116616,83	0,02	0,02	0,03	1,04	102400,04
P78	2310,00	30,00	25,03	24,25	49,28	1478,33	118095,16	0,02	0,02	0,04	1,06	102401,10
P79	2340,00	30,00	0,00	5,14	5,14	154,29	118249,44	14,62	1,08	15,70	471,14	102872,24
P80	2370,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	47,64	12,54	60,18	1805,39	104677,62
P81	2400,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	31,82	18,38	50,19	1505,84	106183,46
P82	2430,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	47,65	44,00	91,65	2749,52	108932,98
P83	2460,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	69,94	72,14	142,08	4262,42	113195,41
P84	2490,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	58,07	64,08	122,15	3664,36	116859,77
P85	2520,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118249,44	21,38	22,88	44,26	1327,85	118187,61
P86	2550,00	30,00	3,48	11,89	15,37	461,19	118710,64	1,80	0,06	1,86	55,71	118243,32
P87	2580,00	30,00	8,97	0,00	8,97	269,08	118979,71	0,02	3,03	3,05	91,37	118334,70
P88	2610,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	15,40	17,21	32,61	978,42	119313,12
P89	2640,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	36,85	34,19	71,04	2131,23	121444,34
P90	2670,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	60,03	52,88	112,91	3387,40	124831,75
P91	2700,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	74,40	69,95	144,35	4330,56	129162,30
P92	2730,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	80,83	86,56	167,39	5021,66	134183,96
P93	2760,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	45,95	66,50	112,45	3373,49	137557,45
P94	2790,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	32,26	39,60	71,86	2155,93	139713,39
P95	2820,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118979,71	16,64	29,38	46,02	1380,72	141094,11
P96	2850,00	30,00	0,32	0,00	0,32	9,75	118989,46	4,04	21,86	25,90	776,96	141871,07
P97	2880,00	30,00	15,52	0,44	15,96	478,73	119468,19	0,03	6,84	6,86	205,84	142076,91
P98	2910,00	30,00	31,53	5,57	37,10	1113,05	120581,24	0,03	0,83	0,86	25,69	142102,60
P99	2940,00	30,00	31,92	11,20	43,11	1293,40	121874,64	0,02	0,13	0,14	4,34	142106,94
P100	2970,00	30,00	44,61	15,19	59,80	1793,97	123668,60	0,02	0,02	0,04	1,07	142108,01
P101	3000,00	30,00	49,31	14,46	63,78	1913,28	125581,88	0,02	0,05	0,06	1,91	142109,92
P102	3030,00	30,00	48,37	9,30	57,67	1730,14	127312,02	0,02	1,03	1,05	31,53	142141,45
P103	3060,00	30,00	37,72	1,84	39,56	1186,91	128498,93	0,02	16,77	16,80	503,90	142645,35
P104	3090,00	30,00	23,75	0,03	23,78	713,52	129212,45	0,03	29,90	29,93	897,84	143543,20
P105	3120,00	30,00	19,95	0,00	19,95	598,60	129811,05	0,05	33,82	33,86	1015,93	144559,12
P106	3150,00	30,00	25,45	0,20	25,64	769,26	130580,31	0,03	25,27	25,30	759,02	145318,15
P107	3180,00	30,00	41,48	2,41	43,89	1316,79	131897,10	0,02	19,74	19,76	592,90	145911,05
P108	3210,00	30,00	41,63	2,52	44,15	1324,57	133221,68	0,02	14,60	14,62	438,61	146349,66
P109	3240,00	30,00	45,25	8,43	53,68	1610,29	134831,97	0,02	3,39	3,41	102,23	146451,89

P110	3270,00	30,00	40,88	28,55	69,44	2083,16	136915,13	0,02	0,02	0,04	1,08	146452,97
P111	3300,00	30,00	37,39	30,98	68,38	2051,26	138966,38	0,02	0,02	0,04	1,13	146454,10
P112	3330,00	30,00	38,29	30,26	68,55	2056,62	141023,01	0,02	0,02	0,04	1,07	146455,17
P113	3360,00	30,00	33,93	21,81	55,74	1672,19	142695,19	0,02	0,02	0,04	1,08	146456,25
P114	3390,00	30,00	16,23	8,28	24,51	735,43	143430,62	0,02	0,03	0,05	1,40	146457,66
P115	3420,00	30,00	1,54	0,00	1,54	46,06	143476,68	0,04	3,12	3,16	94,75	146552,40
P116	3450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	8,91	13,33	22,23	667,01	147219,41
P117	3480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	14,25	18,88	33,12	993,66	148213,07
P118	3510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	18,02	23,54	41,56	1246,69	149459,76
P119	3540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	22,13	28,29	50,42	1512,46	150972,22
P120	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	19,05	22,64	41,69	1250,71	152222,94
P121	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	15,89	17,52	33,40	1002,06	153225,00
P122	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	13,94	13,25	27,19	815,69	154040,69
P123	3660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	5,99	10,69	16,68	500,39	154541,08
P124	3690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	6,20	11,76	17,96	538,95	155080,03
P125	3720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	6,80	13,08	19,88	596,38	155676,41
P126	3750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	8,63	10,65	19,28	578,42	156254,83
P127	3780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143476,68	6,99	4,14	11,13	333,85	156588,67
P128	3810,00	30,00	0,00	1,20	1,20	36,07	143512,75	2,30	0,28	2,58	77,52	156666,19
P129	3840,00	30,00	0,48	4,02	4,49	134,84	143647,58	0,17	0,02	0,19	5,71	156671,90
P130	3870,00	30,00	2,26	9,23	11,49	344,80	143992,39	0,03	0,02	0,06	1,67	156673,57
P131	3900,00	30,00	7,06	16,15	23,21	696,24	144688,63	0,02	0,02	0,04	1,17	156674,74
P132	3930,00	30,00	15,43	20,88	36,31	1089,29	145777,91	0,02	0,02	0,04	1,15	156675,90
P133	3960,00	30,00	21,78	22,51	44,29	1328,62	147106,54	0,02	0,02	0,04	1,15	156677,04
P134	3990,00	30,00	16,58	19,17	35,76	1072,70	148179,23	0,02	0,02	0,04	1,15	156678,19
P135	4020,00	30,00	11,29	14,09	25,38	761,46	148940,70	0,02	0,02	0,04	1,20	156679,39
P136	4050,00	30,00	11,73	12,56	24,29	728,74	149669,44	0,02	0,02	0,04	1,18	156680,57
P137	4080,00	30,00	24,64	21,28	45,92	1377,51	151046,95	0,02	0,02	0,04	1,14	156681,70
P138	4110,00	30,00	36,86	25,09	61,95	1858,46	152905,41	0,02	0,02	0,04	1,26	156682,96
P139	4140,00	30,00	53,25	33,77	87,02	2610,54	155515,95	0,02	0,02	0,04	1,09	156684,05
P140	4170,00	30,00	56,74	34,84	91,59	2747,65	158263,60	0,02	0,02	0,04	1,08	156685,13
P141	4200,00	30,00	46,49	29,82	76,31	2289,20	160552,80	0,02	0,02	0,04	1,10	156686,23
P142	4230,00	30,00	38,36	23,54	61,90	1857,09	162409,89	0,02	0,02	0,04	1,06	156687,29
P143	4260,00	30,00	25,51	11,90	37,41	1122,23	163532,11	0,02	0,02	0,04	1,06	156688,35
P144	4290,00	30,00	12,82	2,96	15,78	473,53	164005,65	0,02	0,30	0,32	9,66	156698,00
P145	4320,00	30,00	0,47	0,00	0,47	13,98	164019,63	0,45	4,83	5,27	158,19	156856,19
P146	4350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	5,79	13,94	19,73	591,77	157447,96
P147	4380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	13,88	23,76	37,64	1129,13	158577,09
P148	4410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	19,99	28,09	48,08	1442,32	160019,42
P149	4440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	18,66	27,42	46,08	1382,32	161401,74
P150	4470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	17,72	25,58	43,30	1298,99	162700,72
P151	4500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164019,63	10,59	18,85	29,44	883,06	163583,78
P152	4530,00	30,00	1,30	0,00	1,30	39,03	164058,66	0,14	8,49	8,63	258,98	163842,76
P153	4560,00	30,00	13,36	2,17	15,53	465,78	164524,44	0,02	1,42	1,44	43,20	163885,96
P154	4590,00	30,00	20,75	6,54	27,29	818,74	165343,17	0,02	0,06	0,08	2,31	163888,27

P155	4620,00	30,00	15,39	6,28	21,67	649,95	165993,13	0,02	0,06	0,08	2,51	163890,78
P156	4650,00	30,00	11,39	4,11	15,50	465,04	166458,17	0,02	0,19	0,21	6,28	163897,06
P157	4680,00	30,00	5,59	0,73	6,32	189,60	166647,77	0,02	0,65	0,67	20,05	163917,11
P158	4710,00	30,00	27,43	15,44	42,87	1285,98	167933,75	0,02	0,02	0,04	1,18	163918,29
P159	4740,00	30,00	50,20	30,48	80,68	2420,30	170354,04	0,02	0,02	0,04	1,22	163919,51
P160	4770,00	30,00	26,74	18,39	45,13	1353,96	171708,01	0,03	0,02	0,05	1,49	163921,01
P161	4800,00	30,00	41,67	39,03	80,70	2420,99	174129,00	0,03	0,02	0,05	1,50	163922,51
P162	4830,00	30,00	66,18	67,54	133,73	4011,75	178140,75	0,02	0,02	0,04	1,19	163923,70
P163	4860,00	30,00	90,23	86,26	176,49	5294,66	183435,41	0,02	0,03	0,05	1,54	163925,24
P164	4890,00	30,00	72,28	80,08	152,36	4570,93	188006,33	0,02	0,02	0,04	1,23	163926,46
P165	4920,00	30,00	30,22	57,69	87,92	2637,54	190643,87	0,02	0,03	0,05	1,57	163928,03
P166	4950,00	30,00	23,38	49,31	72,69	2180,78	192824,65	0,02	0,02	0,04	1,14	163929,17
P167	4980,00	30,00	20,42	31,42	51,84	1555,20	194379,85	0,02	0,02	0,04	1,12	163930,29
P168	5010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194379,85	10,03	4,68	14,71	441,31	164371,60
P169	5040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194379,85	35,15	20,08	55,23	1657,04	166028,65
P170	5070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194379,85	12,39	11,54	23,93	717,93	166746,58
P171	5100,00	30,00	0,00	1,35	1,35	40,44	194420,28	5,89	2,80	8,69	260,77	167007,35
P172	5130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194420,28	17,45	4,45	21,90	657,13	167664,48
P173	5160,00	30,00	0,00	0,01	0,01	0,41	194420,69	19,70	2,62	22,32	669,61	168334,09
P174	5190,00	30,00	0,00	1,22	1,22	36,56	194457,25	19,17	1,14	20,31	609,23	168943,32
P175	5220,00	30,00	0,00	0,10	0,10	3,04	194460,29	17,46	6,01	23,48	704,27	169647,58
P176	5250,00	19,91	1,53	6,71	8,24	164,09	194624,38	0,14	0,08	0,23	4,52	169652,10
P177	5259,82	4,91	5,90	10,72	16,62	81,62	194705,99	0,02	0,02	0,05	0,22	169652,33

Volume cumulé déblais (m <sup>3</sup> )	194705,99
Volume cumulé remblais (m <sup>3</sup> )	169652,33
Excès déblais (m <sup>3</sup> )	25053,67

---

*CHAPITRE XI :*  
*SIGNALISATION*

---

## **I- Signalisation :**

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

## **II-Rôle de la signalisation :**

La signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité routière car elle contribue à la lisibilité de la route. Un des grands principes de la signalisation routière réside dans l'homogénéité des informations transmises à l'utilisateur.

## **III-Catégories de signalisation :**

On distingue :

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

## **IV-Type de signalisation :**

Il y a deux types de signalisations : verticale et horizontale.

### **La signalisation routière horizontale :**

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

On distingue plusieurs types de marquage :

#### ***Ligne continue :***

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



Figure XI.1 : Ligne continue

**Ligne discontinue :**

Dépassement et changement de voie autoriser

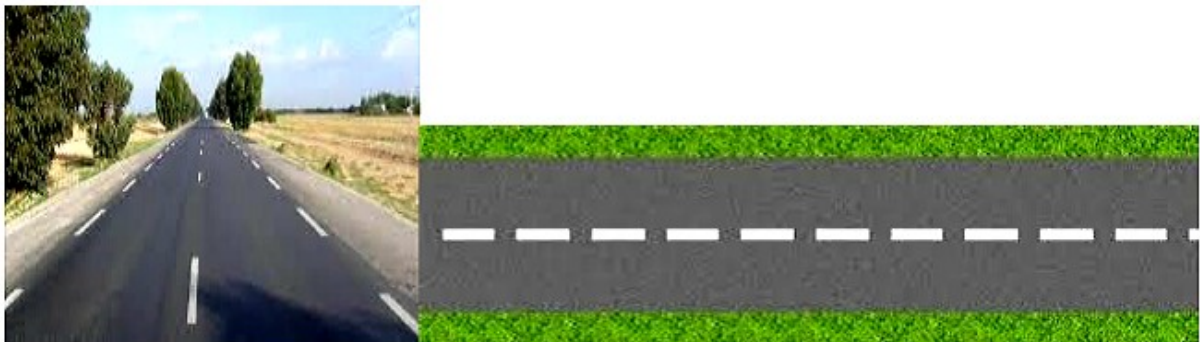


Figure XI.2 : Ligne discontinue

**Ligne d'avertissement :**

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

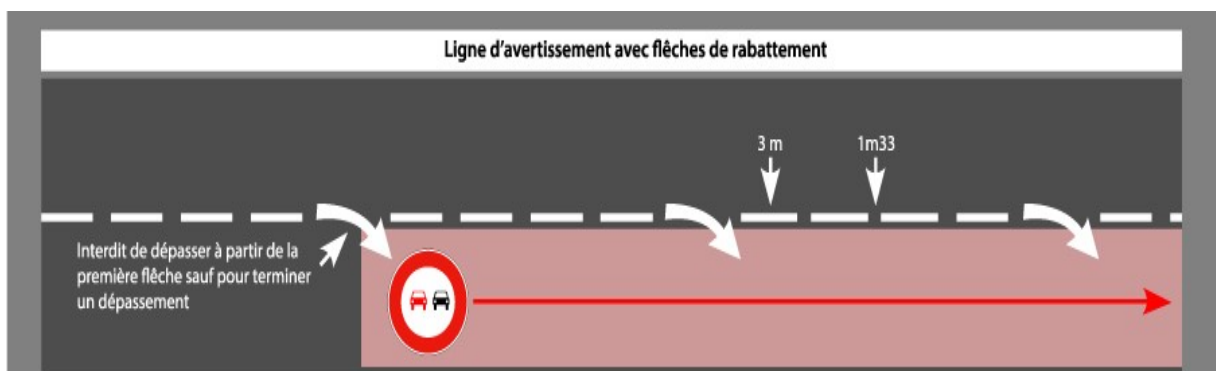


Figure XI.3 : Ligne d'avertissement

**Flèches de rabattement :**

Indiquer la voie dans laquelle il faut se rabattre.



Figure XI.4 : Flèche de rabattement

**Ligne de rive trait :**

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

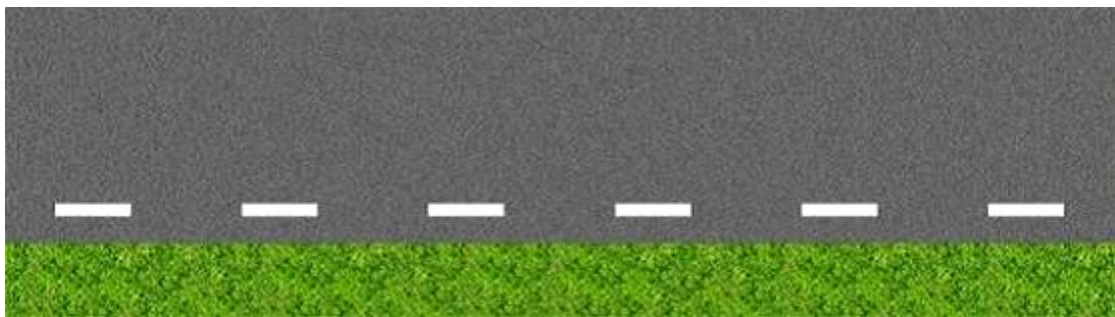


Figure XI.5 : Ligne de rive trait

**Flèche directionnelles :**

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.



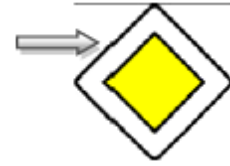
Figure XI.6 : Flèche directionnelles

**Signalisation routière verticale :**

La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

- Signalisation de danger, de prescription et d'indication.
- Signalisation de direction.

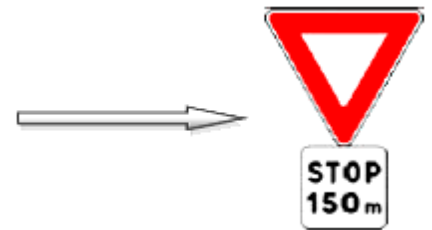
Indication du caractère prioritaire du dédoublement



Arrêt à l'intersection, Signal de position



Arrêt à l'intersection. Signal avancé



Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.



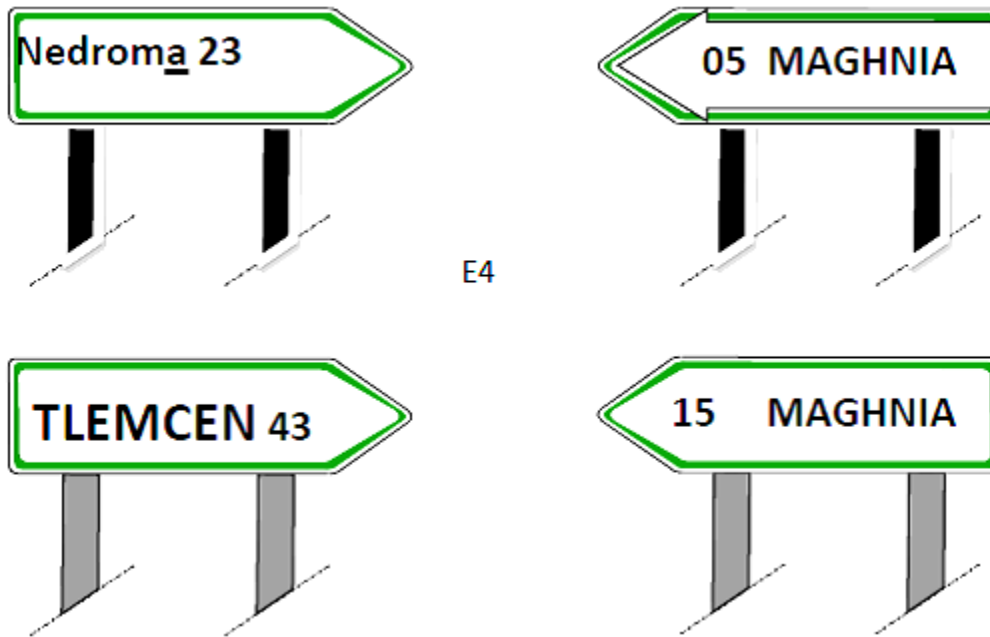
Virage à droite



Virage à gauche



Indication des directions des villes.



---

*CHAPITRE XII : DEVIS  
QUANTITATIF ET ESTIMATIF*

---

## XII Devis quantitatif et estimatif :

### 1-Devis estimatif :

C'est une pièce technique qui fournit une prévision de dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

### 2- Devis quantitatif :

C'est le classement rationnel et respectif des quantités d'ouvrages de même nature et de qualité définit par l'avant métré.

### DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix. Unitaire.	Quantité	Montant
1	décapage de la terre végétale	<b>m2</b>	30,00 DA	18946,30	568389,00
2	abattage et dessouchage des arbres	<b>U</b>	2000,00 DA	50,00	100000,00
3	Scarification de la route existante	<b>m2</b>	300,00 DA	3684,00	1105200,00
4	Déblais mise en dépôt	<b>m3</b>	250,00 DA	38945,49	9736372,50
4	Remblai mis-en d'emprunt	<b>m3</b>	950,00 DA		
5	Couche de forme en tuf 35 cm, y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	450,00 DA	33156,02	14920208,10
6	Couche de fondation en grave concassée 17 cm,y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	1400,00 DA	12525,61	17535849,52
7	Couche de base en GB 12 cm	<b>t</b>	3100,00 DA	20335,69	63040642,22
8	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	<b>t</b>	4200,00 DA	10388,89	43633319,69
9	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 21 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	450,00 DA	11052,01	4973402,70
10	Panneaux de signalisation verticale	<b>U</b>	8000,00 DA	50,00	400000,00
11	Peinture de signalisation horizontale	<b>ml</b>	100,00 DA	24603,44	2460344,00
12	Ouverture de fossé bétonné	<b>ml</b>	1500,00 DA	2600,00	3900000,00
13	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre 500	<b>ml</b>	29,00 DA	144,00	4176,00
<b>PRIX HT</b>					<b>162377903,73</b>

<b>TVA 19%</b>	30851801,71
<b>PRIX TTC</b>	193229705,44 DA

Tableau XII.1:Devis Quantitatif Et Estimatif

Le présent devis est arrêté à la somme : Cent quatre vingt treize millions deux cent vingt neuf mille sept cent cinq dinars et quarante quatre centime

---

## *CONCLUSION GENERALE*

---

## **Conclusion générale**

L'étude du dédoublement de l'évitement de Maghnia sur cinq (05) kilomètres était pour nous l'occasion de mettre en pratique nos connaissances acquises au cours de notre cursus de formation et d'approfondir nos connaissances dans le domaine routier il nous a permis entre autres de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine.

La route existante était composée d'un grand nombre de virage dont la plupart des rayons était inférieurs au rayon RHm, ce qui cause un grand problème, point de vue sécurité et confort de l'usager, de plus la largeur de la chaussée variait entre 4 et 5 m et le corps de chaussée ne supportait pas le trafic actuel.

Dans notre dédoublement nous avons certes essayé de suivre au maximum le tracé de la route existante mais tout en éliminant un grand nombre de virage et donnant aux rayons des virages des valeurs respectant les normes du B40.

Après l'étude de la route existante, on a proposé trois (03) variantes en avant-projet sommaire (APS) afin de couvrir toute la bande de notre plan topographique et après comparaison on a opté pour celle qui présente plus d'avantage pour être étudiée plus profondément en avant-projet détaillé (APD).

Donc compte tenu de l'importance de la route qui doit supporter, l'intensité du trafic actuel et les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe. Notre objectif était : le dédoublement de l'évitement de Maghnia et cela s'est concrétisé en moyennant les actions suivantes :

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée

Le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un

second temps l'économie et l'aspect environnementale lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Pour cela nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier

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 autres de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine

Il était une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier.

Il nous a permis de nous perfectionner dans l'utilisation des logiciels informatiques notamment COVADIS 10.1 et AUTOCAD.

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

---

# *BIBLIOGRAPHIE*

---

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**
- Métré de travaux Publics **P. PEYRONNET**
- Voies de communications **Nicolas BOS**
- Cour de Routes **F.Z KALLI**
- Cour de Routes **Hervé BRUNEL**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 1) : Techniques de mesure et de représentation **Serge Milles et Jean Lagofun**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs **Serge Milles et Jean Lagofun**

B40

- Normes techniques d'aménagement des routes
- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers
  - ✓ Niveaux de service et normes
  - ✓ Manuel d'utilisation

### Mémoires

1. Contribution à l'automatisation d'un projet de route (tracé automatique)  
*Mémoire d'ingénieur* **A. TALIA**
2. la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES – SOUR. *Mémoire de master* Encadré par : M. **A.TALIA**
3. Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el Beïda. *Mémoire de master* Encadré par : M. **A.TALIA**
4. Etude de la modernisation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ». *Mémoire de master* Encadré par : M. **A.TALIA**
5. Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest. *Mémoire de master* Encadré par : **M. A.TALIA**

---

# *ANNEXES*

---

## AXE EN PLAN :

### Annexe 01 : Listing de l'axe en plan de la 1ère Variante

#### COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Sihem\_Racc\_Cir)

Nom du dessin

C:\Users\TI\Desktop\Sihem.dwg

Date du listing

08/04/2020 à 17:21:56

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y	$\beta$
Alignement droit		383,6122	0	106952,9673	406546,4649	
Gisement	112,0561		383,6122	107329,7212	406474,2512	
Arc de cercle		4,0668				-2,589
X Centre	107348,5459					
Y Centre	406572,4634					
Rayon	100		387,679	107333,7298	406473,5671	
Alignement droit		322,6707				
Gisement	109,4671		710,3497	107652,8392	406425,7598	
Arc de cercle		12,6937				4,0405
X Centre	107623,207					
Y Centre	406227,9672					
Rayon	200		723,0434	107665,3248	406423,4821	
Alignement droit		355,3669				
Gisement	113,5076		1078,4103	108012,7225	406348,6459	
Arc de cercle		64,5341				16,4335
X Centre	107960,0753					
Y Centre	406104,2522					
Rayon	250		1142,9444	108073,3667	406327,1088	
Alignement droit		285,7928				
Gisement	129,9411		1428,7372	108328,13	406197,5972	
Arc de cercle		6,583				-2,7939
X Centre	108396,1049					
Y Centre	406331,3112					
Rayon	150		1435,3202	108334,0618	406194,7437	
Alignement droit		119,2867				
Gisement	127,1472		1554,6069	108442,6663	406145,4044	
Arc de cercle		160,1374				42,5768
X Centre	108339,2613					
Y Centre	405917,792					
Rayon	250		1714,7443	108558,1975	406038,4855	

Alignement droit		306,069				
Gisement	169,724		2020,8133	108698,3309	405766,3811	
Arc de cercle		171,3012				
X Centre	108886,6137					-46,1504
Y Centre	405833,8317					
Rayon	200		2192,1145	108814,236	405647,3874	
Alignement droit		123,7926				
Gisement	123,5736		2315,9071	108929,6381	405602,5883	
Arc de cercle		269,0814				
X Centre	109056,2991					-48,9436
Y Centre	405928,8658					
Rayon	350		2584,9885	109192,1154	405606,2919	
Alignement droit		153,071				
Gisement	74,63		2738,0595	109333,1917	405665,6906	
Arc de cercle		43,9636				
X Centre	109364,2355					34,9851
Y Centre	405591,9594					
Rayon	80		2782,0231	109376,2723	405671,0487	
Alignement droit		236,0768				
Gisement	109,6151		3018,1	109609,6616	405635,5286	
Arc de cercle		17,7007				
X Centre	109647,2766					-4,5075
Y Centre	405882,6826					
Rayon	250		3035,8007	109627,2405	405633,4868	
Alignement droit		170,0037				
Gisement	105,1076		3205,8044	109796,6973	405619,862	
Arc de cercle		37,369				
X Centre	109808,719					-15,8599
Y Centre	405769,3794					
Rayon	150		3243,1734	109833,9331	405621,5138	
Alignement droit		90,0765				
Gisement	89,2477		3333,2499	109922,728	405636,6552	
Arc de cercle		12,6038				
X Centre	109909,2804					-10,0297
Y Centre	405715,5168					
Rayon	80		3345,8537	109934,9345	405639,7417	
Alignement droit		143,9193				
Gisement	79,218		3489,773	110071,2533	405685,8932	

Arc de cercle		19,5382				
X Centre	110103,3209					
Y Centre	405591,1743					
Rayon	100		3509,3112	110090,2523	405690,3167	12,4384
Alignement droit		92,0056				
Gisement	91,6564		3601,3168	110181,4688	405702,3405	
Arc de cercle		2,4555				
X Centre	110188,0031					
Y Centre	405652,7693					
Rayon	50		3603,7723	110183,9101	405702,6015	3,1264
Alignement droit		119,9453				
Gisement	94,7828		3723,7175	110303,4528	405712,4202	
Arc de cercle		35,3573				
X Centre	110319,8247					
Y Centre	405513,0914					
Rayon	200		3759,0748	110338,7633	405712,1927	11,2546
Alignement droit		128,7108				
Gisement	106,0374		3887,7855	110466,8957	405700,0047	
Arc de cercle		31,5867				
X Centre	110447,9571					
Y Centre	405500,9034					
Rayon	200		3919,3722	110497,9742	405694,5482	10,0543
Alignement droit		204,2913				
Gisement	116,0917		4123,6635	110695,7739	405643,4579	
Arc de cercle		26,6328				
X Centre	110733,2867					
Y Centre	405788,6915					
Rayon	150		4150,2963	110722,0148	405639,1156	-11,3033
Alignement droit		167,4363				
Gisement	104,7884		4317,7326	110888,9777	405626,5335	
Arc de cercle		6,4692				
X Centre	110877,7059					
Y Centre	405476,9576					
Rayon	150		4324,2018	110895,4162	405625,9084	2,7457
Alignement droit		138,4356				
Gisement	107,5341		4462,6374	111032,8835	405609,5635	
Arc de cercle		28,9536				
X Centre	111003,3663					
Y Centre	405361,3121					
Rayon	250					7,3729

			4491,591	111061,3726	405604,4895	
Alignement droit		178,8648				
Gisement	114,907		4670,4558	111235,3562	405562,9884	
Arc de cercle		46,9728				
X Centre	111188,9511					
Y Centre	405368,4464					
Rayon	200		4717,4287	111279,3542	405546,8485	14,952
Alignement droit		102,9539				
Gisement	129,859		4820,3825	111371,1901	405500,3117	
Arc de cercle		6,0467				
X Centre	111438,9924					
Y Centre	405634,1133					
Rayon	150		4826,4292	111376,6374	405497,688	-2,5663
Alignement droit		129,789				
Gisement	127,2927		4956,2182	111494,6807	405443,7347	
Arc de cercle		49,4725				
X Centre	111369,9708					
Y Centre	405170,8842					
Rayon	300		5005,6907	111537,7805	405419,5605	10,4983
Alignement droit		9,3687				
Gisement	137,791		5015,0594	111545,5464	405414,3199	
Arc de cercle		116,1027				
X Centre	111741,3244					
Y Centre	405704,4423					
Rayon	350		5131,1621	111650,7043	405366,3772	-21,118
Alignement droit		188,2817				
Gisement	116,673		5319,4438	111832,5656	405317,6283	
Longueur totale		5319,4438				

## Annexe 02 : Table Des Tabulations de la variante 01

### COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - Sihem\_Racc\_Cir

Nom du dessin  
Date du listing

C:\Users\TI\Desktop\Sihem2Tabulation.dwg  
08/04/2020 à 17:23:11

N°	Tab,	Elt		Ac/In	Distance		Gisement	Point d'axe		
		Origine	Elt		Cumulée	Partielle		X	Y	Z
1		Extremité	AD	X	0,00	0,00	212,06	106952,97	406546,46	601,41
2		Interv	AD	X	30,00	30,00	212,06	106982,43	406540,82	601,69
3		Interv	AD	X	60,00	30,00	212,06	107011,89	406535,17	602,20
4		Interv	AD	X	90,00	30,00	212,06	107041,36	406529,52	603,49
5		Interv	AD	X	120,00	30,00	212,06	107070,82	406523,88	604,63
6		Interv	AD	X	150,00	30,00	212,06	107100,29	406518,23	604,64
7		Interv	AD	X	180,00	30,00	212,06	107129,75	406512,58	605,49
8		Interv	AD	X	210,00	30,00	212,06	107159,21	406506,93	606,63
9		Interv	AD	X	240,00	30,00	212,06	107188,68	406501,29	607,78
10		Interv	AD	X	270,00	30,00	212,06	107218,14	406495,64	608,82
11		Interv	AD	X	300,00	30,00	212,06	107247,60	406489,99	609,86
12		Interv	AD	X	330,00	30,00	212,06	107277,07	406484,34	610,92
13		Interv	AD	X	360,00	30,00	212,06	107306,53	406478,70	612,39
14		Interv	AD	X	390,00	30,00	209,47	107336,03	406473,22	613,50
15		Interv	AD	X	420,00	30,00	209,47	107365,69	406468,78	614,38
16		Interv	AD	X	450,00	30,00	209,47	107395,36	406464,33	615,18
17		Interv	AD	X	480,00	30,00	209,47	107425,03	406459,89	615,88
18		Interv	AD	X	510,00	30,00	209,47	107454,70	406455,44	617,28
19		Interv	AD	X	540,00	30,00	209,47	107484,37	406451,00	618,24
20		Interv	AD	X	570,00	30,00	209,47	107514,04	406446,55	619,03
21		Interv	AD	X	600,00	30,00	209,47	107543,71	406442,11	619,76
22		Interv	AD	X	630,00	30,00	209,47	107573,38	406437,66	620,57
23		Interv	AD	X	660,00	30,00	209,47	107603,05	406433,22	621,30
24		Interv	AD	X	690,00	30,00	209,47	107632,71	406428,77	620,81
25		Interv	Arc	X	720,00	30,00	212,54	107662,34	406424,10	618,61
26		Interv	AD	X	750,00	30,00	213,51	107691,68	406417,81	618,62
27		Interv	AD	X	780,00	30,00	213,51	107721,00	406411,49	620,88
28		Interv	AD	X	810,00	30,00	213,51	107750,33	406405,17	623,72
29		Interv	AD	X	840,00	30,00	213,51	107779,66	406398,85	626,40
30		Interv	AD	X	870,00	30,00	213,51	107808,99	406392,53	626,77
31		Interv	AD	X	900,00	30,00	213,51	107838,31	406386,22	628,10
32		Interv	AD	X	930,00	30,00	213,51	107867,64	406379,90	628,81
33		Interv	AD	X	960,00	30,00	213,51	107896,97	406373,58	629,72
34		Interv	AD	X	990,00	30,00	213,51	107926,29	406367,26	632,23
35		Interv	AD	X	1020,00	30,00	213,51	107955,62	406360,95	634,43
36		Interv	AD	X	1050,00	30,00	213,51	107984,95	406354,63	635,78
37		Interv	Arc	X	1080,00	30,00	213,91	108014,28	406348,31	636,52
38		Interv	Arc	X	1110,00	30,00	221,55	108043,10	406340,06	636,65
39		Interv	Arc	X	1140,00	30,00	229,19	108070,73	406328,43	638,00
40		Interv	AD	X	1170,00	30,00	229,94	108097,48	406314,85	637,16
41		Interv	AD	X	1200,00	30,00	229,94	108124,23	406301,25	637,39
42		Interv	AD	X	1230,00	30,00	229,94	108150,97	406287,66	637,06
43		Interv	AD	X	1260,00	30,00	229,94	108177,71	406274,06	636,90
44		Interv	AD	X	1290,00	30,00	229,94	108204,46	406260,47	637,08
45		Interv	AD	X	1320,00	30,00	229,94	108231,20	406246,87	637,75
46		Interv	AD	X	1350,00	30,00	229,94	108257,94	406233,28	638,39
47		Interv	AD	X	1380,00	30,00	229,94	108284,68	406219,68	639,96
48		Interv	AD	X	1410,00	30,00	229,94	108311,43	406206,09	641,43
49		Interv	AD	X	1440,00	30,00	227,15	108338,32	406192,81	643,21
50		Interv	AD	X	1470,00	30,00	227,15	108365,64	406180,40	644,79
51		Interv	AD	X	1500,00	30,00	227,15	108392,95	406167,99	646,55
52		Interv	AD	X	1530,00	30,00	227,15	108420,26	406155,58	648,63
53		Interv	Arc	X	1560,00	30,00	228,52	108447,55	406143,12	649,98
54		Interv	Arc	X	1590,00	30,00	236,16	108473,75	406128,54	650,21
55		Interv	Arc	X	1620,00	30,00	243,80	108498,01	406110,92	651,62

56	Interv	Arc	X	1650,00	30,00	251,44	108519,99	406090,53	654,31
57	Interv	Arc	X	1680,00	30,00	259,08	108539,37	406067,65	657,61
58	Interv	Arc	X	1710,00	30,00	266,72	108555,87	406042,62	662,91
59	Interv	AD	X	1740,00	30,00	269,72	108569,76	406016,03	664,44
60	Interv	AD	X	1770,00	30,00	269,72	108583,50	405989,36	664,69
61	Interv	AD	X	1800,00	30,00	269,72	108597,23	405962,69	662,91
62	Interv	AD	X	1830,00	30,00	269,72	108610,97	405936,02	660,43
63	Interv	AD	X	1860,00	30,00	269,72	108624,70	405909,35	658,53
64	Interv	AD	X	1890,00	30,00	269,72	108638,44	405882,68	656,62
65	Interv	AD	X	1920,00	30,00	269,72	108652,17	405856,01	656,93
66	Interv	AD	X	1950,00	30,00	269,72	108665,91	405829,34	657,32
67	Interv	AD	X	1980,00	30,00	269,72	108679,64	405802,67	657,99
68	Interv	AD	X	2010,00	30,00	269,72	108693,38	405775,99	657,44
69	Interv	Arc	X	2040,00	30,00	271,99	108705,66	405748,66	661,33
70	Interv	Arc	X	2070,00	30,00	262,44	108720,42	405722,57	670,65
71	Interv	Arc	X	2100,00	30,00	252,89	108738,91	405698,98	680,02
72	Interv	Arc	X	2130,00	30,00	243,35	108760,72	405678,43	680,57
73	Interv	Arc	X	2160,00	30,00	233,80	108785,36	405661,36	672,97
74	Interv	Arc	X	2190,00	30,00	224,25	108812,27	405648,16	670,46
75	Interv	AD	X	2220,00	30,00	223,57	108840,23	405637,30	669,93
76	Interv	AD	X	2250,00	30,00	223,57	108868,20	405626,44	673,55
77	Interv	AD	X	2280,00	30,00	223,57	108896,16	405615,58	673,71
78	Interv	AD	X	2310,00	30,00	223,57	108924,13	405604,73	670,89
79	Interv	Arc	X	2340,00	30,00	219,19	108952,38	405594,65	667,59
80	Interv	Arc	X	2370,00	30,00	213,73	108981,37	405586,98	663,01
81	Interv	Arc	X	2400,00	30,00	208,28	109010,92	405581,82	660,53
82	Interv	Arc	X	2430,00	30,00	202,82	109040,79	405579,21	661,45
83	Interv	Arc	X	2460,00	30,00	197,36	109070,79	405579,17	659,47
84	Interv	Arc	X	2490,00	30,00	191,91	109100,67	405581,69	659,01
85	Interv	Arc	X	2520,00	30,00	186,45	109130,23	405586,76	659,86
86	Interv	Arc	X	2550,00	30,00	180,99	109159,24	405594,35	664,76
87	Interv	Arc	X	2580,00	30,00	175,54	109187,50	405604,39	663,37
88	Interv	AD	X	2610,00	30,00	174,63	109215,17	405616,00	662,07
89	Interv	AD	X	2640,00	30,00	174,63	109242,82	405627,64	660,25
90	Interv	AD	X	2670,00	30,00	174,63	109270,47	405639,28	659,12
91	Interv	AD	X	2700,00	30,00	174,63	109298,11	405650,92	658,08
92	Interv	AD	X	2730,00	30,00	174,63	109325,76	405662,56	657,07
93	Interv	Arc	X	2760,00	30,00	192,09	109354,32	405671,34	657,59
94	Interv	AD	X	2790,00	30,00	209,62	109384,16	405669,85	658,53
95	Interv	AD	X	2820,00	30,00	209,62	109413,82	405665,33	659,52
96	Interv	AD	X	2850,00	30,00	209,62	109443,48	405660,82	659,79
97	Interv	AD	X	2880,00	30,00	209,62	109473,13	405656,31	660,47
98	Interv	AD	X	2910,00	30,00	209,62	109502,79	405651,79	662,30
99	Interv	AD	X	2940,00	30,00	209,62	109532,45	405647,28	663,85
100	Interv	AD	X	2970,00	30,00	209,62	109562,11	405642,77	665,09
101	Interv	AD	X	3000,00	30,00	209,62	109591,77	405638,25	666,05
102	Interv	Arc	X	3030,00	30,00	206,58	109621,46	405634,02	667,50
103	Interv	AD	X	3060,00	30,00	205,11	109651,36	405631,55	669,22
104	Interv	AD	X	3090,00	30,00	205,11	109681,27	405629,14	671,19
105	Interv	AD	X	3120,00	30,00	205,11	109711,17	405626,74	672,97
106	Interv	AD	X	3150,00	30,00	205,11	109741,07	405624,33	674,61
107	Interv	AD	X	3180,00	30,00	205,11	109770,98	405621,93	676,19
108	Interv	Arc	X	3210,00	30,00	203,33	109800,88	405619,58	675,22
109	Interv	Arc	X	3240,00	30,00	190,59	109830,80	405621,01	676,77
110	Interv	AD	X	3270,00	30,00	189,25	109860,38	405626,02	678,62
111	Interv	AD	X	3300,00	30,00	189,25	109889,95	405631,07	680,87
112	Interv	AD	X	3330,00	30,00	189,25	109919,52	405636,11	681,16
113	Interv	AD	X	3360,00	30,00	179,22	109948,33	405644,28	681,03
114	Interv	AD	X	3390,00	30,00	179,22	109976,75	405653,90	680,14
115	Interv	AD	X	3420,00	30,00	179,22	110005,17	405663,52	679,36
116	Interv	AD	X	3450,00	30,00	179,22	110033,58	405673,14	678,60
117	Interv	AD	X	3480,00	30,00	179,22	110062,00	405682,76	678,03
118	Interv	AD	X	3510,00	30,00	191,66	110090,94	405690,41	677,44
119	Interv	AD	X	3540,00	30,00	191,66	110120,68	405694,33	676,53
120	Interv	AD	X	3570,00	30,00	191,66	110150,42	405698,25	676,27
121	Interv	AD	X	3600,00	30,00	191,66	110180,16	405702,17	676,38

122	Interv	AD	X	3630,00	30,00	194,78	110210,05	405704,75	675,88
123	Interv	AD	X	3660,00	30,00	194,78	110239,95	405707,20	676,11
124	Interv	AD	X	3690,00	30,00	194,78	110269,85	405709,66	676,33
125	Interv	AD	X	3720,00	30,00	194,78	110299,75	405712,12	676,42
126	Interv	Arc	X	3750,00	30,00	203,15	110329,71	405712,85	676,59
127	Interv	AD	X	3780,00	30,00	206,04	110359,59	405710,21	676,72
128	Interv	AD	X	3810,00	30,00	206,04	110389,46	405707,37	677,20
129	Interv	AD	X	3840,00	30,00	206,04	110419,32	405704,53	678,33
130	Interv	AD	X	3870,00	30,00	206,04	110449,19	405701,69	679,70
131	Interv	Arc	X	3900,00	30,00	209,93	110479,01	405698,48	681,09
132	Interv	AD	X	3930,00	30,00	216,09	110508,26	405691,89	682,56
133	Interv	AD	X	3960,00	30,00	216,09	110537,31	405684,39	684,33
134	Interv	AD	X	3990,00	30,00	216,09	110566,36	405676,89	685,22
135	Interv	AD	X	4020,00	30,00	216,09	110595,40	405669,38	685,98
136	Interv	AD	X	4050,00	30,00	216,09	110624,45	405661,88	687,02
137	Interv	AD	X	4080,00	30,00	216,09	110653,50	405654,38	688,64
138	Interv	AD	X	4110,00	30,00	216,09	110682,54	405646,87	690,60
139	Interv	Arc	X	4140,00	30,00	209,16	110711,78	405640,24	691,91
140	Interv	AD	X	4170,00	30,00	204,79	110741,66	405637,63	693,65
141	Interv	AD	X	4200,00	30,00	204,79	110771,58	405635,38	694,19
142	Interv	AD	X	4230,00	30,00	204,79	110801,49	405633,13	694,94
143	Interv	AD	X	4260,00	30,00	204,79	110831,41	405630,87	694,66
144	Interv	AD	X	4290,00	30,00	204,79	110861,32	405628,62	694,39
145	Interv	Arc	X	4320,00	30,00	205,75	110891,24	405626,35	694,23
146	Interv	AD	X	4350,00	30,00	207,53	110921,03	405622,86	693,95
147	Interv	AD	X	4380,00	30,00	207,53	110950,82	405619,32	693,59
148	Interv	AD	X	4410,00	30,00	207,53	110980,61	405615,78	693,22
149	Interv	AD	X	4440,00	30,00	207,53	111010,40	405612,24	693,67
150	Interv	Arc	X	4470,00	30,00	209,41	111040,18	405608,59	693,79
151	Interv	AD	X	4500,00	30,00	214,91	111069,55	405602,54	693,95
152	Interv	AD	X	4530,00	30,00	214,91	111098,73	405595,58	694,55
153	Interv	AD	X	4560,00	30,00	214,91	111127,91	405588,62	694,88
154	Interv	AD	X	4590,00	30,00	214,91	111157,10	405581,66	695,25
155	Interv	AD	X	4620,00	30,00	214,91	111186,28	405574,70	695,22
156	Interv	AD	X	4650,00	30,00	214,91	111215,46	405567,73	694,99
157	Interv	Arc	X	4680,00	30,00	217,95	111244,58	405560,55	694,62
158	Interv	Arc	X	4710,00	30,00	227,49	111272,67	405550,08	694,55
159	Interv	AD	X	4740,00	30,00	229,86	111299,49	405536,65	695,09
160	Interv	AD	X	4770,00	30,00	229,86	111326,25	405523,09	695,64
161	Interv	AD	X	4800,00	30,00	229,86	111353,01	405509,53	697,14
162	Interv	AD	X	4830,00	30,00	227,29	111379,89	405496,20	698,99
163	Interv	AD	X	4860,00	30,00	227,29	111407,17	405483,73	700,77
164	Interv	AD	X	4890,00	30,00	227,29	111434,46	405471,26	700,83
165	Interv	AD	X	4920,00	30,00	227,29	111461,74	405458,79	698,43
166	Interv	AD	X	4950,00	30,00	227,29	111489,03	405446,32	698,37
167	Interv	Arc	X	4980,00	30,00	232,34	111515,90	405433,00	698,41
168	Interv	AD	X	5010,00	30,00	237,79	111541,35	405417,15	696,73
169	Interv	Arc	X	5040,00	30,00	233,25	111566,70	405401,12	694,95
170	Interv	Arc	X	5070,00	30,00	227,80	111593,31	405387,28	695,72
171	Interv	Arc	X	5100,00	30,00	222,34	111621,00	405375,77	696,86
172	Interv	Arc	X	5130,00	30,00	216,88	111649,58	405366,68	697,42
173	Interv	AD	X	5160,00	30,00	216,67	111678,56	405358,91	697,72
174	Interv	AD	X	5190,00	30,00	216,67	111707,54	405351,14	698,53
175	Interv	AD	X	5220,00	30,00	216,67	111736,51	405343,38	698,52
176	Interv	AD	X	5250,00	30,00	216,67	111765,49	405335,61	699,32
177	Interv	AD	X	5280,00	30,00	216,67	111794,47	405327,84	701,05
178	Interv	AD	X	5310,00	30,00	216,67	111823,44	405320,07	702,62
179	Extremité	AD	X	5319,44	9,44	216,67	111832,57	405317,63	703,05

## Annexe 03 : Listing de l'axe en plan sans rayons de la 2<sup>ème</sup> variante

### COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (raccCirc)

Nom du dessin  
Date du listing

C:\Users\TI\Desktop\Projet02\_Final\Projet02\_Final\_corps de chaussee70cm.dwg  
15/05/2020 à 14:30:30

Element	Gisement	Rayon	X Centre	Y Centre	Paramètre	Longueur	Abscisse	X	Y
Alignement droit	110.1893					775.8422	775.8422	107044.0980	406529.1338
Arc de cercle		600.0000	107714.4020	405813.1564		32.3584	808.2006	107810.0241	406405.4877
Alignement droit	113.6226					16.1703	824.3710	107841.8144	406399.4720
Clothoïde					268.0000	119.7067	944.0776	107857.6160	406396.0382
Arc de cercle		600.0000	107788.4612	405796.0446		19.4222	963.4998	107973.6314	406366.7564
Clothoïde					-268.0000	119.7067	1083.2065	107992.0053	406360.4644
Alignement droit	128.3846					195.6671	1278.8736	108101.6171	406312.4825
Clothoïde					179.0000	91.5457	1370.4193	108278.1555	406228.1033
Arc de cercle		350.0000	108168.0666	405891.6926		257.1187	1627.5380	108358.8915	406185.0966
Clothoïde					-179.0000	91.5457	1719.0838	108506.3456	405981.5109
Alignement droit	191.8037					22.3333	1741.4170	108522.0322	405891.3897
Arc de cercle		350.0000	108872.0028	405914.1786		500.2752	2241.6922	108524.8996	405869.2413
Alignement droit	100.8079					80.0389	2321.7311	108867.5610	405564.2068
Clothoïde					-179.0000	91.5457	2413.2768	108947.5935	405563.1910
Arc de cercle		350.0000	108997.7910	405913.5792		56.7913	2470.0681	109039.0260	405566.0168
Clothoïde					179.0000	91.5457	2561.6138	109094.6329	405577.2436
Alignement droit	73.8267					88.0599	2649.6737	109179.9997	405610.1131
Clothoïde					179.0000	91.5457	2741.2194	109260.7216	405645.3057
Arc de cercle		350.0000	109442.9303	405341.8395		169.0667	2910.2861	109346.0884	405678.1752
Clothoïde					-179.0000	91.5457	3001.8318	109513.3899	405684.6740
Alignement droit	121.2299					43.1114	3044.9431	109601.0492	405658.5257
Arc de cercle		350.0000	109756.3516	405975.1324		200.9557	3245.8988	109641.7856	405644.4140
Alignement droit	84.6778					124.4210	3370.3199	109839.7790	405635.2208
Clothoïde					285.0000	124.9615	3495.2814	109960.6137	405664.8783
Arc de cercle		650.0000	110176.4500	405047.5308		98.3280	3593.6094	110082.8150	405690.7512
Clothoïde					-285.0000	124.9615	3718.5709	110180.8160	405697.5161
Alignement droit	106.5471					600.2067	4318.7776	110305.4133	405688.6796
Arc de cercle		800.0000	110820.3207	404831.2891		25.6651	4344.4426	110902.4488	405627.0623
Alignement droit	108.5894					154.6428	4499.0854	110927.9316	405624.0185
Clothoïde					285.0000	124.9615	4624.0470	111081.1690	405603.2169
Arc de cercle		650.0000	111055.4944	404949.7308		151.8313	4775.8783	111204.3423	405582.4585
Clothoïde					-285.0000	124.9615	4900.8398	111346.7563	405530.8216
Alignement droit	135.6989					48.2843	4949.1242	111454.6105	405467.8135
Arc de cercle		650.0000	111841.1884	405992.5885		188.1717	5137.2959	111495.5002	405442.1345
Alignement droit	117.2691					122.5285	5259.8244	111667.0221	405366.3569
								111785.0701	405333.5256

## Annexe 04 : Table Des Tabulations de la variante 02

### COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - variante2

Nom du dessin

C:\Users\del\Downloads\Sihem.dwg

Date du listing

17/04/2020 à 14:27:37

N°	Tab,	Elt		Ac/In	Distance		Gisement	Point d'axe		
		Origine	Elt		Cumulée	Partielle		X	Y	Z
1	P1	Extremité	AD	X	0,00	0,00	210,45	107044,86	406525,34	603,58
2	P2	Interv	AD	X	30,00	30,00	210,45	107074,46	406520,44	604,80
3	P3	Interv	AD	X	60,00	30,00	210,45	107104,06	406515,54	604,54
4	P4	Interv	AD	X	90,00	30,00	210,45	107133,65	406510,64	605,67
5	P5	Interv	AD	X	120,00	30,00	210,45	107163,25	406505,73	606,80
6	P6	Interv	AD	X	150,00	30,00	210,45	107192,85	406500,83	607,91
7	P7	Interv	AD	X	180,00	30,00	210,45	107222,44	406495,93	608,97
8	P8	Interv	AD	X	210,00	30,00	210,45	107252,04	406491,03	610,07
9	P9	Interv	AD	X	240,00	30,00	210,45	107281,64	406486,13	611,24
10	P10	Interv	AD	X	270,00	30,00	210,45	107311,24	406481,23	612,63
11	P11	Interv	AD	X	300,00	30,00	210,45	107340,83	406476,33	613,80
12	P12	Interv	AD	X	330,00	30,00	210,45	107370,43	406471,43	614,54
13	P13	Interv	AD	X	360,00	30,00	210,45	107400,03	406466,53	615,32
14	P14	Interv	AD	X	390,00	30,00	210,45	107429,62	406461,63	615,88
15	P15	Interv	AD	X	420,00	30,00	210,45	107459,22	406456,73	617,57
16	P16	Interv	AD	X	450,00	30,00	210,45	107488,82	406451,83	618,35
17	P17	Interv	AD	X	480,00	30,00	210,45	107518,41	406446,92	619,23
18	P18	Interv	AD	X	510,00	30,00	210,45	107548,01	406442,02	619,92
19	P19	Interv	AD	X	540,00	30,00	210,45	107577,61	406437,12	620,68
20	P20	Axe	Arc	X	561,38	21,38	110,44	107598,71	406433,63	621,20
21	P21	Interv	Arc	X	570,00	8,62	209,53	107607,22	406432,28	621,20
22	P22	Axe	AD	X	570,90	0,90	109,44	107608,10	406432,15	621,19
23	P23	Interv	AD	X	600,00	29,10	209,44	107636,89	406427,85	620,46
24	P24	Interv	AD	X	630,00	30,00	209,44	107666,56	406423,42	618,38
25	P25	Interv	AD	X	660,00	30,00	209,44	107696,23	406418,99	619,03
26	P26	Interv	AD	X	690,00	30,00	209,44	107725,90	406414,56	621,69
27	P27	Interv	AD	X	720,00	30,00	209,44	107755,57	406410,13	624,31
28	P28	Axe	Arc	X	742,52	22,52	109,44	107777,84	406406,80	625,67
29	P29	Interv	Arc	X	750,00	7,48	209,91	107785,24	406405,67	626,16
30	P30	Interv	Arc	X	780,00	30,00	211,82	107814,80	406400,57	627,61
31	P31	Interv	Arc	X	810,00	30,00	213,73	107844,20	406394,59	628,31
32	P32	Interv	Arc	X	840,00	30,00	215,64	107873,40	406387,73	629,24
33	P33	Interv	Arc	X	870,00	30,00	217,55	107902,39	406380,00	629,77
34	P34	Interv	Arc	X	900,00	30,00	219,46	107931,13	406371,40	632,09
35	P35	Interv	Arc	X	930,00	30,00	221,37	107959,59	406361,94	634,73
36	P36	Interv	Arc	X	960,00	30,00	223,28	107987,77	406351,64	635,55
37	P37	Interv	Arc	X	990,00	30,00	225,19	108015,62	406340,49	636,51
38	P38	Axe	AD	X	1014,25	24,25	127,41	108037,88	406330,87	636,56
39	P39	Interv	AD	X	1020,00	5,75	228,08	108043,08	406328,42	636,49
40	P40	Interv	AD	X	1050,00	30,00	228,08	108070,21	406315,61	636,43
41	P41	Interv	AD	X	1080,00	30,00	228,08	108097,33	406302,80	636,28
42	P42	Interv	AD	X	1110,00	30,00	228,08	108124,46	406289,99	636,38

43	P43	Interv	AD	X	1140,00	30,00	228,08	108151,59	406277,18	636,39
44	P44	Interv	AD	X	1170,00	30,00	228,08	108178,72	406264,37	636,37
45	P45	Interv	AD	X	1200,00	30,00	228,08	108205,85	406251,56	636,94
46	P46	Interv	AD	X	1230,00	30,00	228,08	108232,97	406238,75	637,71
47	P47	Interv	AD	X	1260,00	30,00	228,08	108260,10	406225,94	638,36
48	P48	Interv	AD	X	1290,00	30,00	228,08	108287,23	406213,13	639,89
49	P49	Interv	AD	X	1320,00	30,00	228,08	108314,36	406200,32	641,25
50	P50	Interv	AD	X	1350,00	30,00	228,08	108341,48	406187,51	643,30
51	P51	Interv	AD	X	1380,00	30,00	228,08	108368,61	406174,70	645,04
52	P52	Interv	AD	X	1410,00	30,00	228,08	108395,74	406161,89	646,77
53	P53	Interv	AD	X	1440,00	30,00	228,08	108422,87	406149,08	648,07
54	P54	Axe	Arc	X	1460,88	20,88	128,09	108441,75	406140,17	648,94
55	P55	Interv	Arc	X	1470,00	9,12	230,02	108449,93	406136,15	649,13
56	P56	Interv	Arc	X	1500,00	30,00	236,39	108475,94	406121,21	648,99
57	P57	Interv	Arc	X	1530,00	30,00	242,75	108500,31	406103,75	651,30
58	P58	Interv	Arc	X	1560,00	30,00	249,12	108522,83	406083,94	654,04
59	P59	Interv	Arc	X	1590,00	30,00	255,48	108543,25	406061,98	660,08
60	P60	Interv	Arc	X	1620,00	30,00	261,85	108561,38	406038,09	663,21
61	P61	Interv	Arc	X	1650,00	30,00	268,22	108577,04	406012,52	664,36
62	P62	Axe	AD	X	1675,59	25,59	174,82	108588,32	405989,56	664,44
63	P63	Interv	AD	X	1680,00	4,41	275,99	108589,94	405985,46	664,17
64	P64	Interv	AD	X	1710,00	30,00	275,99	108600,99	405957,56	662,11
65	P65	Interv	AD	X	1740,00	30,00	275,99	108612,03	405929,67	660,48
66	P66	Axe	Arc	X	1761,88	21,88	175,99	108620,09	405909,32	659,51
67	P67	Interv	Arc	X	1770,00	8,12	274,96	108623,14	405901,80	659,16
68	P68	Interv	Arc	X	1800,00	30,00	271,14	108635,46	405874,46	657,78
69	P69	Interv	Arc	X	1830,00	30,00	267,32	108649,40	405847,90	658,19
70	P70	Interv	Arc	X	1860,00	30,00	263,50	108664,91	405822,22	657,61
71	P71	Interv	Arc	X	1890,00	30,00	259,68	108681,93	405797,52	657,90
72	P72	Interv	Arc	X	1920,00	30,00	255,86	108700,39	405773,88	657,05
73	P73	Interv	Arc	X	1950,00	30,00	252,04	108720,25	405751,40	660,84
74	P74	Interv	Arc	X	1980,00	30,00	248,22	108741,41	405730,14	659,07
75	P75	Interv	Arc	X	2010,00	30,00	244,40	108763,82	405710,20	656,57
76	P76	Interv	Arc	X	2040,00	30,00	240,58	108787,37	405691,63	662,89
77	P77	Interv	Arc	X	2070,00	30,00	236,76	108812,00	405674,51	667,87
78	P78	Interv	Arc	X	2100,00	30,00	232,94	108837,61	405658,89	669,91
79	P79	Interv	Arc	X	2130,00	30,00	229,12	108864,11	405644,84	673,11
80	P80	Interv	Arc	X	2160,00	30,00	225,31	108891,41	405632,41	673,41
81	P81	Interv	Arc	X	2190,00	30,00	221,49	108919,40	405621,63	672,37
82	P82	Interv	Arc	X	2220,00	30,00	217,67	108947,99	405612,55	669,90
83	P83	Axe	AD	X	2247,46	27,46	114,17	108974,59	405605,76	667,00
84	P84	Interv	AD	X	2250,00	2,54	214,17	108977,07	405605,20	666,63
85	P85	Interv	AD	X	2280,00	30,00	214,17	109006,33	405598,58	662,38
86	P86	Axe	Arc	X	2290,07	10,07	114,16	109016,15	405596,35	660,96
87	P87	Interv	Arc	X	2310,00	19,93	209,94	109035,72	405592,60	660,13
88	P88	Interv	Arc	X	2340,00	30,00	203,57	109065,54	405589,42	659,22
89	P89	Interv	Arc	X	2370,00	30,00	197,21	109095,53	405589,24	659,03
90	P90	Interv	Arc	X	2400,00	30,00	190,84	109125,38	405592,05	660,07
91	P91	Interv	Arc	X	2430,00	30,00	184,48	109154,81	405597,83	663,82
92	P92	Interv	Arc	X	2460,00	30,00	178,11	109183,51	405606,51	663,49
93	P93	Axe	AD	X	2482,05	22,05	73,44	109203,98	405614,70	662,69
94	P94	Interv	AD	X	2490,00	7,95	173,43	109211,25	405617,93	662,45

95	P95	Interv	AD	X	2520,00	30,00	173,43	109238,67	405630,09	660,46
96	P96	Interv	AD	X	2550,00	30,00	173,43	109266,10	405642,25	659,19
97	P97	Interv	AD	X	2580,00	30,00	173,43	109293,52	405654,41	658,19
98	P98	Axe	Arc	X	2591,34	11,34	73,44	109303,89	405659,00	657,83
99	P99	Interv	Arc	X	2610,00	18,66	179,37	109321,27	405665,76	657,54
100	P100	Interv	Arc	X	2640,00	30,00	188,92	109350,32	405673,15	657,92
101	P101	Interv	Arc	X	2670,00	30,00	198,47	109380,15	405676,11	659,06
102	P102	Interv	Arc	X	2700,00	30,00	208,02	109410,08	405674,59	660,17
103	P103	Axe	AD	X	2714,99	14,99	112,78	109424,87	405672,15	660,45
104	P104	Interv	AD	X	2730,00	15,01	212,79	109439,57	405669,15	660,56
105	P105	Interv	AD	X	2760,00	30,00	212,79	109468,97	405663,17	661,37
106	P106	Interv	AD	X	2790,00	30,00	212,79	109498,37	405657,18	662,69
107	P107	Interv	AD	X	2820,00	30,00	212,79	109527,76	405651,20	663,89
108	P108	Interv	AD	X	2850,00	30,00	212,79	109557,16	405645,21	665,17
109	P109	Interv	AD	X	2880,00	30,00	212,79	109586,56	405639,22	665,74
110	P110	Interv	AD	X	2910,00	30,00	212,79	109615,96	405633,24	667,34
111	P111	Interv	AD	X	2940,00	30,00	212,79	109645,35	405627,25	667,75
112	P112	Interv	AD	X	2970,00	30,00	212,79	109674,75	405621,26	668,47
113	P113	Interv	AD	X	3000,00	30,00	212,79	109704,15	405615,28	669,18
114	P114	Interv	AD	X	3030,00	30,00	212,79	109733,54	405609,29	669,85
115	P115	Axe	Arc	X	3056,00	26,00	112,77	109759,02	405604,10	670,42
116	P116	Interv	Arc	X	3060,00	4,00	210,24	109762,95	405603,38	670,52
117	P117	Interv	Arc	X	3090,00	30,00	191,14	109792,84	405603,06	672,02
118	P118	Axe	AD	X	3100,06	10,06	84,75	109802,72	405604,95	672,77
119	P119	Interv	AD	X	3120,00	19,94	184,74	109822,08	405609,69	674,41
120	P120	Interv	AD	X	3150,00	30,00	184,74	109851,23	405616,81	677,38
121	P121	Interv	AD	X	3180,00	30,00	184,74	109880,37	405623,93	679,78
122	P122	Interv	AD	X	3210,00	30,00	184,74	109909,51	405631,06	680,75
123	P123	Interv	AD	X	3240,00	30,00	184,74	109938,65	405638,18	681,11
124	P124	Interv	AD	X	3270,00	30,00	184,74	109967,79	405645,31	680,05
125	P125	Interv	AD	X	3300,00	30,00	184,74	109996,94	405652,43	679,45
126	P126	Interv	AD	X	3330,00	30,00	184,74	110026,08	405659,55	678,46
127	P127	Interv	AD	X	3360,00	30,00	184,74	110055,22	405666,68	677,07
128	P128	Interv	AD	X	3390,00	30,00	184,74	110084,36	405673,80	676,43
129	P129	Interv	AD	X	3420,00	30,00	184,74	110113,50	405680,93	675,79
130	P130	Interv	AD	X	3450,00	30,00	184,74	110142,65	405688,05	675,69
131	P131	Interv	AD	X	3480,00	30,00	184,74	110171,79	405695,17	676,20
132	P132	Axe	Arc	X	3506,09	26,09	84,74	110197,14	405701,37	675,95
133	P133	Interv	Arc	X	3510,00	3,91	185,45	110200,93	405702,28	675,87
134	P134	Interv	Arc	X	3540,00	30,00	190,90	110230,41	405707,81	675,97
135	P135	Interv	Arc	X	3570,00	30,00	196,36	110260,25	405710,81	676,40
136	P136	Interv	Arc	X	3600,00	30,00	201,82	110290,24	405711,24	676,31
137	P137	Interv	Arc	X	3630,00	30,00	207,27	110320,15	405709,10	676,34
138	P138	Axe	AD	X	3645,40	15,40	110,07	110335,41	405707,01	676,32
139	P139	Interv	AD	X	3660,00	14,60	210,08	110349,83	405704,71	676,30
140	P140	Interv	AD	X	3690,00	30,00	210,08	110379,45	405699,98	676,62
141	P141	Interv	AD	X	3720,00	30,00	210,08	110409,08	405695,25	677,79
142	P142	Interv	AD	X	3750,00	30,00	210,08	110438,70	405690,52	679,12
143	P143	Interv	AD	X	3780,00	30,00	210,08	110468,33	405685,79	680,47
144	P144	Interv	AD	X	3810,00	30,00	210,08	110497,95	405681,06	682,01
145	P145	Interv	AD	X	3840,00	30,00	210,08	110527,58	405676,34	683,95
146	P146	Interv	AD	X	3870,00	30,00	210,08	110557,20	405671,61	685,21

147	P147	Interv	AD	X	3900,00	30,00	210,08	110586,83	405666,88	685,90
148	P148	Interv	AD	X	3930,00	30,00	210,08	110616,45	405662,15	686,74
149	P149	Interv	AD	X	3960,00	30,00	210,08	110646,08	405657,42	688,10
150	P150	Interv	AD	X	3990,00	30,00	210,08	110675,70	405652,69	690,60
151	P151	Interv	AD	X	4020,00	30,00	210,08	110705,33	405647,97	692,05
152	P152	Interv	AD	X	4050,00	30,00	210,08	110734,95	405643,24	693,92
153	P153	Interv	AD	X	4080,00	30,00	210,08	110764,58	405638,51	694,36
154	P154	Axe	Arc	X	4086,89	6,89	110,07	110771,38	405637,42	694,43
155	P155	Axe	AD	X	4089,64	2,75	109,84	110774,10	405637,00	694,46
156	P156	Interv	AD	X	4110,00	20,36	209,84	110794,21	405633,86	695,02
157	P157	Interv	AD	X	4140,00	30,00	209,84	110823,86	405629,24	694,48
158	P158	Interv	AD	X	4170,00	30,00	209,84	110853,50	405624,62	694,03
159	P159	Interv	AD	X	4200,00	30,00	209,84	110883,14	405620,00	693,67
160	P160	Interv	AD	X	4230,00	30,00	209,84	110912,78	405615,38	693,45
161	P161	Interv	AD	X	4260,00	30,00	209,84	110942,43	405610,76	693,06
162	P162	Interv	AD	X	4290,00	30,00	209,84	110972,07	405606,14	692,63
163	P163	Interv	AD	X	4320,00	30,00	209,84	111001,71	405601,52	692,70
164	P164	Interv	AD	X	4350,00	30,00	209,84	111031,35	405596,90	692,89
165	P165	Interv	AD	X	4380,00	30,00	209,84	111060,99	405592,28	693,17
166	P166	Axe	Arc	X	4380,61	0,61	109,84	111061,60	405592,19	693,17
167	P167	Interv	Arc	X	4410,00	29,39	211,40	111090,58	405587,31	693,66
168	P168	Interv	Arc	X	4440,00	30,00	212,99	111120,03	405581,60	694,17
169	P169	Interv	Arc	X	4470,00	30,00	214,58	111149,33	405575,15	694,86
170	P170	Interv	Arc	X	4500,00	30,00	216,18	111178,45	405567,97	694,75
171	P171	Interv	Arc	X	4530,00	30,00	217,77	111207,39	405560,07	694,24
172	P172	Interv	Arc	X	4560,00	30,00	219,36	111236,13	405551,45	693,68
173	P173	Interv	Arc	X	4590,00	30,00	220,95	111264,64	405542,11	693,58
174	P174	Interv	Arc	X	4620,00	30,00	222,54	111292,90	405532,06	694,79
175	P175	Interv	Arc	X	4650,00	30,00	224,13	111320,91	405521,30	695,61
176	P176	Interv	Arc	X	4680,00	30,00	225,73	111348,64	405509,85	696,91
177	P177	Interv	Arc	X	4710,00	30,00	227,32	111376,07	405497,71	698,75
178	P178	Axe	AD	X	4713,45	3,45	127,50	111379,20	405496,28	698,96
179	P179	Interv	AD	X	4740,00	26,55	227,50	111403,32	405485,16	700,68
180	P180	Interv	AD	X	4770,00	30,00	227,50	111430,56	405472,60	700,66
181	P181	Interv	AD	X	4800,00	30,00	227,50	111457,80	405460,04	698,72
182	P182	Interv	AD	X	4830,00	30,00	227,50	111485,05	405447,48	698,65
183	P183	Interv	AD	X	4860,00	30,00	227,50	111512,29	405434,92	698,44
184	P184	Interv	AD	X	4890,00	30,00	227,50	111539,54	405422,36	696,78
185	P185	Interv	AD	X	4920,00	30,00	227,50	111566,78	405409,80	693,98
186	P186	Interv	AD	X	4950,00	30,00	227,50	111594,03	405397,24	694,59
187	P187	Interv	AD	X	4980,00	30,00	227,50	111621,27	405384,68	696,64
188	P188	Interv	AD	X	5010,00	30,00	227,50	111648,51	405372,12	697,38
189	P189	Interv	AD	X	5040,00	30,00	227,50	111675,76	405359,56	697,68
190	P190	Interv	AD	X	5070,00	30,00	227,50	111703,00	405347,00	698,51
191	P191	Interv	AD	X	5100,00	30,00	227,50	111730,25	405334,44	698,66
192	P192	Interv	AD	X	5130,00	30,00	227,50	111757,49	405321,88	701,14
193	P193	Extremité	AD	X	5153,80	23,80	227,50	111779,10	405311,92	702,69

### Annexe 05 : listing du profil en long du projet de la 1ère variante

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			-0.000	603.581	107044.098, 406529.134	603.581
Rampe = 3.116 %	1470.172	1470.885				
			1470.172	649.387	108449.977, 406144.393	650.425
Arc de parabole	501.708	501.808				
Rayon = -20000.0000						
			1971.880	658.726	108736.867, 405745.689	658.163
Rampe = 0.607 %	189.177	189.180				
			2161.057	659.874	108878.995, 405624.343	673.608
Arc de parabole	689.664	689.786				
Rayon = 30000.0000						
			2850.721	671.989	109545.979, 405676.627	669.055
Rampe = 2.906 %	242.421	242.523				
			3093.142	679.034	109780.942, 405625.997	677.437
Arc de parabole	308.234	308.270				
Rayon = -6000.0000						
S haut = 3267.142						
Z haut = 681.567						
			3401.376	680.074	110081.492, 405693.247	677.888
Pente = -2.231 %	112.162	112.190				
			3513.538	677.571	110193.234, 405699.675	676.002
Arc de parabole	253.556	253.609				
Rayon = 4000.0000						
S bas = 3602.538						
Z bas = 676.576						
			3767.094	679.950	110445.500, 405674.222	679.504
Rampe = 4.108 %	206.688	206.863				
			3973.782	688.440	110651.097, 405653.003	688.397
Arc de parabole	370.070	370.185				
Rayon = -10000.0000						
			4343.852	696.794	111018.816, 405611.681	693.717
Rampe = 0.407 %	824.058	824.065				
			5167.910	700.148	111785.070, 405333.526	700.148
Longueur totale	5167.910					

### Annexe 06 : listing du profil en long du projet de la 2ème variante

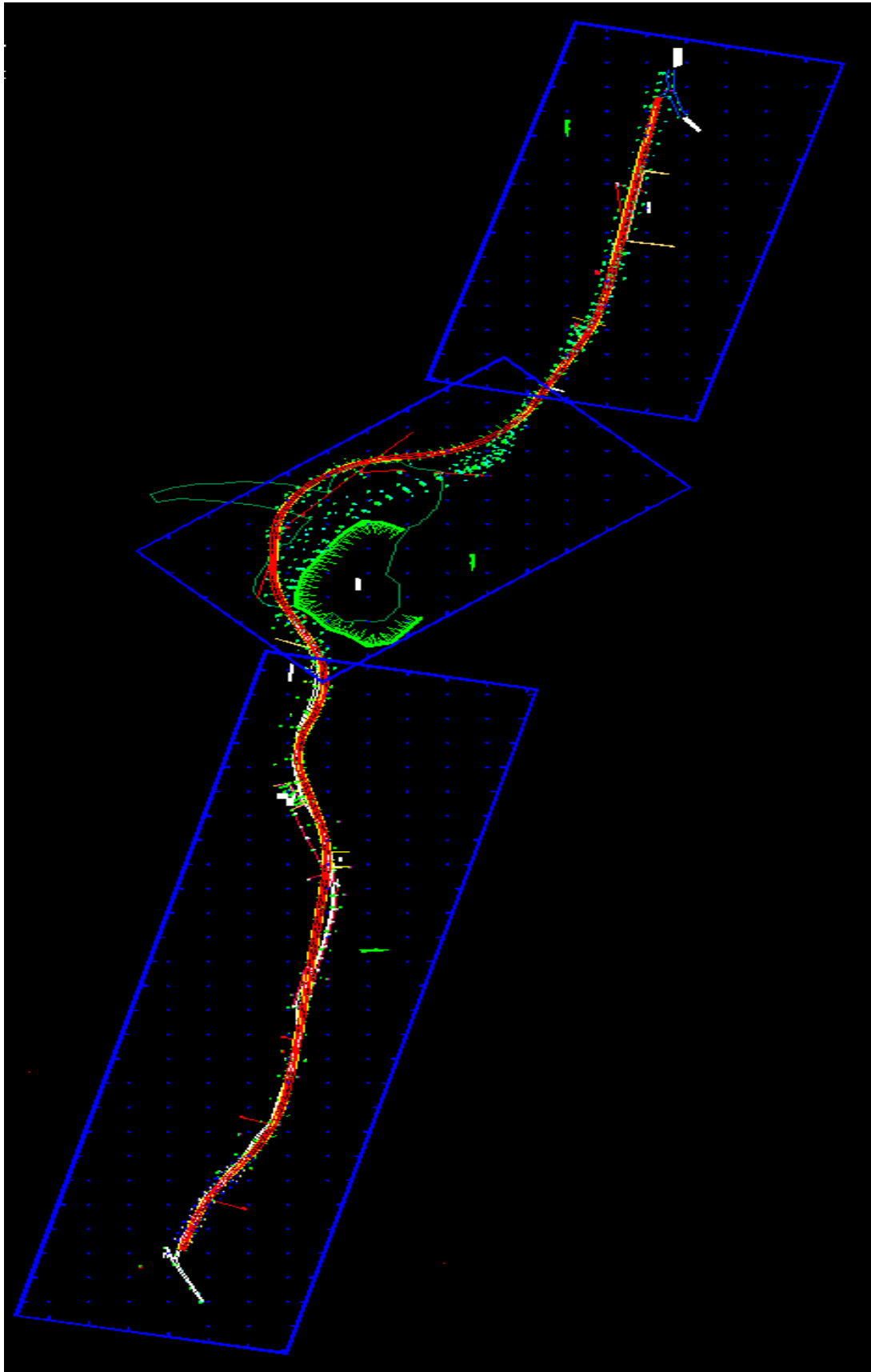
Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan (m)	Z TN (m)
			-0.000	603.581	107044.098, 406529.134	603.581
Rampe = 2.998 %	2006.703	2007.605				
			2006.703	663.746	108649.867, 405643.705	664.328
Arc de parabole	426.594	426.646				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 2246.703						
Z haut = 667.341						
			2433.297	665.162	109057.638, 405567.699	661.080

Pente = -2.334 %	147.453	147.493				
			2580.749	661.720	109196.073, 405617.121	662.955
Arc de parabole	328.696	328.770				
Rayon = 5000.0000						
S bas = 2697.749						
Z bas = 660.358						
			2909.445	664.851	109510.598, 405686.297	667.276
Rampe = 4.240 %	175.697	175.855				
			3085.143	672.300	109678.171, 405633.976	673.060
Arc de parabole	489.715	489.825				
Rayon = - 8000.0000						
S haut = 3424.143						
Z haut = 679.490						
			3574.857	678.074	110159.514, 405698.325	676.357
Pente = -1.882 %	85.163	85.178				
			3660.020	676.471	110244.549, 405694.961	675.918
Arc de parabole	159.946	159.970				
Rayon = 3000.0000						
S bas = 3716.020						
Z bas = 675.940						
			3819.966	677.725	110403.651, 405678.541	677.689
Rampe = 3.450 %	198.526	198.645				
			4018.493	684.574	110601.128, 405658.160	686.398
Arc de parabole	570.375	570.511				
Rayon = - 20000.0000						
			4588.868	696.118	111167.455, 405591.039	696.964
Rampe = 0.598 %	673.987	673.999				
			5262.855	700.148	111785.070, 405333.526	700.148
Longueur totale	5262.855					

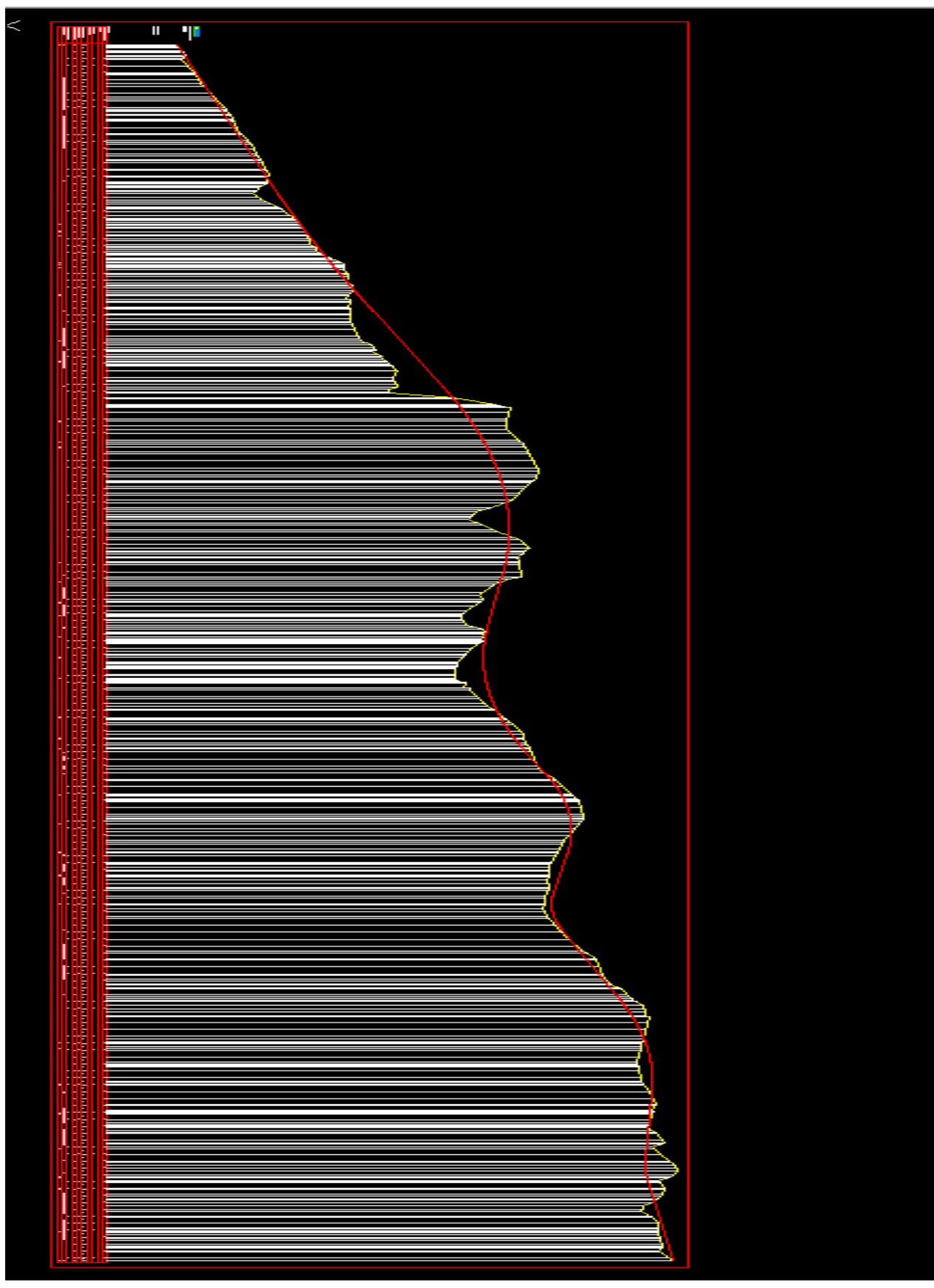
### Annexe 07 : listing du profil en long du projet de la 3<sup>ème</sup> variante

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	603.579	107044.863, 406525.338	603.579
Rampe = 2.562 %	241.995	242.074				
			241.995	609.779	107283.607, 406485.805	611.334
Arc de parabole	917.955	918.392				
Rayon = 90000.0000						
			1159.949	637.978	108169.629, 406268.659	636.418
Rampe = 3.582 %	253.262	253.425				
			1413.212	647.049	108398.644, 406160.520	646.990
Arc de parabole	118.242	118.295				
Rayon = -10000.0000						
			1531.453	650.585	108501.450, 406102.839	651.423
Rampe = 2.399 %	451.388	451.518				
			1982.842	661.416	108743.483, 405728.198	658.347
Arc de parabole	738.793	738.862				
Rayon = -30000.0000						
S haut = 2702.842						
Z haut = 670.052						
			2721.634	670.046	109431.377, 405670.824	660.527
Pente = -0.063 %	192.699	192.700				
			2914.334	669.925	109620.201, 405632.372	667.470
Arc de parabole	231.333	231.356				
Rayon = 9000.0000						
S bas = 2920.334						
Z bas = 669.923						
			3145.666	672.751	109847.017, 405615.782	676.932
Rampe = 2.507 %	300.313	300.407				
			3445.979	680.281	110138.740, 405687.094	675.693
Arc de parabole	771.806	771.929				
Rayon = -50000.0000						
			4217.785	693.675	110900.714, 405617.263	693.497
Rampe = 0.964 %	936.014	936.057				
			5153.799	702.694	111779.104, 405311.920	702.694
Longueur totale	5153.799					

**Annexe 08 : Tracé en plan de la variante choisie**



## Annexe 09 : Profil en long de la variante choisie



## Annexe 10 : Profil en travers de la variante choisie

