

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badais de Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الهندسة المدنية

Département de Génie Civil



N° d'ordre : M ...../GC /2023

## Mémoire de Master académique

Filière : Génie Civil

Spécialité : Voies et Ouvrages d'Art

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE BAHARA  
ENTRE LA WILAYA DE MOSTAGANEM ET LA WILAYA DE  
CHELEF SUR 3.500 KM.**

Présenté par :

AZIRIA Chahrazad

Soutenu le 20/06/2023 devant le jury composé de :

- **Président** : KERAOUTI Rabah
- **Examineur** : TALIA Ahmed
- **Invités** : BOUARFA Zohir  
: MOURAD Cherif
- **Encadrant** : ZAOUI Mohamed

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **Remerciement :**

*Toute notre gratitude et remerciement vont à dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.*

*Un grand merci à Monsieur KERAOUTI Rabah qui nous a fait l'honneur de présider Ce jury, un merci ira également à Monsieur Talia Ahmed qui a accepté d'examiner notre travail, on le remercie énormément pour tout le temps qu'il nous a consacré,*

*Un grand merci à Monsieur BOUARFA Zohir qui nous a fait l'honneur d'être présent parmi les membres de jury.*

*C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadreur Monsieur ZAOUI Mohamed pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.*

*Toute notre gratitude va à tous les enseignants particulièrement du département de Génie Civil et de L'UNIVERSITÉ DE MOSTAGANEM en général qui ont contribué à notre formation.*

## *Dédicace :*

*Je dédie ce travail premièrement  
A mes très chers parents pour leurs  
amour et leurs attendant et espoir  
Pour me voir réussir grimper plus haut  
niveaux dans cette vie et l'autre delà,  
prie à Allah de les garder en plein santé  
dans toute leur vie.*

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

*Azíría Chahrazad.*

# Liste de figure :

## Chapitre I : Présentation du projet

Figure I.1 : Présentation De Willaya De Mostaganem .....	3
Figure I.2 : Tronçon De Notre Projet .....	3
Figure I.3 : levé topographique de notre projet .....	4

## Chapitre II : Caractéristique Géométrique

Figure II.1 : distances d'arrêt de véhicule .....	8
Figure II.2 : distance d'arrête .....	9
Figure II.3 : Les Eléments De Trace En Plan.....	12
Figure II.4 : Détermination de l'angle au centre.....	13
Figure II.5 : Les éléments d'un raccordement circulaire. ....	14
Figure II.6 : Dénivelée cumulée. ....	15
Figure II.7 : Les éléments De La Clothoïde .....	20
Figure II.8 : courbe S.....	21
Figure II.9 : courbe à sommet .....	22
Figure II.10 : courbe C .....	22
Figure II.11 : courbe en OVE.....	22
Figure II.12 : Profil en long de notre projet. ....	35
Figure II.13 : Raccordement Profil En Long.....	37
Figure II.14 : Raccordement Convexes.....	37
Figure II.15 : profils en travers type.....	41
Figure II.16 : Exemple profil en travers type .....	42

## Chapitre III : Etude du trafic routier

Figure III.1 : Exemple d'une autoroute de trafic routier. ....	45
--	----

## Chapitre IV : Cubature

Figure IV.1 : Profil en travers mixte. ....	53
Figure IV.2 : Formule de MR Sarraus.....	54
Figure IV.3 : Profil en long. ....	54

## **Chapitre V : Dimensionnement Des Coupe Du Chaussée**

<b>FigureV.1</b> : Coupe transversale d'une chaussée .....	<b>61</b>
<b>FigureV.2</b> : Chaussée souple .....	<b>63</b>
<b>FigureV.3</b> : Chaussée semi- rigide.....	<b>63</b>
<b>FigureV.4</b> : Chaussée rigide.....	<b>64</b>
<b>FigureV.5</b> : schéma récapitulatif.....	<b>64</b>
<b>FigureV.6</b> : Différentes couches du corps de chaussée .....	<b>69</b>

## **Chapitre VI : Ouvrages D'Assainissement**

<b>Figure VI.1</b> : Exemple d'un bassin versant .....	<b>72</b>
<b>Figure VI.2</b> : Exemple d'un ouvrage de franchissement.....	<b>73</b>
<b>Figure VI.3</b> : Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route .....	<b>74</b>

## **Chapitre VII : Signalisation**

<b>Figure VII.1</b> : Les lignes longitudinales.....	<b>79</b>
<b>Figure VII.2</b> : Signalisation vertical. ....	<b>80</b>
<b>Figure VII.3</b> : Signalisation de la vitesse. ....	<b>80</b>
<b>Figure VII.4</b> : Les flèches de signalisation.....	<b>81</b>

# Liste de tableau :

## Chapitre II : Caractéristique Géométrique

<b>Tableau II.1</b> : le coefficient de frottement longitudinal. ....	<b>7</b>
<b>Tableau II.2</b> : distance de sécurité en fonction de la catégorie de la vitesse de référence.....	<b>9</b>
<b>Tableau II.3</b> : les différentes valeurs des distances calculées .....	<b>10</b>
<b>Tableau II.4</b> : Détermination la nature du terrain.....	<b>15</b>
<b>Tableau II.5</b> : Classification de la sinuosité. ....	<b>16</b>
<b>Tableau II.6</b> : L'environnement de la route. ....	<b>16</b>
<b>Tableau II.7</b> : Vitesse de référence.....	<b>17</b>
<b>Tableau II.8</b> : Coefficient transversal ft. ....	<b>17</b>
<b>Tableau II.9</b> : Coefficient F'' en fonction de la catégorie.....	<b>18</b>
<b>Tableau II.10</b> : Coordonnées des sommets de l'axe de la route.....	<b>23</b>
<b>Tableau II.11</b> : Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre. ....	<b>24</b>
<b>Tableau II.12</b> : Eléments de raccordement circulaire. ....	<b>25</b>
<b>Tableau II.13</b> : Longueurs des alignements droits et de courbes. ....	<b>26</b>
<b>Tableau II.14</b> : dénivelée moyenne cumulée. ....	<b>30</b>
<b>Tableau II.15</b> : Les Rayons en plan.....	<b>31</b>
<b>Tableau II.16</b> : Longueur de la clothoïde. ....	<b>33</b>
<b>Tableau II.17</b> : Paramètre de clothoïde. ....	<b>33</b>
<b>Tableau II.18</b> : devers de rayon associe .....	<b>35</b>
<b>Tableau II.19</b> : Valeur de déclivité maximale.....	<b>36</b>
<b>Tableau II.20</b> : Rayons verticaux en angles saillant.....	<b>38</b>
<b>Tableau II.21</b> : Rayon verticaux en angle rentrant. ....	<b>39</b>
<b>Tableau II.22</b> : Valeurs des différents rayons calculées et selon B40 en profile en long.....	<b>40</b>

## Chapitre III : Etude du trafic routier

<b>Tableau III.1</b> : coefficient d'équivalence (P).....	<b>48</b>
<b>Tableau III.2</b> : Valeur de K1. ....	<b>49</b>
<b>Tableau III.3</b> : Valeur de K2. ....	<b>49</b>

<b>Tableau III.4 : Valeur de capacité théorique.....</b>	<b>49</b>
<b>Tableau III.5 : Récapitulatif.....</b>	<b>51</b>

## **Chapitre IV : Cubature**

<b>Tableau VI.1 : Cubature de notre projet.....</b>	<b>58</b>
---	-----------

## **Chapitre V : Dimensionnement Des Coupe Du Chaussée**

<b>Tableau V.1 : Les classes de portance des sols. ....</b>	<b>65</b>
<b>Tableau V.2 : Coefficient d'équivalence.....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau V.3 : l'épaisseur de chaque couche.....</b>	<b>69</b>

## **Chapitre VI : Ouvrages D'Assainissement**

<b>Tableau VI.1 : Coefficient de ruissellement.....</b>	<b>75</b>
---	-----------

## **Chapitre VII : Signalisation**

<b>Tableau VII.1 : Modulation de la ligne continue. ....</b>	<b>78</b>
--	-----------

## **Chapitre VIII : Devis quantitatif et estimatif**

<b>Tableau VIII.1 : Devis quantitatif et estimatif.....</b>	<b>83</b>
---	-----------

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

الملخص

## INTRODUCTION

### Chapitre I : Présentation du projet

I.1. Présentation et contexte de la Wilaya.....	2
I.1.1. Découpage administratif.....	2
I.1.2. Réseau routier .....	2
I.1.3. Les ouvrage d'art .....	2
I.1.4. Installations aéroportuaires .....	2
I.1.5. Ressources marines .....	2
I.2. Présentation du projet .....	3
I.2.1. Données de base .....	4
2.1.1. Levé Topographique .....	4
2.1.2. Catégorie de la route .....	4
2.1.3. Le Trafic .....	5
I.2.2. Objectif du projet .....	5

### Chapitre II : Caractéristique Géométrique

II.1. ETUDE CINEMATIQUE .....	7
II.1.1. Distance de freinage $d_0$ .....	7
II.1.2. Distance d'arrêt $d_1$ .....	7
II.1.3. Distance de sécurité entre deux véhicules .....	8
II.1.4. Application de projet .....	9
II.2. ETUDE GEOMETRIQUE .....	11
II.2.1. Tracé en plan .....	11
1. Définition .....	11
2. Règles à respecter dans le tracé en plan .....	11
3. Les éléments du tracé en plan .....	11
3.1. Alignement droites .....	12
3.2. Arcs de cercles .....	12

<b>4. Calcul de gisement de distance et des angles au centre .....</b>	<b>12</b>
4.1. Calcul des gisements .....	12
4.2. Distance .....	13
4.3. L'angle au centre .....	13
4.4. Les raccordements circulaires .....	14
4.5. Environnement .....	14
4.5.1. Dénivelée cumulée moyenne .....	15
4.5.2. La sinuosité .....	15
4.5.3. Résultat d'environnement .....	16
4.6. La vitesse de révérence .....	16
4.7. Les rayons en plan .....	17
a) Rayon minimal absolu (RHm) .....	17
b) Rayon horizontal normal (RH N) .....	18
c) Rayon déversé (RHd) .....	18
d) Rayon minimal non déversé RHnd .....	18
4.8. Détermination des dévers aux rayons en plan .....	18
<b>5. Détermination des éléments des raccordements .....</b>	<b>19</b>
5.1. Les raccordements progressifs (Clothoïde) .....	19
5.2. Expression de la clothoïde .....	19
5.3. Les Eléments de la clothoïde .....	20
5.4. Les conditions de raccordement progressif .....	20
a) Condition de confort optique .....	20
b) Condition de confort dynamique .....	20
c) Condition de gauchissement .....	21
d) Vérification de non chevauchement .....	21
<b>6. Combinaison des éléments de trace en plan .....</b>	<b>21</b>
a) Courbe en S .....	21
b) Courbe à sommet .....	22
c) Courbe en C .....	22
d) Courbe en OVE .....	22
<b>7. Application au projet .....</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2. Profil en long .....</b>	<b>35</b>
1. Définition .....	35
2. Élément géométrique du profil en long .....	35
3. Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	35
4. Déclivités .....	36
4.1. Déclivités minimal .....	36
4.2. Déclivités maximal .....	36

<b>5. Raccordement profil en long .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1. Raccordement convexes (angle saillant).....</b>	<b>37</b>
a) Condition de confort .....	37
b) Condition de visibilité .....	38
<b>5.2. Raccordement concaves (angle rentrant) .....</b>	<b>39</b>
a) Rayon minimal absolu .....	39
b) Rayon minimal normal .....	39
<b>6. Application au projet .....</b>	<b>39</b>
<b>II.2.3. Profil en travers .....</b>	<b>41</b>
1. Définition .....	41
2. Profil en travers types .....	41
3. Les éléments du profil en travers .....	42
4. Profil en travers de courant .....	43
5. Conclusion .....	43

### **Chapitre III : Etude du trafic routier**

<b>III.1. Introduction.....</b>	<b>45</b>
<b>III.2. Analyse le trafic .....</b>	<b>45</b>
<b>III.2.1. Les comptages .....</b>	<b>46</b>
a) Les comptages automatiques .....	46
b) Les comptages manuels .....	46
<b>III.2.2. Les enquête .....</b>	<b>46</b>
<b>III.3. Différentes types de trafic .....</b>	<b>46</b>
<b>III.3.1. Trafic normal .....</b>	<b>46</b>
<b>III.3.2. Trafic induit .....</b>	<b>46</b>
<b>III.3.3. Trafic dévié .....</b>	<b>46</b>
<b>III.3.4. Trafic total .....</b>	<b>46</b>
<b>III.4. Modèle de présentations de trafic .....</b>	<b>47</b>
<b>III.5. Définition de la capacité .....</b>	<b>47</b>
<b>III.6. Détermination de nombre de voie .....</b>	<b>47</b>
<b>III.6.1. Calcul de trafic journalier annuel horizon (TJMA)<sub>h</sub> .....</b>	<b>47</b>
<b>III.6.2. Calcul des trafics effectifs .....</b>	<b>47</b>
<b>III.6.3. Débit de point horaire normal .....</b>	<b>48</b>
<b>III.6.4. Débit horaire admissible .....</b>	<b>48</b>
<b>III.6.5. La Loi de nombre de voies .....</b>	<b>49</b>
<b>III.7. Application au projet .....</b>	<b>50</b>
<b>III.8. Conclusion .....</b>	<b>51</b>

## Chapitre IV : Cubature

<b>IV.1. Introduction</b> .....	53
<b>IV.2. Méthode de calcul des cubatures</b> .....	53
<b>IV.2.1. Méthode de SARRAUS</b> .....	53
<b>IV.2.2. Méthode classique</b> .....	55
<b>IV.3. Calcul des cubatures de projet</b> .....	55

## Chapitre V : Dimensionnement Des Coupe Du Chaussée

<b>V.1. Introduction</b> .....	60
<b>V.2. Principe de la constitution des chaussées</b> .....	60
<b>V.2.1. Des intempéries</b> .....	60
<b>V.2.2. De la charge des véhicules</b> .....	60
<b>V.2.3. Des efforts tangentiels</b> .....	61
<b>V.3. Définition de chaussée</b> .....	61
<b>V.4. Les différentes structures de chaussée</b> .....	61
<b>V.4.1. Chaussée souple</b> .....	62
a) Couche de roulement (Surface) .....	62
b) Couche de base .....	62
c) Couche de fondation .....	62
d) Couche de forme .....	63
<b>V.4.2. Les chaussées semi-rigides</b> .....	63
<b>V.4.3. Les chaussées rigides</b> .....	63
<b>V.5. Dimensionnement de la chaussée</b> .....	64
<b>V.5.1. Le trafic</b> .....	65
<b>V.5.2. Environnement</b> .....	65
<b>V.5.3. Le sol support</b> .....	65
<b>V.5.4. Matériaux</b> .....	66
<b>V.6. Méthode de dimensionnement</b> .....	66
<b>V.6.1. Méthode de CBR (CALIFORNIA – BEARING – RATIO)...</b> ..	66
<b>V.7. Application de projet</b> .....	67

## Chapitre VI : Ouvrages D'Assainissement

<b>VI.1. Introduction</b> .....	71
<b>VI.2. Objectifs de l'assainissement</b> .....	71
<b>VI.3. Définition</b> .....	71
<b>VI.3.1. Assainissement</b> .....	71
<b>VI.3.2. Le bassin versant</b> .....	71

<b>VI.3.3. Types de dégradation</b> .....	72
<b>VI.4. Ouvrage d'assainissement</b> .....	72
<b>VI.4.1. Les ouvrage de franchissement</b> .....	72
<b>VI.4.2. Réseaux longitudinaux</b> .....	73
<b>VI.4.3. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements</b> .....	74
a) <b>Ouvrages transversaux</b> .....	74
b) <b>Ouvrages de raccordement</b> .....	74
<b>VI.5. Dimensionnement des buses</b> .....	74
<b>VI.6. Application au projet</b> .....	75
<b>VI.7. Conclusion</b> .....	75

## **Chapitre VII : Signalisation**

<b>VII.1. Introduction</b> .....	77
<b>VII.2. Règle et l'objectif de la signalisation routière</b> .....	77
<b>VII.2.1. Règle à respecter pour la signalisation</b> .....	77
<b>VII.2.2. Objectif</b> .....	77
<b>VII.3. Types De Signalisation</b> .....	77
<b>VII.3.1. Signalisation verticale</b> .....	77
<b>VII.3.2. Signalisation horizontale</b> .....	78
a) <b>Marques Longitudinale</b> .....	78
b) <b>Marques Transversales</b> .....	79
c) <b>Marquages Complémentaire</b> .....	79
d) <b>Dimensions Des Marquages</b> .....	79
<b>VII.4. Application au projet</b> .....	79

## **Chapitre VIII : Devis quantitatif et estimatif**

<b>VIII.1. Devis quantitatif et estimatif</b> .....	83
---	----

## **Conclusion**

## **Bibliographie**

# INTRODUCTION

Il est indéniable que les infrastructures routières sont étroitement liées au développement d'un pays. Lorsqu'elles sont bien faites, elles constituent un facteur important de circulation des biens et des personnes, ce qui permet de désenclaver les lieux et de contribuer au développement économique du pays. Actuellement, en Algérie, le trafic routier connaît un développement rapide et les routes existantes supportant ce trafic important y compris la plupart des poids lourds, nécessitent une réhabilitation, une modernisation et un réaménagement. L'évolution de la population et l'urbanisation intense ont produit certains changements de sorte que des études sur le tracé linéaire des routes et des autoroutes ont été menées à l'échelle nationale pour améliorer les infrastructures de transport.

Notre travail rentre dans le cadre de notre projet de fin d'étude, il s'articule autour de la thématique suivante : « Etude du dédoublement d'un tronçon routier reliant la Wilaya de Mostaganem et la wilaya de Chlef sur un tronçon de 3.500 km » est structuré comme suit : Après avoir relaté une présentation générale du projet, le chapitre 2, expose l'étude cinématique, les caractéristiques géométriques de la route (tracé en plan, profil en long et profil en travers). Le chapitre 3 traite l'étude du trafic, le chapitre 4 présente la détermination des cubes de terres (déblais et remblais). Tandis que les chapitres 5 traite le dimensionnement du corps de chaussée à partir de l'étude géotechnique, le chapitre 6 concerne l'étude des ouvrages d'assainissement, le Chapitre 7, présente de la signalisation, et un devis quantitatif et estimatif est présente au niveau du chapitre 8, puis on a achevé notre travail par une conclusion.

## Résumé

Mon projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes. Ce travail présente une étude détaillée du projet d'un tronçon en phase d'avant-projet détaillé de l'évitement de BAHARA entre la Wilaya de MOSTAGANEM et la Wilaya de CHLEF sur un tronçon de 3.500 km.

Les études menées dans ce mémoire concernent essentiellement : les caractéristiques géométriques du tracé, ont été étudiées à l'aide de l'outil informatique COVADIS et Autopiste, le calcul du trafic, l'assainissement routier, dimensionnement des corps des chaussées. A cet effet ce projet traite la conception de ce projet routier ainsi qu'il met le point sur les problèmes posés par cette route.

**Mots clés :** Tracé en plan, Profil en long, Profil en travers, Trafic, signalisation, assainissement, chaussée.

## Abstract

Our end-of-study project falls within the field of transport infrastructure, and in particular roads.

This work presents a detailed study of the project of a section in the detailed preliminary project phase of the bypass of BAHARA between the Wilaya of MOSTAGANEM and the Wilaya of CHLEF of a section of 3,500 km. The studies carried out in this dissertation mainly include: traffic calculation, road sanitation and dimensioning of pavement structures, a detailed part of the geometry of our project with the COVADIS and Autopiste software and the use of AUTOCAD software to draw the axis of the road. To this end, this project deals with the entire design of this road as well as it highlights the problems posed by this road.

**Keywords:** Traffic, plan layout, cross section, signaling, sanitation...

## ملخص

يقع مشروع نهاية الدراسة لدي في مجال البنية التحتية للنقل، وخاصة الطرق

يقدم هذا العمل دراسة تفصيلية لمشروع قسم في مرحلة المشروع الأولية التفصيلية لتجاوز البحارة بين ولاية مستغانم وولاية الشلف على مساحة 3500 كيلومتر.

تشمل الدراسات التي تم إجراؤها في هذه الرسالة بشكل أساسي: حساب حركة المرور، وإصاحاح الطرق COVADIS وتحديد أبعاد هياكل الرصف، وجزء مفصل من هندسة مشروع باستخدام برنامجي لرسم محور الطريق. AUTOCAD واستخدام برنامج Autopiste و

تحقيقا لهذه الغاية، يتعامل هذا المشروع مع التصميم الكامل لهذا الطريق كما يسلط الضوء على المشاكل التي يطرحها هذا الطريق.

**الكلمات المفتاحية:** تخطيط المخطط، المقطع العرضي، حركة المرور، الإشارات، الصرف الصحي الرصيف.....

# **Chapitre I : Présentation du Projet**

|

## I.1. Présentation et contexte de la Wilaya :

La wilaya de Mostaganem se situe au nord-ouest du pays.

- Au nord, par la **Méditerranée**
- À l'ouest, par la wilaya d'**Oran**
- À l'est, par la wilaya de **Chleff**
- Au sud, par les wilayas de **Mascara** et **Relizane**.

La wilaya dispose d'un réseau routier assez dense d'un linéaire de **2186 km** dont **332km** de RN, **654 km** de CW et **1200 km** de CC.

La wilaya de Mostaganem compte à fin **2018** une population **877450** habitants avec une densité de **387 hab/km<sup>2</sup>**.

### I.1.1. Découpage administratif :

- 10 Dairas.
- 32 Communes.
- 10 Subdivisons de travaux publics (**STP**).
- 7 Unités d'Intervention Routière (**UIR**).
- Postal code : **27000**

### I.1.2. Réseau routier :

La ville de Mostaganem est desservie par plusieurs routes nationales:

- **Route nationale 11** : RN11 (Route d'**Oran**).
- **Route nationale 17** : RN17 (Route de **Mascara**).
- Route de Relizane par la ville de **Mesra**.
- Une rocade de la métropole de Mostaganem reliant kharouba à Mazagran.

### I.1.3. Les Ouvrages d'art :

- **29** Installations techniques sur les routes nationales.
- **38** Installations techniques sur routes nationales.
- **10** Installation technique sur voirie communale

### I.1.4. Installations aéroportuaires :

- **01** aéroport (**En travaux**).

### I.1.5. Ressources marines :

- Phares : **01**
- Port de commerce : **01**
- Ports de pêche : **03**



Figure I.1 : Présentation de wilaya de Mostaganem

## I.2. Présentation du projet :

Notre projet consiste à étudier un tronçon de 3.500 km à BAHARA, et véhicule un trafic Journalier moyen important estime de l'ordre de **7858 vh/j** sens avec un pourcentage de 14 % en poids lourds. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme de développement pour desservir le réseau routier et en particulier, relier la ville de MOSTAGANEM à la wilaya de CHELEF afin d'assurer le transport de la marchandise et des voyageurs.

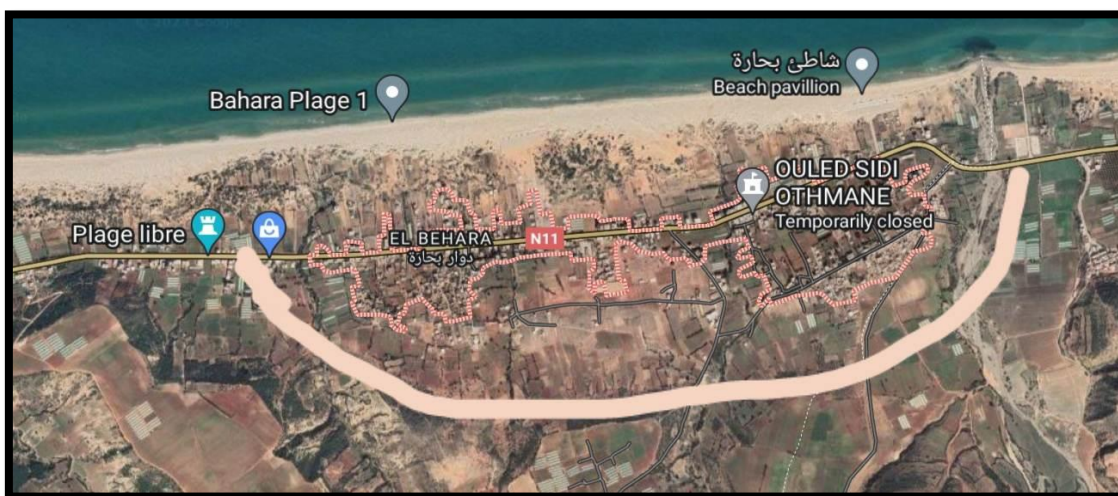


Figure I.2 : Tronçon De Notre Projet.

## I.2.1. Données de base :

### 2.1.1. Levé Topographique :

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

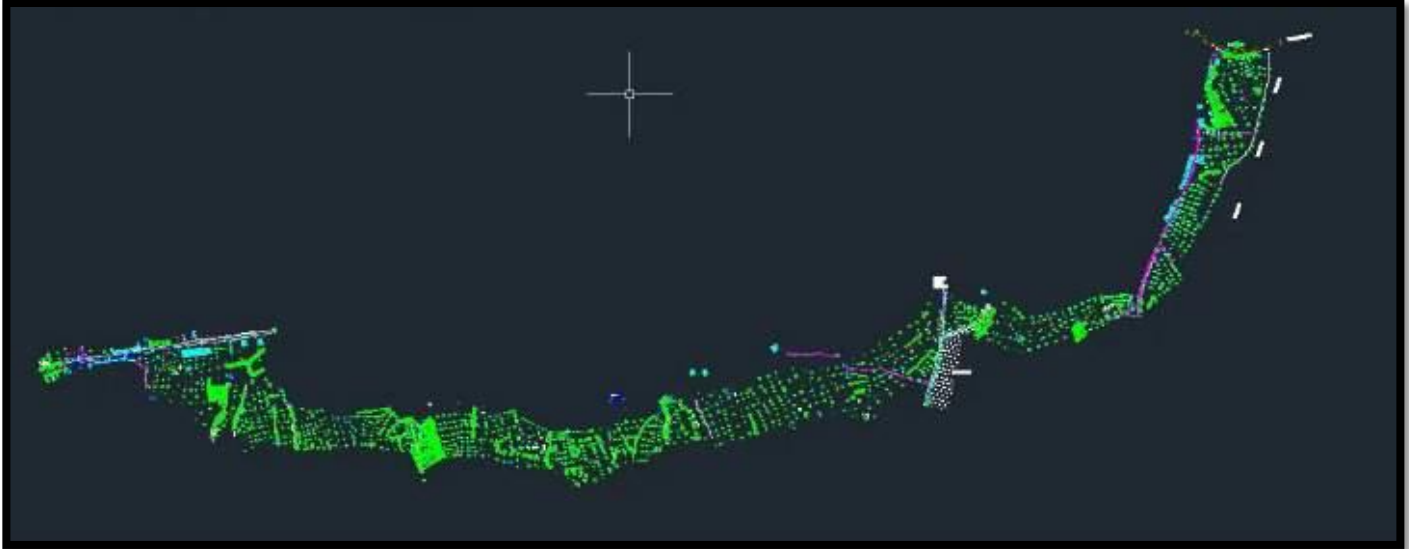


Figure I.3 : levé topographique de notre projet.

### 2.1.2. Catégorie de la route :

*Catégorie selon les normes Algérienne B40 : Selon le B40 (Norme Technique d'Aménagement Routier), les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives. Les cinq catégories de la route sont :*

**Catégorie 1 :** Liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industries lourde considères deux à deux. et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base ci – dessus.

**Catégorie2 :** Liaisons des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

**Catégorie3 :** Liaisons des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non des servis par le réseau précédent, avec le réseau de catégories 1 et 2.

**Catégorie 4 :** Liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

**Catégorie 5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

✓ *Notre projet s'insère dans la Catégorie 1: CAT 1*

## 2.1.3. Le trafic :

- Trafic Moyen Journalier Annuel **TJMA2016 = 7858 UVP /j**
- Pourcentage de poids lourds : 14 %
- Taux d'accroissement = 4 %
- Durée d'étude et d'exécution : **n= 4 ans**
- Durée de vie : **20 ans.**

## I.2.2. Objectif du projet :

- Analyser en détail les problèmes de circulation spécifiques,
- Évaluation des coûts associés à la construction ou à l'amélioration des infrastructures routières,
- Évaluer les impacts négatifs de la congestion sur les habitants, l'environnement et l'économie locale.
- Récapitulation des avantages économiques potentiels

# **Chapitre II : Caractéristique Géométrique**

## II.1. ETUDE CINEMATIQUE

### II.1.1. Distance de freinage $d_0$ :

Le terme “distance de freinage” fait référence à la **distance parcourue par un véhicule** entre le moment où son conducteur commence à appuyer sur la pédale de frein, et le moment où celui-ci est à l’arrêt complet.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v^2(\text{km/h})}{F_L \pm i} \quad (\text{II.1})$$

$V_r$  : étant la vitesse de référence en km /h,

$i$  : la déclivité

$F_L$ : le coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$

Selon les normes B40 :

	V (km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT1-2	$F_L$	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	$d_0$	14	34	65	111	175	261
CAT3-4-5	$F_L$	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	
	$d_0$	13	31	59	100	106	

Tableau II.1 : le coefficient de frottement longitudinal.

- En alignement droit : ( $i=0$ )

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v^2}{g \times f_L} \quad (\text{II.2})$$

- En rampe : ( $i>0$ )

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v^2}{g(f_L+i)} \quad (\text{II.3})$$

- En pente : ( $i<0$ )

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v^2}{g(f_L-i)} \quad (\text{II.4})$$

### II.1.2. Distance d’arrêt $d_1$ :

Elle est obtenue en ajoutant à la distance minimale de freinage  $d_0$ , l’espace parcouru durant le temps de perception et de réaction ‘ $t$ ’. Elle est donnée par la formule suivante :

$$d = d_1 + d_0 \quad (\text{II.5})$$

Stance totale d’arrêt = Temps de réaction + Distance de freinage.

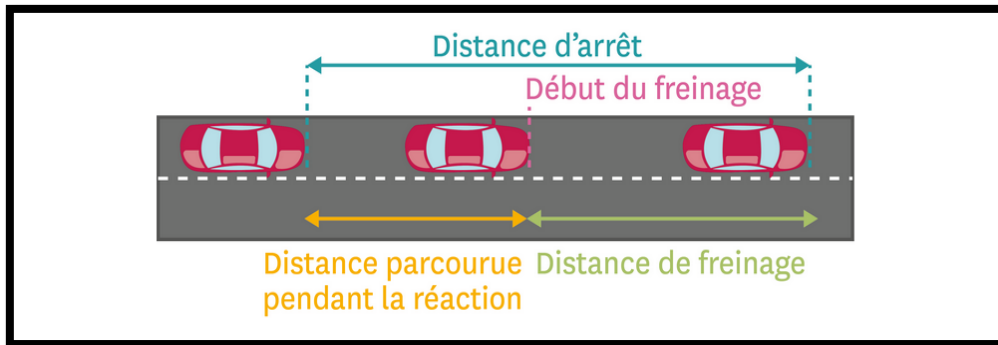


Figure II.1 : distances d'arrêt de véhicule.

- **En alignement droit :**
- Pour  $V_r \geq 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 1.8 \text{ s}$   $\rightarrow d = d_0 + 0.50 \times V_r \text{ (km/h)}$
- Pour  $V_r < 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$   $\rightarrow d = d_0 + 0.55 \times V_r \text{ (km/h)}$

- **En courbe :**

Dans les raccordements courbes, le freinage est moins énergique afin de ne pas perdre le contrôle de véhicule, la distance de freinage est majorée de 25 %.

- Pour  $V \geq 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 1.8 \text{ s}$   $\rightarrow d = 1.25 d_0 + 0.50 \times V_r \text{ (km/h)}$
- Pour  $V < 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$   $\rightarrow d = 1.25 d_0 + 0.55 \times V_r \text{ (km/h)}$

### II.1.3. Distance de sécurité entre deux véhicules :

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicules circulent dans le même sens, sur la même voie et la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où la première action les freins au maximum :

$$d'_2 = d_2 + v * t' + l \quad (\text{II.6})$$

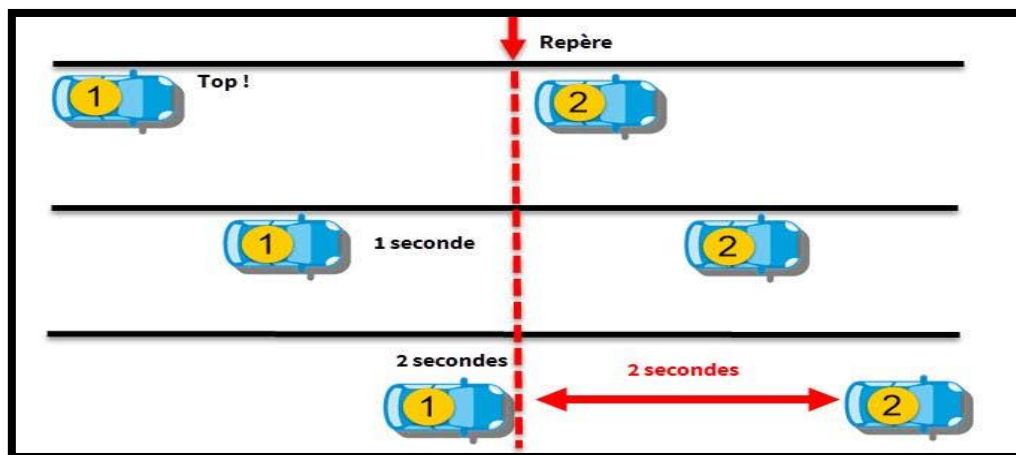
Catégorie	V	40	60	80	100	120	140
1 – 2	$E_1 - E_2 : V \geq 80 \text{ km/h } D_s = 0.5V + 8$ $: V \leq 80 \text{ km/h } D_s = 0.5V + 8$	30	41	52	58	68	78
	$E_3 : D_s = 0.5V + 8$	28	38	48	58	68	78
3 – 4 – 5	$V > 60 \text{ km/h } D_s = 0.5V + 8$	30	38	48	58	58	78
	$V \leq 60 \text{ km/h } D_s = 0.5V + 8$						

**Tableau II.2 :** distance de sécurité en fonction de la catégorie de la vitesse de référence

**d<sub>2</sub>** : étant la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de premier véhicule.

**l** : la longueur moyenne du véhicule.

En générale on prend **t' = 1 s** et En pratique on prend **t' = 2 second**.



**Figure II.2 :** distance d'arrête.

### II.1.4. Application au projet :

➤ **Distance de freinage en alignement droit :**

$$d_0 = 0.04 * \frac{v^2}{g * f_L}$$

$$d_0 = 0.04 * \frac{(100)^2}{10 * 0.36}$$



$d_0 = 111,11 \text{ m}$
--------------------------

➤ **Distance d'arrêt en alignement droit :**

Pour  $V_r \geq 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s  $\implies d = d_0 + 0.50 * V_r$  (km/h)

$$d_1 = 0,5 \times 100 + 111.11 \implies \boxed{d_1 = 161.11 \text{ m}}$$

➤ **Distance d'arrêt en courbes :**

Pour  $V \geq 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s  $\implies d = 1.25 d_0 + 0.50 * V_r$  (km/h)

$$d_2 = (1.25 \times 161.11) + (0.50 \times 100) \implies \boxed{d_2 = 188.88 \text{ m}}$$

➤ **Distance de sécurité entre deux véhicules :**

$V_r = 100$  km/h

$E_1 - E_2 = V \geq 80$  Km/h

$D_s = 0.5V_r + 8$

$D_s = 0.5 \times 100 + 8 = 58$  km

➤ **Distance de visibilité de dépassement :**

$$\boxed{D_{\text{dmin}} = 425 \text{ m}}$$

➤ **Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « Dmd » :**

$$\boxed{D_{\text{md}} = 300 \text{ m}}$$

N°	Déclivités(%)	Distance de freinage $d_0$ (m)	Distance d'arrêt $d_1$ (m)	Distance d'arrêt en courbe $d_2$ (m)
1	<b>R</b> =5.266	96,932	146,93	171,165
2	<b>R</b> =1.018	108,055	158,055	185,068
3	<b>P</b> =-0.531	112,774	162,774	190,967
4	<b>P</b> =-6.032	133,475	183,475	216,843
5	<b>R</b> =4.089	99,777	149,77	174,721
6	<b>P</b> =-5.332	130,429	180,429	213,036

**Tableau II.3 :** les différentes valeurs des distances calculées

## **II.2. ETUDE GEOMETRIQUE**

### **II.2.1. Tracé en plan :**

#### **1. Définition :**

Le tracé en Plan est une projection horizontale de l'ensemble des points déterminant le tracé de la route.

Il est constitué par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif, plus essentiellement des arcs de clothoïde.

#### **2. Règles à respecter dans le tracé en plan :**

- Dans un tracé en plan éviter de passer sur les terrains agricoles si possible.
- Dans un tracé en plan éviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement...
- Dans un tracé en plan adapter au maximum le terrain naturel.
- Dans un tracé en plan appliquer les normes du **B40** si possible.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Dans un tracé en plan respecter la cote des plus hautes eaux.
- Dans un tracé en plan respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Dans un tracé en plan respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Dans un tracé en plan se raccorder sur les réseaux existants.
- Dans un tracé en plan s'inscrire dans le couloir choisi.

#### **3. Les éléments du tracé en plan :**

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

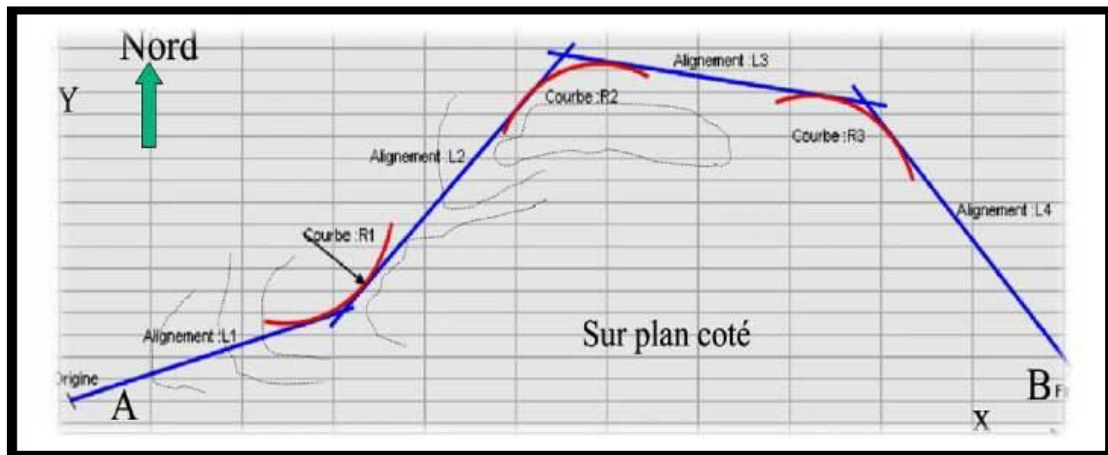


Figure II.3 : Les Eléments De Trace En Plan.

### 3.1. Alignements droits :

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

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

$$L_{min} = 5 \frac{V_B}{3.6} \quad (\text{II.7})$$

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

$$L_{max} = 60 \frac{V_B}{3.6} \quad (\text{II.8})$$

$V_B$  : vitesse de base en km/h.

### 3.2. Arcs de cercles :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.
- Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum.

## 4. Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

### 4.1. Calcul des gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$\text{gis} = \text{Arc tg}\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) = \frac{X_{s2} - X_{s1}}{Y_{s2} - Y_{s1}} \quad (\text{II.9})$$

Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

- GIS = gis si ( $\Delta X > 0$  et  $Y > 0$ ) (avec gis  $> 0$ )
- GIS = 200 - |gis| si ( $\Delta X > 0$  et  $Y < 0$ ) (avec gis  $< 0$ )
- GIS = 200 + gis si ( $\Delta X < 0$  et  $Y < 0$ ) (avec gis  $> 0$ )
- GIS = 400 - |gis| si ( $\Delta X < 0$  et  $Y > 0$ ) (avec gis  $< 0$ )

#### 4.2. Distance :

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S1S2 = \sqrt{(X_{s2} - X_{s1})^2 + (Y_{s2} - Y_{s1})^2} \quad (\text{II.10})$$

#### 4.3. L'angle au centre :

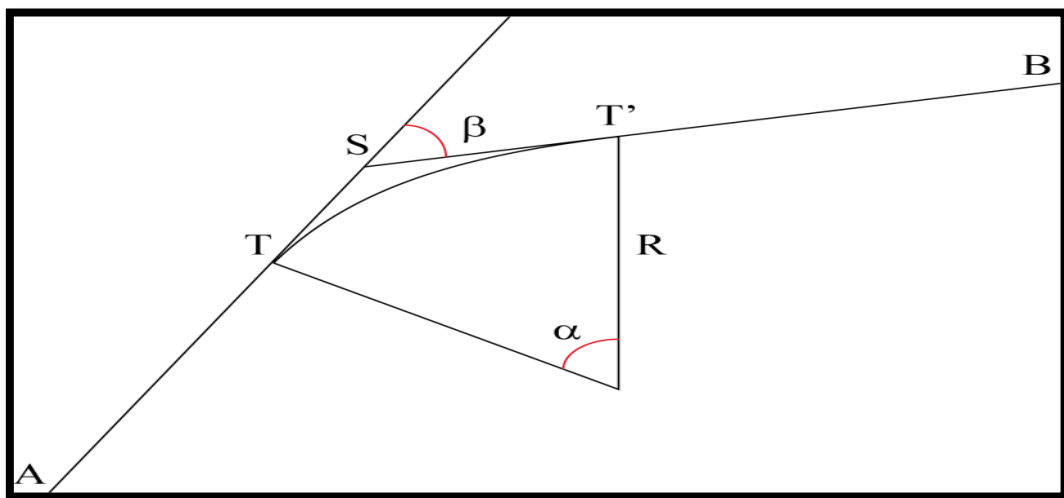


Figure II.4 : Détermination de l'angle au centre.

D'après le cas de Figure. II.4, l'angle  $\beta$  au centre est donne par :

$$\alpha = \text{GSB} - \text{GAS} \quad (\text{II.11})$$

4.4. Les raccords circulaires :

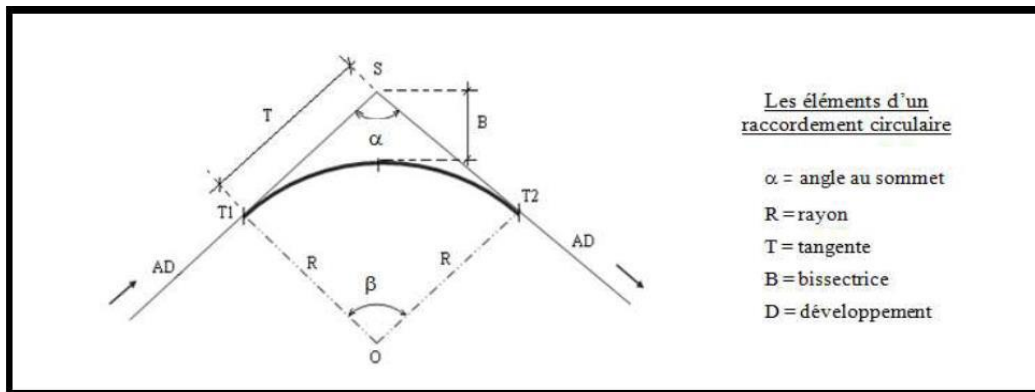


Figure II.5 : Les éléments d'un raccordement circulaire.

▪ La Tangente :  $ST = ST' = R \times tg \frac{\beta}{2}$  (II.12)

▪ Bissectrice :  $Biss = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$  (II.13)

▪ La Développée :  $D = \frac{\pi R \beta}{200}$  (II.14)

▪ La Flèche :  $F = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$  (II.15)

4.5. Environnement :

L'étude d'environnement d'un projet routier concerne l'approche environnementale suivie à l'occasion d'un projet routier.

Les deux métriques utilisées pour caractériser chaque type d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

4.5.1. Dénivelée cumulée moyenne :

Somme des dénivelée cumulées en fonction de la longueur le long des itinéraires existants Cet itinéraire, il est possible de mesurer la variation longitudinale du relief.

$$Dc = \frac{|\sum p_i > 0 P_i l_i + \sum p_i < 0 P_i l_i|}{L_{Total}} \quad (II.16)$$

DC : Dénivelée cumulée moyenne.

Pi : La pente.

L : La longueur du tracé

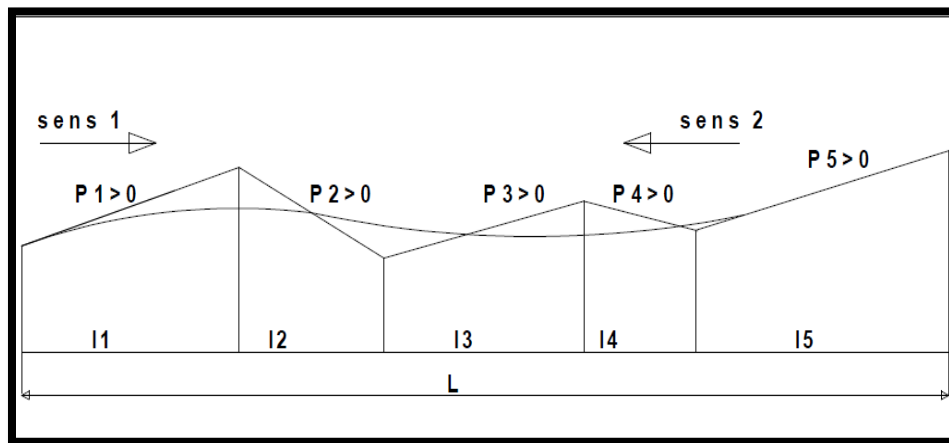


Figure II.6 : Dénivelée cumulée.

N° de code	1	2a	2b	3
Classification	Plat	Plat mais	Vallonné	Montagneux
DMC : H / L	H/L < 1.5%	H/L = 1.5%	1.5% < H/L < 4%	H/L > 4%

Tableau II.4 : Détermination la nature du terrain.

4.5.2. La sinuosité :

La sinuosité  $\sigma$  d'un parcours est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  à la longueur totale itinéraire.

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} \quad (II.17)$$

Ls : La somme de la longueur  $R \leq 200$  m.

L<sub>T</sub> : longueur totale de l'itinéraire.

N° de Code	1	2	3
Sinuosité $\sigma$	$\sigma \leq 0.1$	$0.1 \leq \sigma \leq 0.3$	$\sigma \geq 0.3$
Classification	Faible	Moyenne	Fort

**Tableau II.5 :** Classification de la sinuosité.

### 4.5.3. Résultat d'environnement :

Sinuosité Relief	Faible	Moyenne	Forte
T. Plat	E1	E1	
T. Vallonné	E2	E2	E3
T. Montagneux		E3	E3

**Tableau II.6 :** L'environnement de la route.

### 4.6. La vitesse de référence :

Dans un projet d'aménagement ou de construction d'une route, est le paramètre qui permet de définir les caractéristiques d'aménagement des points particuliers d'une section de route, de telle sorte que la sécurité du véhicule isolée soit assurée. Le choix de la vitesse de référence dépend :

- La catégorie
- L'environnement

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Cat 1</b>	120/100/80	100/80/60	80/60/40
<b>Cat 2</b>	120/100/80	100/80/60	80/60/40
<b>Cat 3</b>	120/100/80	100/80/60	80/60/40
<b>Cat 4</b>	120/100/60	80/60	60/40
<b>Cat 5</b>	120/100/40	60/40	40

**Tableau II.7 :** Vitesse de référence.

### 4.7. Les rayons en plan :

Les rayons et leurs devers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence  $V_r$  de ne pas dérapier.

#### a) Rayon minimal absolu (RHm) :

Ce rayon correspond à la plus faible valeur admettre pour un tracé et il ne faut pas descendre en dessous de RHm.

Ce rayon correspond au dévers  $d_{max} = 7\%$

$$RHm = \frac{V_r^2}{127[d_{max} + f_t(V_r)]} \quad \text{II.18}$$

Avec :

**R** : le rayon en plan (en m)

**$V_r$**  : la vitesse de référence (de base) (en km/h)

**$f_t$**  : coefficient de frottement

**d** : le devers en (%)

#### Coefficient transversal $f_t$ :

<b><math>V_r</math> (Km /h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>CAT 1 ; 2</b>	0.20	0.16	0.13	<b>0.11</b>	0.10	0.09
<b>CAT 3 ; 4 ; 5</b>	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

**Tableau II.8 :** Coefficient transversal  $f_t$ .

**b) Rayon horizontal normal (RH N) :**

Il doit permettre à des véhicule dépassent  $V_r$  de 20Km/h de roulet en sécurité, il correspond à des valeurs de dévers de 6% et 5%.

Pour les catégories 1-2-3-4  $\longrightarrow d = d_{max} - 2$

Pour la catégorie 5  $\longrightarrow d(6\%) = d_{max} - 3$

$$RHN(V_r) = RHm(V_r + 20) \quad \text{II.19}$$

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d_{max})} \quad \text{II.20}$$

**c) Rayon déversé (RHd) :**

Ce rayon est calculé pour un dévers :  $\begin{cases} d_{min} = 2.5 \text{ CAT } 1; 2 \\ d_{min} = 3\% \text{ CAT } 4; 5 \end{cases}$

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 * 2 d_{min}} \quad \text{II.21}$$

**d) Rayon minimal non déversé RHnd :**

Si le rayon est très grand, que la route conserve son profil de toit et que la pente est négative pour l'un des sens de circulation, le plus petit rayon autorisé pour cette disposition est le plus petit rayon à angle droit ( $RHnd$ ).

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127[f'' - d_{min}]} \quad \text{II.22}$$

Coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie :

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

Tableau II.9 : Coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie

**4.8. Détermination des dévers aux rayons en plan :**

1ere cas :

Le rayon choisi :  $R \geq RHnd \longrightarrow$  le dévers associé «  $d$  » est celui de l'alignement droit.

2éme cas :

Le rayon choisi :  $RHd \leq R \leq RHnd \longrightarrow$  le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

### 3ème cas :

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

$$\frac{d(R)-d(RHd)}{\frac{1}{R}-\frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHN)-d(RHd)}{\frac{1}{RHN}-\frac{1}{RHd}} \quad \text{II.23}$$

### 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.

$$\frac{d(R)-d(RHN)}{\frac{1}{R}-\frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm)-d(RHN)}{\frac{1}{RHm}-\frac{1}{RHN}} \quad \text{II.24}$$

### Remarque :

#### Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

## 5. Détermination des éléments des raccordements :

### 5.1. Les raccordements progressifs (Clothoïde) :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de  $R=\infty$  jusqu'à  $R=\text{constant}$ ), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule.
- Le confort des passagers.
- La transition de la chaussée.
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Mathématique Pour évident ce confort. Mais la Clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets routiers.

### 5.2. Expression de la clothoïde :

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L(ou longueur de la Clothoïde.

$$A^2=L \times R \quad \text{II.25}$$

**A** : le paramètre.

**L** : longueur de la clothoïde.

**R** : Rayon de cercle.

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

### 5.3. Les éléments de la clothoïde :

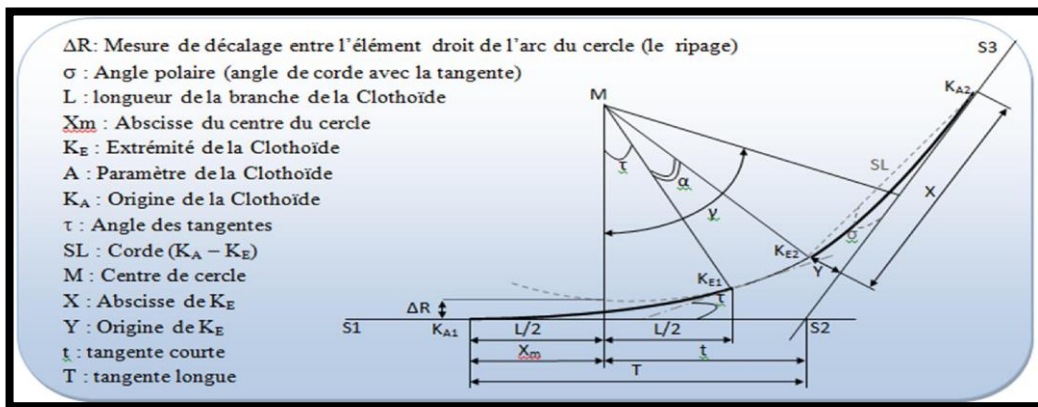


Figure II.7 : Les éléments De La Clothoïde

### 5.4. Les conditions de raccordement progressif :

#### a) Condition de confort optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels. L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

❖  $R \leq 1500\text{m}$  on s'assure que  $\Delta R \geq 0.5 \implies \Delta R = 1\text{m}$

$$\implies L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{II.26}$$

❖  $1500 < R \leq 5000\text{m} \implies L \geq R/9$

On limiter :

❖  $\Delta R$  à 2.5 m ( $\Delta R \leq 2.5\text{m}$ )  $\implies L \geq 7.73\sqrt{R}$

#### b) Condition de confort dynamique :

Le passage d'un véhicule de l'alignement droit vers une courbe créera des chocs qui résultant d'un changement de dévers qui provoquera une accélération centrifuge pour cela on doit introduire une condition de confort pour éviter le balancement de véhicule qui prolongera la longueur de raccordement.

On adopte :

$$L \geq \frac{Vr^2}{18} \left[ \frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right] \quad \text{II.27}$$

$Vr$  : vitesse de base (Km/h).

$R$  : rayon en mètre (m).

#### c) Condition de gauchissement :

C'est le passage de l'alignement droit à la courbe de rayon R.

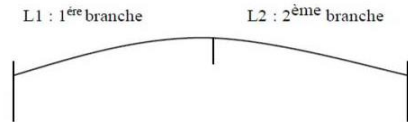
$$L \geq l \times \Delta d \times Vr \quad \text{II.28}$$

$$L = \max (L \text{ optique}, L \text{ confort}, L \text{ gauchissement})$$

**d) Vérification De Non Chevauchement :**

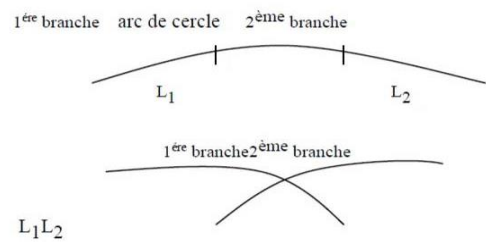
**1er cas :**

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



**2ème cas :**

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



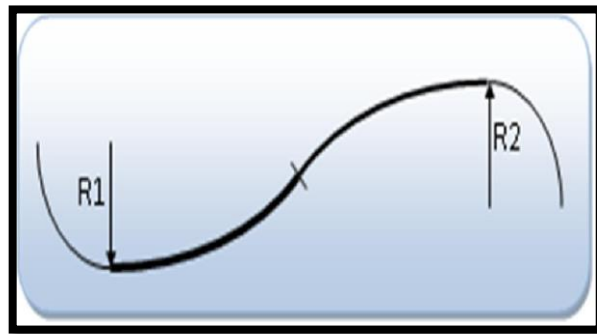
**3ème cas :**

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

**6. Combinaison des éléments de trace en plan :**

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes :

**a) Courbe en S :** formées de deux arcs de clothoïde, de concavités opposées raccordant 2 cercles.



**Figure II.8 : courbe S**

- b) **Courbe à sommet** : Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant 2 alignements droits.

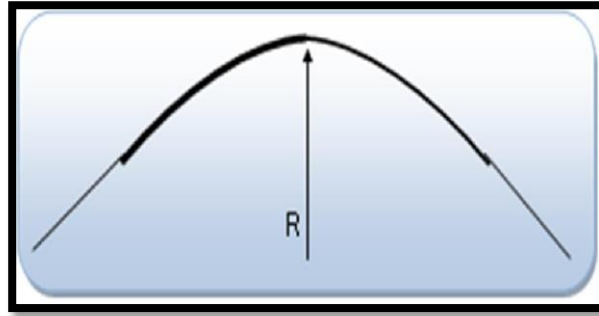


Figure II.9 : courbe à sommet

- c) **Courbe en C** : Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant deux cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

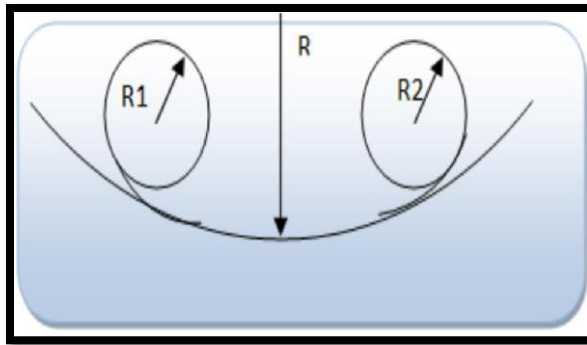


Figure II.10 : courbe C

- d) **Courbe en OVE** : Un arc de clothoïde de même concavité raccordant deux arcs de cercles, l'un intérieur à l'autre.

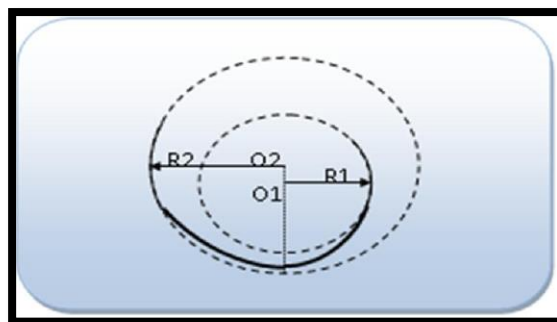


Figure II.11 : courbe en OVE.

**7. Application au projet :**

➤ **Coordonnées des points de sommet de la route :**

Point	X	Y
A	290386.351	4027239.769
B	290524.447	4027013.988
C	291247.417	4026985.429
D	291927.490	4027012.194
E	292519.941	4027327.161
F	293164.436	4027373.315
G	293355.388	4028054.081

**Tableau II.10 :** Coordonnées des sommets de l'axe de la route.

➤ **Valeurs de gisements, de distances et d'angle au centre :**

$$\Delta X_{A/B} = (X_B - X_A) = (290524.447 - 290386.351)$$

$$\longrightarrow \boxed{\Delta X_{A/B} = 138,096 \text{ m}}$$

$$\Delta Y_{A/B} = (Y_B - Y_A) = (4027013.988 - 4027239.769)$$

$$\longrightarrow \boxed{\Delta Y_{A/B} = -225.781 \text{ m}}$$

❖ **Calcule le gisement :**

$$g_{A/B} = \arctg \frac{\Delta X_{A/B}}{\Delta Y_{A/B}} = \arctg \frac{138,096}{225,781} = 34,9461 \text{ grad}$$

$$G_{A/B} = 200 - g = 200 - 34,9461 \longrightarrow \boxed{G_{A/B} = 165,0539 \text{ grad}}$$

❖ **Calcule la distance :**

$$D_{A/B} = \sqrt{(\Delta X_{A/B})^2 + (\Delta Y_{A/B})^2} = \sqrt{(138,096)^2 + (225,781)^2}$$

$$\longrightarrow \boxed{D_{A/B} = 264,6650 \text{ m}}$$

❖ Calcule angle  $\beta$  :

$$\beta_1 = G_{A/B} - G_{B/C} = (165,0539 - 102,5135)$$

→  $\beta_1 = 62,5404 \text{ grad}$

Points	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	Gisement (grad)	Distance(m)	Angle au centre $\beta$ (grad)
A-B	138,096	-225,781	165,0539	264,6650	
B-C	722,970	-28,559	102,5135	723,5338	62,5404
C-D	680,073	26,765	97,4958	680,5994	5,0177
D-E	592,451	314,967	68,8926	670,9712	28,6032
E-F	644,495	46,154	95,4488	646,1454	26,5562
F-G	190,952	680,766	17,4095	707,0396	78,0393

Tableau II.11 : Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre.

➤ Détermination des rayons en plan et les éléments de raccordement circulaire :

❖ Calcul la tangente (m) :

$$S_1T_1 = R \times \text{tg} \left( \frac{\beta}{2} \right) = 450 \times \text{tg} \left( \frac{62,5404}{2} \right)$$

→  $S_1T_1 = 240,7136 \text{ m}$

❖ Calcul le développé (m) :

$$\text{Dev}_1 = \frac{\pi R \beta}{200} = \frac{3.14 \times 450 \times 62,5404}{200}$$

→  $D_1 = 442,072 \text{ m}$

❖ Calcule le fêche (m) :

$$F_1 = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right) = 450 \times \left( 1 - \cos \frac{62,5404}{2} \right)$$

→  $F_1 = 53,2027 \text{ m}$

❖ Calcule la bissectrice (m) :

→  $Biss_1 = 60,3371 \text{ m}$

$$Biss_1 = R. \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) = 450 \times \left( \frac{1}{\cos \frac{62,5404}{2}} - 1 \right)$$

Rayons (m)	Angle $\beta$ (grd)	Rayon(m)	Tangente(m)	Développé(m)	Flèche(m)	Bissectrice(m)
450	62,5404	450	240,7136	442,072	53,2027	60,3371
2200	5,0177	2200	86,7445	173,3992	1,7081	1,7614
650	28,6032	650	148,5289	292,0437	16,3329	16,7555
450	26,5562	450	95,2425	187,7147	9,75257	9,9816
450	78,0393	450	316,4728	551,6273	81,91125	100,1424

Tableau II.12 : Eléments de raccordement circulaire.

➤ La longueur des alignements droits et de courbes :

❖ La longueur totale des alignements droits : LAD

$$\sum LAD = AT_1 + T_1T_2 + T_2T_3 + T_3T_4 + T_4T_5 + T_5G$$



$$\sum LAD = 1917,55 \text{ m}$$

❖ La longueur totale des arcs de cercles : Lc

$$Lc = Dev(R_1) + Dev(R_2) + Dev(R_3) + Dev(R_4) + Dev(R_5)$$



$$Lc = 1646,8569 \text{ m}$$

❖ La longueur totale de tracé : Lt

$$Lt = LAD + LC = 1917,55 + 1646,86$$



$$Lt = 3564,4069 \text{ m}$$

➤ Pourcentage d'alignement droit :

$$\text{Pourcentage en alignement Droit} = LAD / Lt$$

→ **%Alignement Droit = 54%**

❖ **Pourcentage courbe :**

Pourcentage Courbe =  $LC / Lt$

→ **%Courbe = 46%**

Alignement droit		Courbes	
AT <sub>1</sub>	23,9514	Dev <sub>1</sub>	442,072
T <sub>1</sub> 'T <sub>2</sub>	396,0757	Dev <sub>2</sub>	173,3992
T <sub>2</sub> 'T <sub>3</sub>	445,361	Dev <sub>3</sub>	292,0437
T <sub>3</sub> 'T <sub>4</sub>	427,1998	Dev <sub>4</sub>	187,7147
T <sub>4</sub> 'T <sub>5</sub>	234,4302	Dev <sub>5</sub>	551,6273
T <sub>5</sub> 'G	390,5668	Σ	<b>1646,8569</b>
Σ	<b>1917,55</b>		

**Tableau II.13 :** Longueurs des alignements droits et de courbes.

➤ **Environnement de la route :**

❖ **Dénivelée moyenne cumulée :**

	Distance	Z TN Axe	DN	H/L
1		8,747		
2	23,952	9,978	1,231	0,0514
3	1,048	10,034	0,056	0,0538
4	25,000	11,803	1,769	0,0708
5	25,000	13,519	1,716	0,0686
6	25,000	14,826	1,307	0,0523
7	25,000	16,336	1,510	0,0604
8	25,000	18,651	2,315	0,0926
9	25,000	20,516	1,865	0,0746
10	25,000	22,083	1,567	0,0627
11	25,000	23,469	1,386	0,0554
12	19,988	22,040	-1,429	0,0715

13	5,012	19,855	-2,185	0,4359
14	25,000	24,990	5,135	0,2054
15	25,000	26,196	1,206	0,0482
16	25,000	27,332	1,136	0,0454
17	25,000	27,933	0,601	0,0240
18	25,000	29,190	1,258	0,0503
19	25,000	30,181	0,991	0,0396
20	25,000	31,481	1,300	0,0520
21	25,000	32,824	1,343	0,0537
22	16,024	30,466	-2,358	0,1472
23	8,976	33,080	2,614	0,2912
24	25,000	33,388	0,308	0,0123
25	25,000	33,603	0,216	0,0086
26	25,000	34,386	0,783	0,0313
27	25,000	35,696	1,309	0,0524
28	25,000	36,121	0,425	0,0170
29	25,000	35,964	-0,157	0,0063
30	25,000	34,893	-1,072	0,0429
31	25,000	33,310	-1,583	0,0633
32	25,000	30,836	-2,474	0,0990
33	25,000	28,126	-2,710	0,1084
34	25,000	24,406	-3,721	0,1488
35	25,000	23,930	-0,475	0,0190
36	25,000	18,796	-5,135	0,2054
37	25,000	24,751	5,955	0,2382
38	25,000	29,978	5,228	0,2091
39	12,099	31,451	1,473	0,1217
40	12,901	32,285	0,834	0,0647
41	25,000	34,497	2,212	0,0885
42	25,000	36,763	2,266	0,0906
43	23,799	37,192	0,430	0,0181
44	1,201	37,216	0,023	0,0194
45	25,000	37,912	0,697	0,0279
46	25,000	38,901	0,989	0,0396
47	25,000	40,784	1,882	0,0753
48	10,499	41,213	0,429	0,0409
49	14,501	42,071	0,858	0,0592
50	25,000	42,743	0,673	0,0269
51	25,000	43,963	1,219	0,0488
52	25,000	44,694	0,731	0,0293
53	25,000	44,704	0,010	0,0004
54	25,000	45,503	0,799	0,0319
55	25,000	45,608	0,106	0,0042

56	25,000	45,805	0,196	0,0079
57	25,000	46,708	0,903	0,0361
58	25,000	47,122	0,414	0,0166
59	25,000	47,042	-0,080	0,0032
60	25,000	46,930	-0,112	0,0045
61	25,000	46,021	-0,909	0,0364
62	25,000	45,286	-0,735	0,0294
63	25,000	44,046	-1,241	0,0496
64	25,000	43,316	-0,730	0,0292
65	25,000	42,287	-1,029	0,0412
66	25,000	35,892	-6,394	0,2558
67	5,825	39,499	3,606	0,6191
68	19,175	41,595	2,096	0,1093
69	25,000	42,382	0,787	0,0315
70	25,000	43,385	1,003	0,0401
71	25,000	44,272	0,887	0,0355
72	25,000	45,089	0,817	0,0327
73	25,000	45,822	0,733	0,0293
74	1,847	45,872	0,050	0,0271
75	23,153	46,445	0,573	0,0248
76	25,000	46,688	0,242	0,0097
77	25,000	46,784	0,096	0,0039
78	25,000	46,647	-0,137	0,0055
79	25,000	46,473	-0,174	0,0070
80	22,868	46,166	-0,308	0,0134
81	2,132	46,141	-0,025	0,0117
82	25,000	45,861	-0,280	0,0112
83	25,000	45,550	-0,311	0,0124
84	25,000	44,865	-0,685	0,0274
85	25,000	44,351	-0,514	0,0206
86	25,000	44,300	-0,051	0,0021
87	25,000	44,086	-0,213	0,0085
88	25,000	43,910	-0,176	0,0070
89	25,000	44,412	0,502	0,0201
90	25,000	44,977	0,565	0,0226
91	25,000	44,382	-0,595	0,0238
92	25,000	41,757	-2,625	0,1050
93	25,000	39,205	-2,552	0,1021
94	25,000	37,729	-1,477	0,0591
95	25,000	35,722	-2,007	0,0803
96	25,000	34,021	-1,701	0,0680
97	25,000	32,581	-1,440	0,0576
98	25,000	31,153	-1,428	0,0571

<b>99</b>	0,337	31,133	-0,020	0,0586
<b>100</b>	24,663	29,329	-1,805	0,0732
<b>101</b>	25,000	28,233	-1,096	0,0438
<b>102</b>	25,000	26,695	-1,538	0,0615
<b>103</b>	19,060	26,182	-0,512	0,0269
<b>104</b>	5,940	26,132	-0,050	0,0085
<b>105</b>	25,000	25,336	-0,796	0,0318
<b>106</b>	25,000	24,946	-0,390	0,0156
<b>107</b>	25,000	24,618	-0,328	0,0131
<b>108</b>	12,782	24,130	-0,488	0,0381
<b>109</b>	12,218	23,091	-1,040	0,0851
<b>110</b>	25,000	17,061	-6,030	0,2412
<b>111</b>	25,000	24,866	7,805	0,3122
<b>112</b>	25,000	25,157	0,292	0,0117
<b>113</b>	25,000	25,432	0,275	0,0110
<b>114</b>	25,000	26,074	0,642	0,0257
<b>115</b>	25,000	26,806	0,732	0,0293
<b>116</b>	25,000	27,518	0,712	0,0285
<b>117</b>	25,000	28,138	0,620	0,0248
<b>118</b>	22,214	28,689	0,551	0,0248
<b>119</b>	2,786	28,757	0,069	0,0247
<b>120</b>	25,000	29,425	0,668	0,0267
<b>121</b>	25,000	30,273	0,848	0,0339
<b>122</b>	25,000	30,880	0,607	0,0243
<b>123</b>	25,000	31,625	0,745	0,0298
<b>124</b>	25,000	32,199	0,574	0,0230
<b>125</b>	25,000	33,653	1,454	0,0582
<b>126</b>	25,000	33,391	-0,263	0,0105
<b>127</b>	25,000	32,345	-1,045	0,0418
<b>128</b>	25,000	31,205	-1,140	0,0456
<b>129</b>	25,000	28,951	-2,254	0,0902
<b>130</b>	23,027	27,327	-1,624	0,0705
<b>131</b>	1,973	27,195	-0,132	0,0671
<b>132</b>	25,000	25,497	-1,698	0,0679
<b>133</b>	25,000	24,474	-1,023	0,0409
<b>134</b>	25,000	23,652	-0,822	0,0329
<b>135</b>	25,000	23,517	-0,135	0,0054
<b>136</b>	25,000	22,683	-0,835	0,0334
<b>137</b>	25,000	21,982	-0,701	0,0280
<b>138</b>	25,000	20,105	-1,877	0,0751
<b>139</b>	25,000	18,030	-2,075	0,0830
<b>140</b>	25,000	16,759	-1,271	0,0508
<b>141</b>	25,000	15,976	-0,783	0,0313

142	23,841	15,719	-0,258	0,0108
143	1,159	15,711	-0,008	0,0069
144	25,000	14,614	-1,097	0,0439
145	25,000	13,627	-0,987	0,0395
146	25,000	13,855	0,228	0,0091
147	25,000	12,443	-1,413	0,0565
148	25,000	10,922	-1,520	0,0608
149	25,000	8,969	-1,953	0,0781
150	25,000	8,181	-0,788	0,0315
151	25,000	5,762	-2,418	0,0967
152	25,000	1,641	-4,121	0,1649
153	25,000	1,461	-0,180	0,0072
154	25,000	1,170	-0,291	0,0116
155	25,000	0,736	-0,434	0,0174
156	25,000	0,490	-0,246	0,0098
157	25,000	0,053	-0,437	0,0175
158	25,000	0,545	0,492	0,0197
159	14,407	3,410	2,865	0,1988
<b>somme</b>	<b>3564,41</b>			<b>9,3925</b>
			<b>ΣH/L</b>	<b>0,264%</b>

Tableau II.14 : dénivelée moyenne cumulée.

$$DMC = \frac{9,3925}{3564,41} = 0.00264 = \boxed{0.264\%}$$

DMC= 0.264% ≤ 1.5% d'après les valeurs du tableau II.4 (page 15)

➡ **Donc : Le terrain est plat**

❖ **Calcul de la sinuosité :**

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

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} = \frac{0}{3564,41} = 0 \longrightarrow \text{faible}$$

Dans notre cas nous avons :

- Un terrain : **plat**
- Une sinuosité : **faible**



**Environnement : E1**

➤ **Vitesse de référence :**

Elle est déterminée en fonction de la catégorie de la route et l'environnement :(Voir tableau II.7, page 17)

**Vr = 100 km/h**



➤ **Calcul des rayons en plan normés :**

❖ **Dévers dmax et dmin :**

Pour une **catégorie 1** les valeurs du dévers maximal et minimal sont comme suit :

- **dmax = 7%**
- **dmin = -2,5%**

❖ **Coefficient transversal ft :**

Selon le **B40** :

- Vr = 100km/h
  - CAT 1-2
- ➔ ft = 0.11

❖ **Coefficients F'' en fonction de la catégorie :**

- CAT1 ➔ F'' = 0,06

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

$$RHm = \frac{vr^2}{127[dmax+ft]} = \frac{(100)^2}{127[0,07+0,11]} \quad \text{➔} \quad \text{RHm}=437 \text{ m}$$

$$RHN = \frac{(vr+20)^2}{127(ft+dmax)} = \frac{(100+20)^2}{127[0,05+0,11]} \quad \text{➔} \quad \text{RHN}=709 \text{ m}$$

$$RHd = \frac{(vr)^2}{127 \times 2dmin} = \frac{(100)^2}{127 \times 2 \times 0,025} \quad \text{➔} \quad \text{RHd}=1575 \text{ m}$$

$$RHnd = \frac{(vr)^2}{127(f''-dmin)} = \frac{(100)^2}{127 \times (0,06-0,025)} \quad \text{➔} \quad \text{RHnd}=2250 \text{ m}$$

Rayon	RHm	RHN	RHd	RHnd
Résultat de calcul	437	709	1575	2250
<b>B40</b>	450	650	1600	2200

**Tableau II.15 : Les Rayons en plan**

➤ **Calcul les raccordements progressifs :**

**1ere Virage :**

R= 450                      β/2 = 31,2702

$\Delta R = 1\text{m}$

$\Delta d = 9,5\% = 0,095$

$L (2 \times 2\text{voie}) = 7\text{m}$

### ❖ Confort Dynamique :

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

$$L_1 \geq \frac{100^2}{18} \left( \frac{100^2}{127 \times 450} - 0,095 \right) \longrightarrow$$

$$L_1 \geq 44,432 \text{ m}$$

### ❖ Confort Optique :

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

$$L_2 \geq \sqrt{24 \times 450 \times 1} \longrightarrow$$

$$L_2 \geq 103,923 \text{ m}$$

### ❖ Confort Gauchissement :

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

$$L_3 \geq 7 \times 0,095 \times 100 \longrightarrow$$

$$L_3 \geq 66,5 \text{ m}$$

$$L = L_{\max}(L_1 ; L_2 ; L_3) \longrightarrow$$

$$L = 13,923 \text{ m}$$

### ❖ Confort Chevauchement :

$$\tau \text{ rad} = \frac{L}{2R} = \frac{103,923}{2 \times 450} \longrightarrow$$

$$\tau = 7,351 \text{ grad}$$

Donc :  $\tau < \beta/2 \longrightarrow$  il y a une Clothoïde.

N° Virage	Condition da la Clothoïde				Lmax(m)	L choix(m)	$\beta/2$ (grad)	
	Confort Dynamique	Confort Optique	Gauchisse ment	Chevau chement				
1	44,432	103,923	66,5	7,3510	103,923	104	31,2702	pas de chevauchement
2	32,8938	303,973	66,5	6,2831	303,973	304	2,5088	chevauchement
3	14,5214	124,8999	66,5	6,0470	124,8999	125	14,3016	pas de chevauchement
4	44,4322	103,923	66,5	7,3510	103,923	104	13,2781	pas de chevauchement
5	44,4322	103,923	66,5	7,3510	103,923	104	39,0196	pas de chevauchement

**Tableau II.16 :** Longueur de la clothoïde.

Paramètre de la clothoïde		virage 1	virage 1	virage 4	virage 5
R	<b>Rayon</b>	450 m	650	450 m	450 m
L	<b>Longueur de la clothoïde</b>	104 m	125	104 m	104 m
$A = \sqrt{R \times L}$	<b>Paramètre de la clothoïde</b>	216,33	285,043	216,33	216,33
$\alpha$ (grd)	<b>Angle au sommet</b>	137,4596	171,396	173,4438	121,9607
$\beta = 200 - \alpha$ (grd)	<b>Angle au centre</b>	62,5404	28,6032	26,5562	78,393
$\tau = L/2.R$ (grd)	<b>Angle des tangentes</b>	7,3510	6,047	7,3510	7,3510
$\gamma = 200 - \alpha - 2 \times \tau$ (grd)	<b>Angle au centre partie circulaire</b>	47,8384	16,51	11,8542	63,337
$XKE = L - (L^3 / 40 \times R^4)$	<b>Abscisse de l'extrémité de la clothoïde</b>	103,99 m	124,99 m	103,999	103,999 m
$YKE = L^2 / 6.R$	<b>Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde</b>	4,01 m	4,01 m	4,01 m	4,01 m
$\sigma = \arctg(YKE/XKE)$	<b>Angle polaire</b>	2,450 grd	1,862	2,450 grd	2,450 grd
$L_{\text{cercle}} = \pi.R.\gamma / 200$	<b>Longueur de la partie circulaire</b>	338,1497m	168,57 m	83,792m	447,702
$SL = \sqrt{(X^2KE + Y^2KE)}$	<b>Longueur de la corde KA-KE</b>	104,07 m	125,05 m	104,07 m	104,07 m
$XO = XKE - R \times \sin \tau$	<b>Abscisse du centre</b>	52,15 m	56,52	52,15 m	52,15 m
$YO = YKE + R \times \cos \tau$	<b>Ordonnée du centre</b>	451,01m	650,39 m	451,01m	451,01m
$\Delta R = L^2 / 24.R$	<b>Ripage</b>	1,001m	1,002 m	1,001m	1,001m
$DT = 2L + L_{\text{cercle}}$	<b>Développée totale</b>	546,15 m	418,57 m	291,79 m	727,70 m
$TL = XKE - (YKE / \cos \tau)$	<b>Tangente longue</b>	99,967m	120,96 m	99,967m	99,967m
$TK = YKE / \sin \tau$	<b>Tangente courte</b>	34,76m	38,03 m	34,76m	34,76m
Bissectrice	<b>Bissectrice</b>	60,34	100,14	9,98	100,14

**Tableau II.17 :** Paramètre de clothoïde

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

$$R1=R4=R5= 450m$$

$RHm \leq R \leq RHN \implies 437.45 \leq R \leq 708.66$ , la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

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

$$d(R) = \left( \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \right) \times \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHN} \right) + d(RHN)$$

$$d(R) = \left( \frac{0.07 - 0.05}{\frac{1}{437.45} - \frac{1}{708.66}} \right) \times \left( \frac{1}{450} - \frac{1}{708.66} \right) + 0.05 = 0.06$$

<b>d(R) = 6%</b>
------------------

**R2 = 2200**

**RHd ≤ R ≤ RHnd** ⇒ **1574.80 ≤ R ≤ 2249.72** ; le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

**R3 = 650 m**

**RHm ≤ R ≤ RHN** ⇒ **437.45 ≤ R ≤ 708.66**, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

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

$$d(R) = \left( \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \right) \times \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHN} \right) + d(RHN)$$

$$d(R) = \left( \frac{0.07 - 0.05}{\frac{1}{437.45} - \frac{1}{708.66}} \right) \times \left( \frac{1}{650} - \frac{1}{708.66} \right) + 0.05 = 0.05$$

<b>d(R) = 5 %</b>
-------------------

Symboles	Valeurs calculées
<b>RHm(7%)</b>	<b>437</b>
<b>RHN(5%)</b>	<b>709</b>
<b>RHd(2.5%)</b>	<b>1575</b>
<b>RHnd(-2.5%)</b>	<b>2250</b>

**Tableau II.18 : devers de rayon associe**

## II.2.2. Profil en long :

### 1. Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et Représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de L'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. La figure II.12 ci-après illustre le profil en long de notre projet.

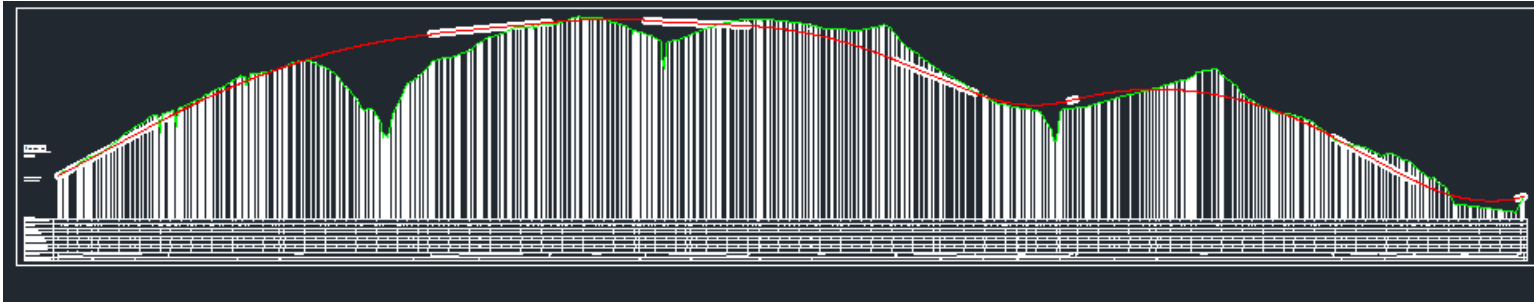


Figure II.12 : Profil en long de notre projet.

### 2. Élément géométrique 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.

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

Dans ce paragraphe, nous citerons les règles, avec des exceptions, qui doivent être prises en compte lors de la conception de sections longitudinales. Le développement des itinéraires sera basé sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants 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.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter 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 des certaines règles notamment.

- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de 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.

### 4. Déclivités :

La déclivité d'une route est appelée la tangente de l'angle formant la section longitudinale horizontal. Utilisez la rampe en descente et la rampe en montée.

#### 4.1. Déclivités minimales :

Dans un terrain plat n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement a long de la route au bord de la chaussé.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

**Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.**

#### 4.2. Déclivités maximales :

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

**Et selon (B40).** Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base :

Vr(km/h)	40	60	80	100	120	14
Déclivité max (%)	8	7	6	<b>5</b>	4	4

**Tableau II.19 :** Valeur de déclivité maximale.

### 5. Raccordement profil en long :

Le changement de pente constitue un point spécifique du profil long. Cette variation doit être modérée par une disposition de connexion circulaire Les conditions de visibilité et de confort doivent être respectées. **Deux types connectés :**

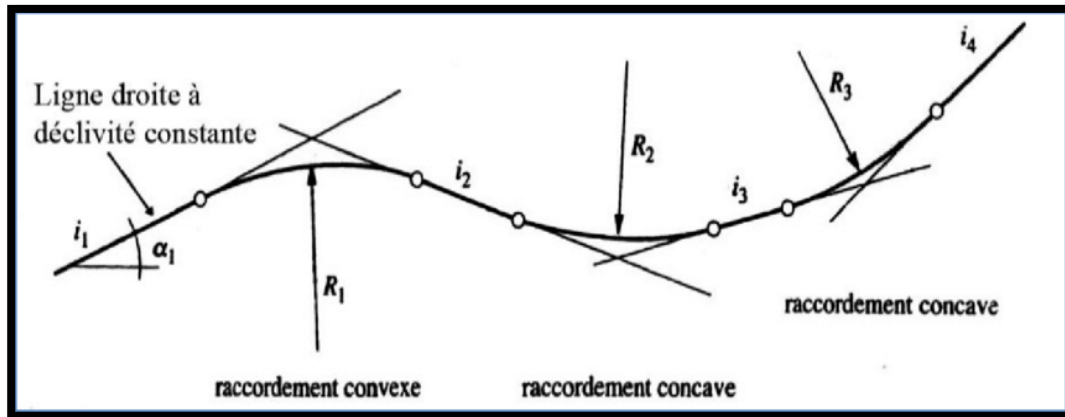


Figure II.13 : Raccordement Profil En Long

### 5.1. Raccordement convexes (Angle Saillant) :

Le rayon minimal admissible de la liaison lobe-parabolique est déterminé en fonction de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, et de la distance de stationnement et de la visibilité d'autre part.

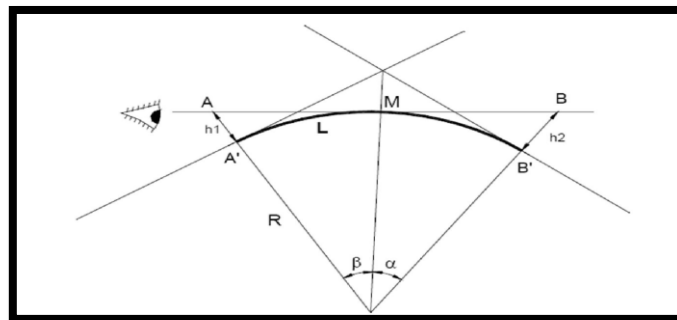


Figure II.14 : Raccordement Convexes.

#### a) Condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le **profil en long** comporte une forte courbure convexe.

#### Limitation de l'accélération verticale :

$$g/40 \text{ pour cat.1-2 : } \frac{Vr^2}{R_v} < \frac{g}{40} \quad \text{II.29}$$

$$\text{Pour } g=10\text{m/s : } R_v = \begin{cases} 0.3 * Vr^2 & \text{pour cat 1 et 2} \\ 0.23 * Vr^2 & \text{pour cat 3 - 4 et 5} \end{cases}$$

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m)

$V$  : vitesse de référence (km /h).

▪ Dans notre cas :  $R_v = 0.30 * Vr^2$       II.30

**b) Condition de visibilité :**

Elle intervient seulement dans les **raccordements** des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.

Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s’apercevoir à une distance double de la distance d’arrêt au minimum.

Le rayon de **raccordement** est donné par l’expression :

$$R_{vm} = \frac{D_0^2}{2(h_0+h_1+2\times\sqrt{h_0h_1})} \quad \text{II.31}$$

**D<sub>0</sub>** : distance d’arrêt (m).

**h<sub>0</sub>** : hauteur de l’œil (m).

**h<sub>1</sub>** : hauteur de l’obstacle (m).

<b>V<sub>r</sub>(km/h)</b> <b>Rayons</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>R<sub>vm</sub></b>	300	1000	2500	6000	12000
<b>R<sub>vN</sub></b>	1000	2500	6000	12000	18000

**TableauII.20** : Rayons verticaux en angles saillant.

**❖ Pour les chaussées unidirectionnelles :**

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base **VB=100 (Km/h)** et pour la **catégorie 1-2** on a :

$$R_{vN} = 0,26 \times d^2 \quad \text{II.32}$$

**5.2. Raccordement concaves (Angle Rentrant) :**

Dans les carrefours concaves, les conditions de visibilité de jour ne sont pas déterminantes et la visibilité de nuit doit être prise en compte lorsque la route n'est pas éclairée.

$$R_{vm} = \frac{d_1^2}{0.035d_1+1.5} \quad \text{II.33}$$

**RV'** : Rayon minimum du cercle de raccordement.

**d1** : Distance d'arrêt.

a) Rayon minimal absolu :

$$R_{vm}' = g/40 \longrightarrow R_{vm}' = 0.33 * V_r^2 \quad \text{II.34}$$

A partir du tableau ci-dessous, nous pouvons déterminer le plus approprié :

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

**Tableau II.21** : Rayon verticaux en angle rentrant.

b) Rayon minimal normal :

$$R_{vN}' = R_{vm} (V_r + 20) \quad \text{II.35}$$

## 6. Application au projet :

➤ **Raccordement Convexes (Angle Saillant) :**

$$R_{vm} = \frac{D_0^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} = \frac{(161.11)^2}{2(1.1 + 0.15 + 2 \times \sqrt{1.1 \times 0.15})}$$

$R_{vm} = 6293.99 \text{ m}$

**h1 = 1.1 m** toutes catégories à chaussée bidirectionnelle et unidirectionnelle

**h2 = 0.15 m** catégories 1 et 2 à chaussée unidirectionnelle.

$$R_{vN} = 0.26 * d^2 = 0.26 \times 161.11$$

$R_{vN} = 6748.67 \text{ m}$

➤ **Raccordement concaves (Angle Rentrant) :**

✚ **Rayon minimal absolu Rv'm' :**

$$R_{vm}' = g/40 \implies R_{vm}' = 0.33 * V_r^2$$

$$R_{vm}' = 0.33 \times (100)^2 \implies \boxed{R_{vm}' = 3300 \text{ m}}$$

✚ Rayon minimal normal RVN' :

$$R_{vN}' = 0.33 \times (100+20)^2 \implies \boxed{R_{vN}' = 4752 \text{ m}}$$

➤ Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement RVD :

$$RVD = 0.11 \times d^2 \text{ m}$$

$$R_{VD} = 0.11 \times 400^2 = 17600 \text{ m} \implies \boxed{RVD = 17600 \text{ m}}$$

Rayon en angle saillant						
Unidirectionnelle						
Minimal absolu	Minimal normal	RvD (m)		Minimale absolu	Minimale normal	
Rvm(m)	RvN(m)			Rvm'(m)	RvN'(m)	
Calculé	6293.99	6748.67	17600		3300	4752
B40	6000	12000	20000		3000	4200

Tableau II.22 : Valeurs des différents rayons calculées et selon B40 en profile en long

### II.2.3. Profil en travers :

#### 1. Définition :

Le profil en travers d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de la surface définie par l'ensemble des points représentatifs de cette surface.

Le profil en travers peut se rapporter soit au terrain naturel, soit au projet. En général on représente sur le même document à la fois terrain naturel et projet, ce qui permet de bien percevoir l'intégration du projet dans le milieu naturel. La figure II.16 ci-après illustre le profil en long de notre projet.

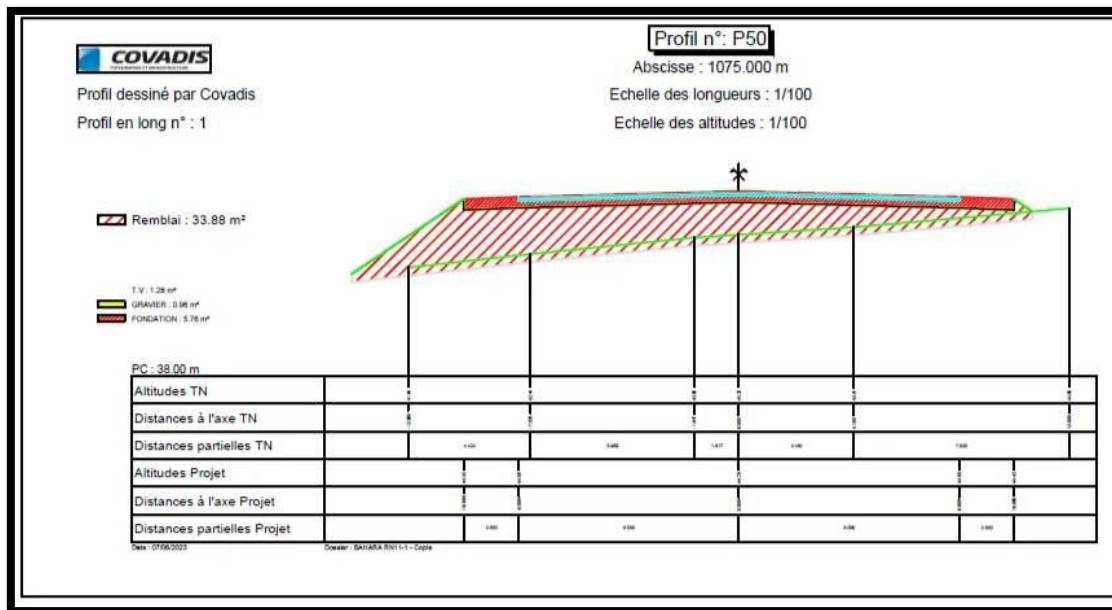


Figure II.15 : profils en travers de notre projet

## 2. Profil en travers types :

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

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

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations :

- Remblais
- Déblais
- Mixte (remblais et déblais)

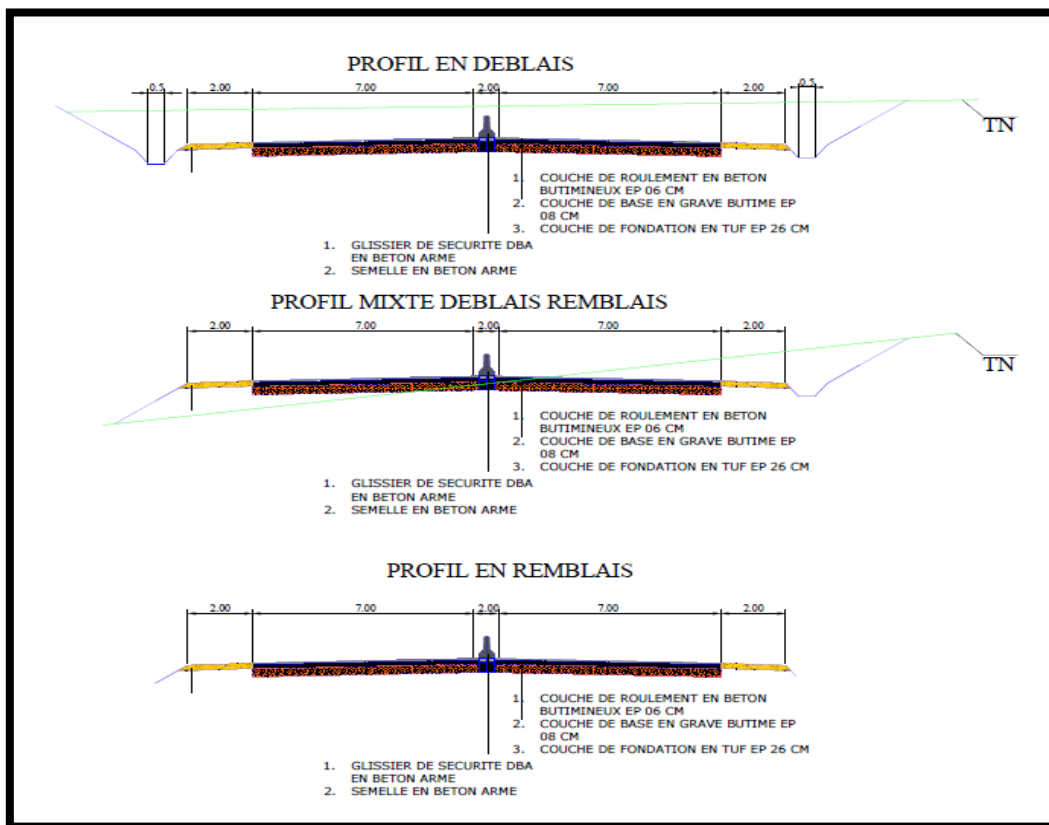


Figure II.16 : Exemple profil en travers type.

### 3. Les éléments du profil en travers :

- **Chaussée** : C'est la surface revêtue de la route sur laquelle circulent les véhicules. (Ensemble des couches de matériaux rapportées sur un terrain naturel pour permettre la circulation de véhiculés).
- **Accotements** : Ce sont les zones latérales de la plateforme que bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.
- **Plateforme** : C'est l'ensemble : chaussée, accotements y compris éventuellement les terres pleines centrales (TPC) et les pistes cyclables.
- **Fossés** : Ce sont les excavations aménagés de part et d'autre de la plateforme. Ils sont destinés à assainir la plateforme en collectant les eaux de ruissellement et drainées par la chaussée et les accotements.
- **Assiette** : C'est la surface de terrain réellement occupée par la route et ses annexes. (Plateforme, Fossés, Talus, toute dépendance et Ouvrages affectés au Domaine Public)
- **Emprise** : C'est la partie du terrain affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances ; c'est la limite du domaine public de l'état.
- **Terreplein central (TPC)** : La terre pleine centrale, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend :

- Les deux sur-largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages.
- Une partie centrale

#### 4. Profil en travers de courant :

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

#### 5. Conclusion :

Suite aux études de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Une chaussée bidirectionnelle de 7m de largeur ( $3.50 \times 2 = 7.00\text{m}$ )
- Une bande d'arrêt d'urgence de largeur ( $3.00 \times 2 = 6.00\text{m}$ )
- Un accotement de 2 m de part et d'autre de la chaussée :  $2 \times 2 = 4.00 \text{ m}$ .
- Largeur de TPC : 2 m

# **Chapitre III : Etude Du Trafic Routier**

## III.1. Introduction :

L'étude de trafic d'un projet routier a pour objet de connaître les différents flux de véhicules empruntant le réseau routier dans lequel s'insère le projet, par tronçon tant en nature qu'en quantité, à un instant donné puis à un terme donné, en appliquant l'évolution prévisible de l'activité humaine affectant le réseau routier en question.

Elle impactera directement sur les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées. On peut citer des choix possibles :

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- Choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- Position des échangeurs.
- Géométrie des carrefours.
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.



Figure III.1 : Exemple d'une autoroute de trafic routier.

## III.2. Analyse le trafic :

Pour connaître le flux et la nature du trafic en un point et un instant donnés, il est nécessaire d'effectuer des comptages, qui nécessitent une logistique et une organisation adéquates.

Pour gagner du trafic, différents procédés peuvent être utilisés :

- La statistique générale.
- Le comptage sur route (manuel et automatique).
- Une enquête de circulation.

### III.2.1. Les comptages :

On distingue deux types de comptage :

#### a) Les comptages automatiques :

Il existe deux modes, un permanent et un temporaire. Des comptages permanents sont effectués en des points choisis sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et routes de wilaya les plus fréquentées.

#### b) Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par des 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, les trafics sont exprimés par le trafic journalier moyen annuel (TJMA).

### III.2.2. Les enquête :

Il est souvent nécessaire de compléter les informations récoltées par les comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux. On peut recourir en fonction du besoin, à plusieurs méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou bien un quartier) on parle d'enquête cordon. Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

### III.3. Différentes types de trafic :

On distingue quatre types de trafic :

#### III.3.1. Trafic normal :

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

#### III.3.2. Trafic induit :

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

#### III.3.3. Trafic dévié :

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 une facilitée apportée par le nouvel aménagement routier.

#### III.3.4. Trafic total :

C'est le trafic annuel moins le trafic dévié.

### III.4. Modèle de présentations de trafic :

Souligne la difficulté de fluidité du trafic et son impact sur les activités humaines.

Diverses méthodes pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

### III.5. Définition de la capacité :

La capacité est le nombre maximum des véhicules qui peuvent passer par une direction de la route (**ou deux direction**) avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre, durant une période bien déterminée.

### III.6. Détermination de nombre de voie :

Le choix du nombre de canaux résulte de la comparaison de l'offre et de la demande, c'est-à-dire du débit admissible et du débit prévisible dans l'année d'exploitation. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer le calendrier des heures de pointe de l'année d'exploitation

#### III.6.1. Calcul de trafic journalier annuel horizon (TJMA)<sub>h</sub> :

La formule pour donner le trafic journalier moyen annuel horizontal est la suivante :

$$\text{TJMA}_{\text{horizon}} = (1 + \tau)^n \times \text{TJMA}_{\text{service}} \quad \text{III.1}$$

**TJMA<sub>service</sub>** : trafic journalier moyen à l'année de mise en service (U.V.P/J).

**τ** : taux d'accroissement annuel.

**n** : nombre d'année à partir de l'année de mise en service.

#### III.6.2. Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unité de véhicule particulier (**uvp**), en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (**uvp**) le trafic effectif donné par la relation.

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + P*Z] * \text{TJMA}_h \quad \text{III.2}$$

**Avec :**

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/J).

**Z** : pourcentage de poids lourds (%).

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

**Le facteur d'équivalence P du poids est donné dans le tableau Ce qui suivant :**

Environnement	E1	E2	E3
2 Voies	3	6	12
3 Voies	2,5	5	10
Route ≥4 Voies	2	4	8

**Tableau III.1 : coefficient d'équivalence (P).**

### **III.6.3. Débit de point horaire normal :**

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

$$Q = 0.12 * T_{eff} \quad \text{III.3}$$

**Q** : Débit de pointe horaire (uvp/j)

**n** : Nombre d'heure, (en général n=8 heures) d'après le B40 on prend (1/n)=0.12

**T<sub>eff</sub>** : Trafic effectif.

### **III.6.4. Débit horaire admissible :**

Le trafic horaire autorisé est déterminé comme suit :

$$Q_{adm} = K1 * K2 * C_{th} \quad \text{III.4}$$

**C** : capacité effective du profil en travers en régime stable par UVP/J.

**K1** : coefficient dépendant de l'environnement.

**K2** : coefficient réducteur de capacité traduisant la déférence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation.

<b>Environnement</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>K1</b>	0.75	0.85	0.9 à 0.95

**Tableau III.2 :** Valeur de K1.

	<b>Catégorie De La Route</b>				
<b>Environnement</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>E1</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>E2</b>	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99
<b>E3</b>	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

**Tableau III.3 :** Valeur de K2.

	<b>Capacité théorique (uvp/j)</b>
<b>Route à 2 voies de 3.5 m</b>	1500 à 2000
<b>Route à voies de 3.5 m</b>	2400 à 3200
<b>Route à 2 chaussées séparées</b>	1500 à 1800

**Tableau III.4 :** Valeur de capacité théorique.

**III.6.5. La loi de nombre de voies :**

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

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

$$Q_{adm} \geq Q \quad \text{III.5}$$

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

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

$$N = S \cdot Q / Q_{adm} \quad \text{III.6}$$

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

**Qadm** : débit admissible par voie.

## III.7. Application au projet :

### ➤ **Donné de base :**

- Le trafic à l'année 2016  $TJMA_{2016} = 7858$  uvp/j
- Pourcentage de poids lourds  $Z = 14\%$
- L'année de mise en service sera en 2020.
- Durée d'étude et d'exécution  $n = 4$  ans.
- $\tau$  : taux d'accroissement annuel : 4%
- durée de la vie : 20 ans.

### ➤ **Projection future de projet :**

#### ✚ **Calcule le trafic à l'année de mise en service 2020 :**

$$TJMA_{2020} = (1 + \tau)^4 \times TJMA_{2016} = (1 + 0.04)^4 \times 7858$$

$$TJMA_{2020} = 9193 \text{ (UVP/J)}$$

#### ✚ **Calcule de trafic journalier annuel horizon (TJMA)<sub>h</sub> :**

$$TJMA_{2040} = (1 + \tau)^{20} \times TJMA_{2020} = (1 + 0.04)^{20} \times 9193$$

$$TJMA_{2040} = 20143 \text{ (UVP/J)}$$

#### ✚ **Calcule le trafic effectif $T_{eff}$ :**

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P \times Z] \times TJMA_{2040} = [(1 - 0.14) + 3 \times 0.14] \times 20143$$

$$T_{eff} = 25783 \text{ (UVP/J)}$$

#### ✚ **Débit de point horaire normal :**

$$Q = 0.12 \times T_{eff} = 0.12 \times 25783$$

$$Q = 3094 \text{ (UVP/J)}$$

✚ Débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K1 * K2 * Cth = 0.75 \times 1 \times 1500$$

$$Q_{adm} = 1125 \text{ (UVP/J)}$$

✚ Calculer le nombre de voie :

$$n = S. Q / Q_{adm} = \frac{2}{3} \times \frac{3094}{1125}$$

n = 1.83

n = 2 voie

TJMA 2020 (UVP/J)	TJMA <sub>2040</sub> (UVP/J)	T <sub>eff</sub> (UVP/J)	Q (UVP/J)	Q adm (UVP/J)	N des voies par sens
9193	20143	25783	3094	1125	2

Tableau III.5 : Récapitulatif.

### III.8. Conclusion :

Donc pour notre cas :

- Le nombre de voies : **2voies par sens. (unidirectionnelle)**
- La largeur de la chaussée : **2 x 3,50 = 7m.**

# **Chapitre IV : Cubature**

## IV.1. Introduction :

Les cubes pour terrassement comprennent le calcul du volume de terrassement à enlever (coupe) et des volumes à ajouter (remblai) pour minimiser le coût des travaux de terrassement et donner à la route un aspect uniforme et homogène pour recevoir des corps permettant une sécurité totale pour les véhicules route de passage. Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Les profils en long.
- Les profils en travers.
- Les distances entre les profils.

Les coupes longitudinales et transversales doivent contenir un nombre de points suffisamment proches pour que la ligne reliant les points diffère le moins possible de la ligne de terrain qu'elle représente.

## IV.2. Méthode de calcul des cubatures :

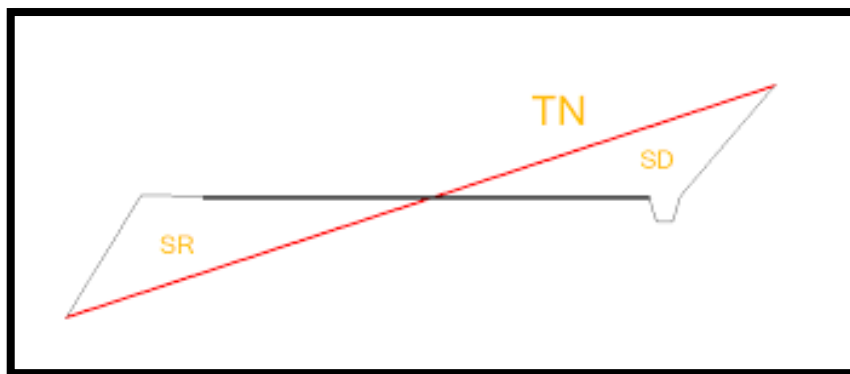
Le cube est calculé pour avoir le volume des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Il existe plusieurs façons de compter les cubes pour simplifier les calculs.
- Ce travail a consisté à calculer les surfaces SD et SR pour chaque section puis à les soustraire pour trouver la section pour notre projet.

**TN** : Terrain Naturelle.

**SD** : Surface Déblai.

**SR** : Surface Remblai.



**Figure IV.1** : Profil en travers mixte.

### IV.2.1. Méthode de SARRAUS :

Cette méthode de « formule à trois niveaux » consiste à calculer le volume de déblai ou de remblai d'un tronçon compris entre deux sections consécutives.

$$V = \frac{L}{6} \times (S_1 + S_2 + 4 \times S_{Moy}) \quad \text{IV.1}$$

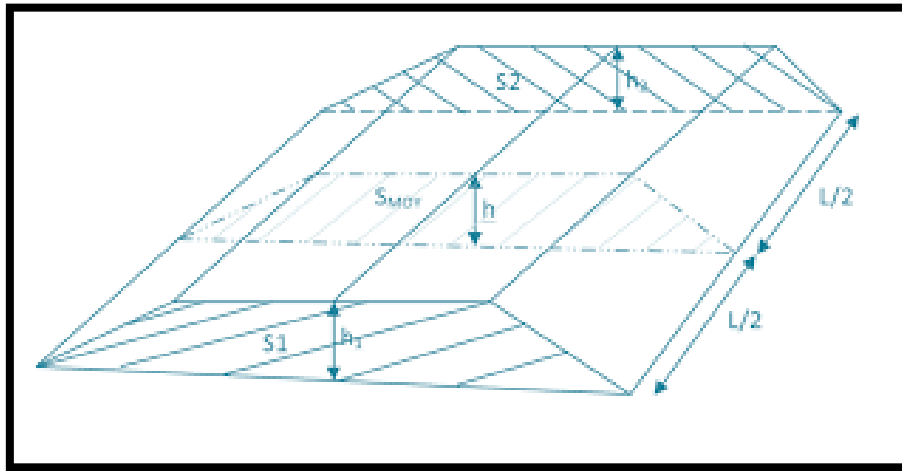


Figure IV.2 : Formule de MR Sarraus.

Le volume compris entre les deux profils en travers **P1** et **P2** de section **S1** et **S2** sera égale à :

$$S_{Moy} = \frac{S_1 + S_2}{2} \quad \longrightarrow \quad V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1}) \quad \text{IV.2}$$

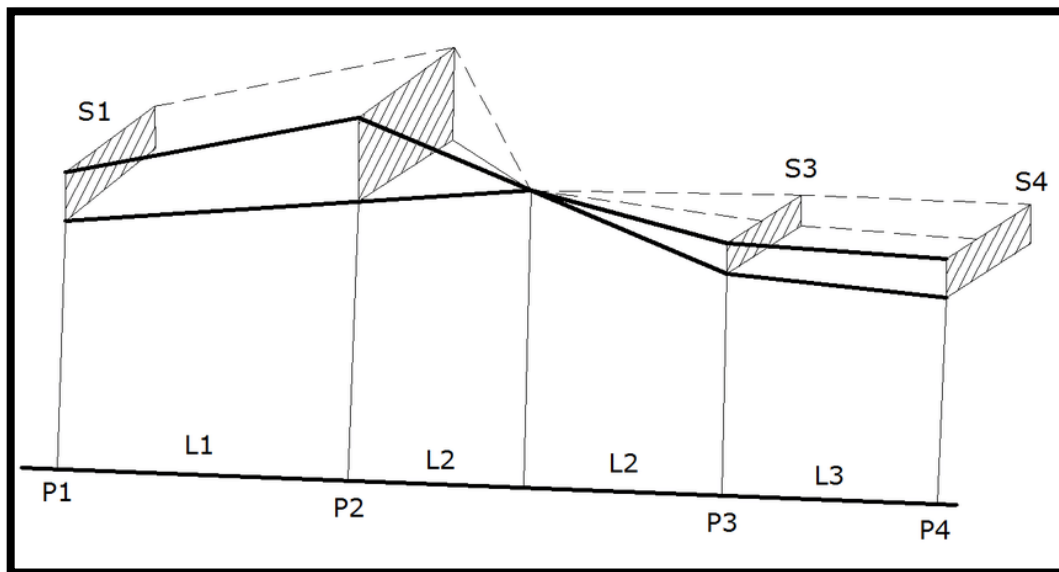


Figure IV.3 : Profil en long.

**PF** : profil fictive, surface nulle.

**Si** : surface de profil en travers **Pi**.

**Li** : distance entre ces deux profils.

$S_{Moy}$  : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance  $L_i$ ).

**Donc les volumes seront :**

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

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

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

Entre P3 et P4 :  $V_4 = \frac{L_4}{2} (S_3 + S_4)$

**En ajoutant des membres à ces expressions, on obtient le volume total des terrassements :**

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1+L_2}{2} S_2 + \frac{L_2+L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3+L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4 \quad \text{IV.3}$$

Nous voyons l'utilité de placer des sections PF car elles contreparent en quelque sorte la longueur de la section longitudinale en y créant un volume **nul**.

### IV.2.2. Méthode classique :

Dans cette méthode, les largeurs des sections et des profils sont calculées de la manière habituelle, mais la distance du centre de gravité à l'axe est calculée pour chaque valeur pour obtenir des volumes et des surfaces.

Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du centre de gravité en fonction de la courbure du côté droit du contour concerné. Ainsi, le procédé peut prendre en compte la position de la grandeur par rapport à la courbure instantanée. La quantité (longueur d'application) n'a plus de sens si la méthode **GULDEN** est utilisée.

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel COVADIS nous avons utilisé la méthode de GULDEN

### IV.3. Calcul des cubatures de projet :

Le calcul a été effectué à l'aide de logiciel Covadis (voir détails du calcul en annexe). Les volumes de déblais et remblais sont évalués à :

- Le volume de déblais est de : **VD = 111869,23 m<sup>3</sup>**
- Le volume de remblais est de : **VR = 203753,10 m<sup>3</sup>**

Méthode : Linéaire  
 Volume cumulé déblais (m³) 111869,23  
 Volume cumulé remblais (m³) 203753,10

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	12,50	2,28	4,10	6,37	79,69	79,69	0,08	0,07	0,15	1,87	1,87
P2	25,00	25,00	0,28	2,43	2,72	67,95	147,64	0,02	0,10	0,12	2,97	4,84
P3	50,00	25,00	0,12	6,51	6,63	165,69	313,33	0,83	0,08	0,90	22,60	27,44
P4	75,00	16,76	4,64	10,43	15,07	252,70	566,03	0,16	0,07	0,23	3,85	31,29
P5	83,53	12,50	2,10	7,10	9,19	114,92	680,95	0,21	0,07	0,28	3,49	34,78
P6	100,00	20,74	0,58	7,45	8,03	166,51	847,46	0,04	0,07	0,12	2,39	37,16
P7	125,00	25,00	4,31	11,80	16,12	402,89	1250,35	0,11	0,07	0,18	4,52	41,69
P8	150,00	25,00	10,19	23,74	33,93	848,31	2098,66	0,06	0,08	0,14	3,39	45,08
P9	175,00	18,74	17,24	33,24	50,48	945,77	3044,43	0,06	0,08	0,14	2,58	47,66
P10	187,47	12,50	19,57	36,60	56,17	702,09	3746,52	0,06	0,08	0,14	1,71	49,37
P11	200,00	18,76	19,98	38,70	58,68	1100,96	4847,48	0,06	0,08	0,14	2,57	51,94
P12	225,00	25,00	24,74	42,49	67,23	1680,70	6528,17	0,06	0,08	0,13	3,31	55,25
P13	250,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6528,17	16,47	12,94	29,40	735,01	790,26
P14	275,00	25,00	7,43	24,11	31,54	788,42	7316,59	0,14	0,04	0,18	4,42	794,68
P15	300,00	25,00	4,01	27,34	31,34	783,62	8100,21	0,07	0,08	0,15	3,86	798,54
P16	325,00	25,00	3,05	29,86	32,91	822,81	8923,03	0,57	0,08	0,66	16,46	814,99
P17	350,00	25,00	2,06	21,81	23,87	596,85	9519,88	0,81	0,08	0,89	22,20	837,19
P18	375,00	25,00	5,97	29,26	35,23	880,83	10400,71	0,43	0,08	0,52	12,95	850,14
P19	400,00	25,00	3,49	29,36	32,84	821,04	11221,75	0,28	0,11	0,39	9,85	859,98
P20	425,00	17,24	10,49	37,95	48,45	835,09	12056,84	0,11	0,09	0,19	3,30	863,29
P21	434,48	12,50	11,84	40,52	52,36	654,45	12711,29	0,06	0,08	0,14	1,75	865,03
P22	450,00	20,26	9,31	36,09	45,39	919,72	13631,02	0,23	0,09	0,32	6,48	871,51
P23	475,00	25,00	6,24	32,36	38,60	965,06	14596,08	0,37	0,09	0,45	11,36	882,87
P24	500,00	25,00	1,40	23,26	24,66	616,43	15212,51	1,55	0,09	1,63	40,86	923,73
P25	525,00	19,21	0,00	15,19	15,19	291,81	15504,32	7,61	0,09	7,70	147,96	1071,69
P26	538,42	12,50	0,00	14,96	14,96	187,04	15691,36	9,56	0,10	9,66	120,79	1192,48
P27	550,00	18,29	0,00	15,53	15,54	284,12	15975,48	10,22	0,09	10,31	188,55	1381,03
P28	575,00	25,00	0,40	18,04	18,45	461,16	16436,64	4,18	0,08	4,27	106,66	1487,69
P29	600,00	25,00	0,00	9,32	9,32	233,07	16669,70	10,29	0,27	10,57	264,13	1751,81
P30	625,00	25,00	0,00	0,31	0,31	7,79	16677,49	27,05	6,94	33,98	849,60	2601,41
P31	650,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	57,98	30,08	88,06	2201,52	4802,93
P32	675,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	106,21	69,90	176,10	4402,61	9205,55
P33	700,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	168,62	133,94	302,56	7563,93	16769,48
P34	725,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	262,52	212,85	475,37	11884,37	28653,85
P35	750,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	371,29	296,11	667,40	16685,01	45338,86
P36	775,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	526,89	383,04	909,93	22748,31	68087,18
P37	800,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	545,67	510,09	1055,76	26393,88	94481,06
P38	825,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	345,41	331,52	676,93	16923,20	111404,26
P39	850,00	18,60	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	226,44	200,83	427,27	7948,82	119353,08
P40	862,21	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	212,18	165,96	378,14	4726,79	124079,87
P41	875,00	18,90	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	195,35	140,38	335,73	6344,02	130423,89
P42	900,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	156,07	89,23	245,30	6132,52	136556,41
P43	925,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	129,39	63,09	192,49	4812,15	141368,57
P44	950,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	114,91	59,36	174,27	4356,64	145725,21
P45	975,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	96,63	53,74	150,38	3759,38	149484,59
P46	1000,00	23,40	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	80,14	46,24	126,39	2957,94	152442,53
P47	1021,81	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	54,53	24,63	79,17	989,57	153432,10
P48	1025,00	14,10	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	52,72	23,80	76,53	1078,73	154510,83
P49	1050,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	35,82	15,08	50,90	1272,47	155783,30
P50	1075,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16677,49	23,71	10,17	33,88	847,02	156630,32
P51	1100,00	25,00	0,00	2,58	2,58	64,53	16742,03	14,47	1,49	15,96	399,10	157029,42

P52	1125,00	25,00	0,00	6,93	6,93	173,26	16915,29	11,45	0,66	12,11	302,72	157332,14
P53	1150,00	25,00	0,00	8,53	8,53	213,22	17128,51	9,53	0,40	9,93	248,33	157580,47
P54	1175,00	25,00	0,00	14,03	14,03	350,73	17479,24	9,08	0,10	9,17	229,33	157809,79
P55	1200,00	25,00	0,00	11,45	11,45	286,34	17765,58	9,50	0,22	9,72	243,08	158052,87
P56	1225,00	25,00	0,00	10,21	10,21	255,13	18020,71	6,22	0,09	6,31	157,78	158210,65
P57	1250,00	25,00	2,66	19,32	21,98	549,48	18570,19	0,49	0,07	0,57	14,23	158224,89
P58	1275,00	25,00	2,46	17,56	20,02	500,58	19070,77	0,14	0,08	0,23	5,67	158230,56
P59	1300,00	25,00	2,04	17,86	19,90	497,52	19568,29	0,41	0,08	0,49	12,30	158242,85
P60	1325,00	25,00	0,09	11,04	11,14	278,40	19846,69	2,98	0,08	3,06	76,39	158319,24
P61	1350,00	25,00	0,00	4,08	4,08	102,02	19948,71	11,35	1,17	12,52	312,96	158632,20
P62	1375,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	28,00	10,43	38,43	960,83	159593,03
P63	1400,00	18,19	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	43,28	22,47	65,75	1195,81	160788,83
P64	1411,37	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	46,02	25,68	71,70	896,26	161685,10
P65	1425,00	19,31	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	53,92	30,33	84,25	1627,03	163312,13
P66	1450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	69,03	46,54	115,57	2889,35	166201,48
P67	1475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	133,07	145,87	278,94	6973,42	173174,90
P68	1500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	70,13	46,88	117,01	2925,22	176100,11
P69	1525,00	18,15	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	54,46	31,10	85,56	1552,67	177652,78
P70	1536,29	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	42,94	23,81	66,75	834,39	178487,17
P71	1550,00	19,35	0,00	0,00	0,00	0,00	19948,71	31,02	16,12	47,14	912,26	179399,43
P72	1575,00	25,00	0,00	0,03	0,03	0,87	19949,59	16,95	4,92	21,87	546,83	179946,26
P73	1600,00	25,00	0,00	5,70	5,70	142,50	20092,09	5,07	0,22	5,29	132,22	180078,48
P74	1625,00	25,00	4,38	17,66	22,05	551,19	20643,28	0,25	0,08	0,33	8,18	180086,67
P75	1650,00	25,00	12,16	27,08	39,24	980,90	21624,18	0,06	0,08	0,14	3,47	180090,14
P76	1675,00	25,00	16,85	31,90	48,75	1218,65	22842,83	0,06	0,08	0,14	3,50	180093,64
P77	1700,00	14,21	21,73	27,40	49,13	698,09	23540,92	0,06	0,18	0,24	3,46	180097,10
P78	1703,42	12,50	22,23	26,87	49,10	613,79	24154,71	0,06	0,07	0,13	1,62	180098,72
P79	1725,00	23,29	21,33	35,66	56,99	1327,32	25482,02	0,06	0,07	0,14	3,20	180101,92
P80	1750,00	25,00	23,12	35,05	58,17	1454,23	26936,25	0,06	0,07	0,14	3,41	180105,33
P81	1775,00	25,00	25,53	35,56	61,08	1527,11	28463,37	0,06	0,07	0,14	3,43	180108,76
P82	1800,00	25,00	27,57	36,93	64,50	1612,46	30075,83	0,06	0,07	0,14	3,40	180112,16
P83	1825,00	14,17	28,59	38,25	66,84	947,05	31022,87	0,06	0,07	0,14	1,92	180114,08
P84	1828,34	12,50	28,23	37,88	66,11	826,42	31849,29	0,06	0,07	0,14	1,70	180115,78
P85	1850,00	23,33	28,23	36,37	64,60	1507,26	33356,55	0,06	0,07	0,14	3,19	180118,97
P86	1875,00	25,00	30,77	40,28	71,04	1776,04	35132,59	0,06	0,07	0,14	3,43	180122,39
P87	1900,00	25,00	39,40	48,57	87,97	2199,24	37331,83	0,06	0,07	0,13	3,33	180125,73
P88	1925,00	25,00	47,72	57,64	105,36	2633,90	39965,73	0,06	0,07	0,13	3,33	180129,06
P89	1950,00	25,00	61,26	70,28	131,54	3288,40	43254,13	0,06	0,07	0,13	3,37	180132,43
P90	1975,00	25,00	86,54	99,77	186,31	4657,78	47911,91	0,06	0,07	0,13	3,29	180135,72
P91	2000,00	25,00	114,60	132,21	246,80	6170,03	54081,94	0,06	0,00	0,06	1,48	180137,20
P92	2025,00	25,00	100,62	125,34	225,95	5648,82	59730,76	0,06	0,00	0,06	1,41	180138,61
P93	2050,00	25,00	70,17	90,38	160,55	4013,78	63744,54	0,06	0,07	0,14	3,44	180142,05
P94	2075,00	25,00	55,25	63,90	119,15	2978,69	66723,23	0,06	0,07	0,14	3,43	180145,48
P95	2100,00	25,00	45,54	49,70	95,23	2380,81	69104,03	0,06	0,07	0,13	3,31	180148,79
P96	2125,00	20,35	34,62	35,46	70,07	1426,16	70530,19	0,07	0,07	0,14	2,81	180151,60
P97	2140,71	12,50	28,98	28,03	57,01	712,65	71242,84	0,07	0,07	0,14	1,69	180153,29
P98	2150,00	17,15	26,33	25,04	51,36	880,76	72123,60	0,07	0,07	0,13	2,30	180155,59
P99	2175,00	25,00	20,44	19,77	40,21	1005,20	73128,80	0,07	0,07	0,13	3,36	180158,95
P100	2200,00	25,00	14,57	14,43	29,00	725,08	73853,88	0,07	0,07	0,13	3,35	180162,30
P101	2225,00	22,33	4,70	5,97	10,66	238,03	74091,91	0,07	0,07	0,14	3,10	180165,40
P102	2244,65	12,50	4,61	8,91	13,52	168,94	74260,85	0,07	0,07	0,13	1,67	180167,06
P103	2250,00	15,17	3,92	1,59	5,50	83,53	74344,38	0,07	0,17	0,24	3,66	180170,72
P104	2275,00	25,00	0,00	0,02	0,02	0,52	74344,90	5,01	2,41	7,42	185,44	180356,16
P105	2300,00	25,00	0,00	0,26	0,26	6,62	74351,52	4,84	1,84	6,69	167,14	180523,30
P106	2325,00	14,21	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	9,30	4,52	13,81	196,28	180719,58
P107	2328,42	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	9,52	4,76	14,29	178,59	180898,16
P108	2350,00	23,29	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	10,12	5,70	15,82	368,34	181266,51
P109	2375,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	19,97	8,05	28,02	700,62	181967,13
P110	2400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	61,13	62,45	123,58	3089,44	185056,57

P111	2425,00	16,18	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	147,44	69,76	217,20	3515,13	188571,69
P112	2432,37	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	70,16	15,67	85,83	1072,92	189644,62
P113	2450,00	21,32	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	22,32	15,48	37,80	805,74	190450,36
P114	2475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	27,33	19,05	46,37	1159,32	191609,67
P115	2500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	28,64	23,18	51,81	1295,37	192905,05
P116	2525,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	25,04	19,92	44,96	1123,88	194028,93
P117	2550,00	18,49	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	21,18	15,77	36,95	683,26	194712,19
P118	2561,98	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	19,26	13,54	32,80	409,97	195122,17
P119	2575,00	19,01	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	17,07	11,01	28,08	533,71	195655,88
P120	2600,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74351,52	12,37	6,30	18,67	466,78	196122,66
P121	2625,00	25,00	0,00	1,78	1,78	44,60	74396,12	7,25	1,88	9,12	228,12	196350,78
P122	2650,00	20,47	0,09	11,75	11,85	242,42	74638,53	1,70	0,08	1,78	36,43	196387,21
P123	2665,93	12,50	3,08	18,79	21,87	273,37	74911,90	0,25	0,10	0,34	4,31	196391,52
P124	2675,00	17,03	6,01	23,38	29,39	500,58	75412,49	0,10	0,10	0,20	3,42	196394,94
P125	2700,00	25,00	14,42	29,31	43,74	1093,43	76505,92	0,00	0,09	0,09	2,19	196397,13
P126	2725,00	25,00	20,19	41,44	61,62	1540,60	78046,52	0,00	0,08	0,08	1,91	196399,03
P127	2750,00	25,00	11,27	58,84	70,10	1752,58	79799,10	0,00	0,07	0,07	1,87	196400,90
P128	2775,00	25,00	0,00	68,86	68,86	1721,39	81520,49	0,00	0,08	0,08	2,01	196402,91
P129	2800,00	25,00	0,00	70,59	70,59	1764,70	83285,19	0,00	0,00	0,00	0,00	196402,91
P130	2825,00	25,00	40,02	91,60	131,62	3290,40	86575,59	0,00	0,06	0,06	1,60	196404,51
P131	2850,00	25,00	55,49	49,79	105,29	2632,16	89207,75	0,08	0,07	0,15	3,69	196408,20
P132	2875,00	25,00	25,61	21,75	47,37	1184,18	90391,93	0,07	0,06	0,13	3,37	196411,57
P133	2900,00	25,00	10,11	6,74	16,85	421,34	90813,26	0,07	0,06	0,13	3,34	196414,92
P134	2925,00	25,00	1,36	0,00	1,36	34,03	90847,30	0,28	0,81	1,08	27,12	196442,03
P135	2950,00	25,00	0,02	0,00	0,02	0,43	90847,73	1,66	3,26	4,92	122,94	196564,97
P136	2975,00	25,00	6,13	2,86	8,98	224,57	91072,29	0,06	0,13	0,19	4,80	196569,77
P137	3000,00	25,00	12,09	8,97	21,06	526,54	91598,84	0,07	0,06	0,13	3,24	196573,02
P138	3025,00	25,00	12,47	13,35	25,82	645,43	92244,27	0,06	0,07	0,13	3,25	196576,27
P139	3050,00	25,00	10,45	14,62	25,07	626,66	92870,93	0,07	0,07	0,13	3,29	196579,56
P140	3075,00	25,00	4,99	5,46	10,45	261,30	93132,23	0,07	0,07	0,13	3,28	196582,85
P141	3100,00	19,30	0,00	0,00	0,00	0,00	93132,23	3,16	2,24	5,40	104,17	196687,02
P142	3113,61	12,50	0,66	0,70	1,35	16,91	93149,14	0,43	0,43	0,86	10,69	196697,71
P143	3125,00	18,20	3,95	1,70	5,65	102,79	93251,93	0,07	0,17	0,24	4,36	196702,06
P144	3150,00	25,00	16,78	10,02	26,79	669,85	93921,78	0,07	0,06	0,14	3,40	196705,46
P145	3175,00	25,00	30,04	18,72	48,76	1218,88	95140,66	0,07	0,06	0,13	3,37	196708,83
P146	3200,00	21,28	33,29	19,17	52,46	1116,17	96256,83	0,08	0,06	0,14	2,94	196711,77
P147	3217,56	12,50	48,89	23,10	71,99	899,90	97156,73	0,09	0,06	0,15	1,93	196713,70
P148	3225,00	16,22	62,89	28,26	91,15	1478,61	98635,35	0,09	0,06	0,15	2,47	196716,18
P149	3250,00	25,00	65,35	39,05	104,40	2609,95	101245,30	0,08	0,06	0,14	3,57	196719,75
P150	3275,00	25,00	84,63	46,88	131,50	3287,62	104532,92	0,00	0,06	0,06	1,57	196721,32
P151	3300,00	25,00	72,99	32,91	105,91	2647,65	107180,57	0,05	0,06	0,11	2,85	196724,17
P152	3325,00	25,00	65,76	15,55	81,31	2032,72	109213,29	0,09	0,08	0,17	4,13	196728,29
P153	3350,00	25,00	62,43	21,03	83,46	2086,59	111299,88	0,08	0,06	0,14	3,41	196731,71
P154	3375,00	25,00	22,25	0,21	22,47	561,65	111861,53	0,11	6,02	6,13	153,27	196884,98
P155	3400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	18,30	18,57	36,87	921,75	197806,73
P156	3425,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	15,93	15,56	31,49	787,29	198594,02
P157	3450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	16,87	19,14	36,01	900,36	199494,38
P158	3475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	20,08	19,60	39,68	992,01	200486,38
P159	3500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	25,22	23,88	49,10	1227,46	201713,85
P160	3525,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111861,53	32,05	34,32	66,38	1659,41	203373,26
P161	3550,00	15,23	0,00	0,00	0,00	0,01	111861,54	3,64	21,13	24,76	377,25	203750,50
P162	3555,47	2,73	2,05	0,76	2,81	7,68	111869,23	0,13	0,82	0,95	2,59	203753,10

**Tableau VI.1 : Cubature de notre projet**

**Chapitre V :**  
**Dimensionnement Des Corps**  
**Du Chaussée**

## V.1. Introduction :

La qualité des travaux routiers ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'une bonne coupe longitudinale. En effet, une fois construite, la route devra faire face à l'agressivité et à la surcharge d'exploitation de facteurs externes : le rôle des essieux des véhicules, notamment des poids lourds. Et les gradients thermiques, pluie, neige, glace, etc....

Pour ce faire, il est nécessaire d'assurer non seulement de bonnes propriétés géométriques de la chaussée, mais également de bonnes propriétés mécaniques afin qu'elle puisse supporter toutes les charges pendant toute la période de ralenti. La qualité de la construction des chaussées joue un rôle clé. Cela commence par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à façonner.

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 est basé sur les paramètres très basiques suivants :**

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

## V.2. Principe de la constitution des chaussées

Un corps de route est une structure principalement utilisée pour répartir les charges roulantes sur le sol sous-jacent (sol). Les routes doivent permettre le passage des véhicules dans de bonnes conditions vitesse, sécurité et sans usure excessive du matériel roulant. La surface de roulement ne doit pas être déformée sous l'influence de :

### V.2.1. Des intempéries :

Les changements de température créent des champs de contrainte dans les solides élastiques et produisent également des effets de gel-dégel. D'autre part, la lumière du soleil affecte la déformation des mélanges d'asphalte et affecte également le vieillissement de l'asphalte.

### V.2.2. De la charge des véhicules :

La charge maximale autorisée par un jumelage isolé est de 65 KN (6,5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 t). Il arrive également que cette charge maximale soit dépassée à cause du phénomène de surcharge.

# Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

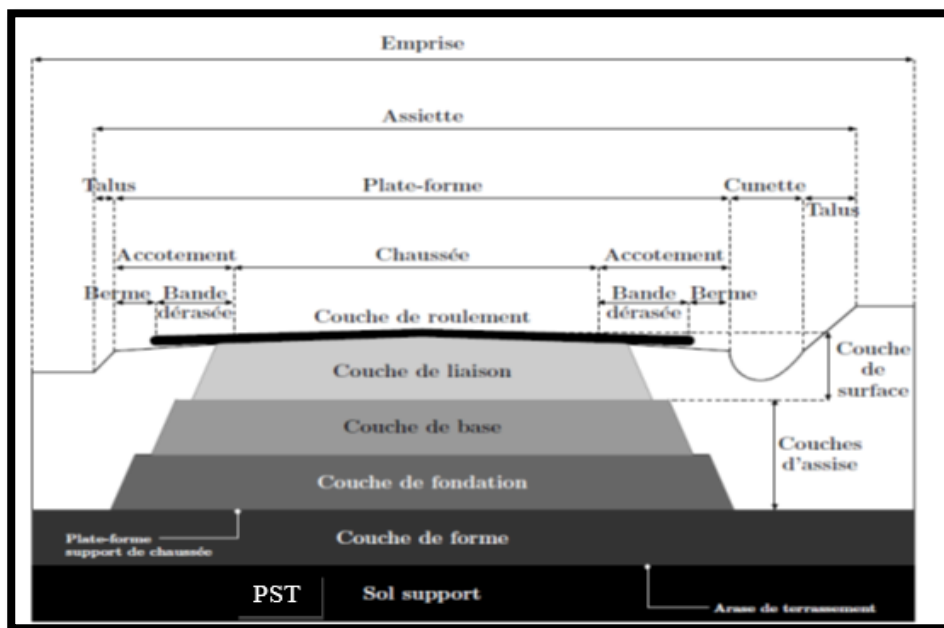
## V.2.3. Des efforts tangentiels :

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

- De la transmission de l'effort moteur aux roues ou frottement des pneumatiques sur la chaussée lors du freinage.
- De l'entraînement (mise en rotation) des roues non motrices.
- De la réaction due à la résistance aux efforts transversaux.
- Toutes ces actions tangentielles s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et la couche de surface de la chaussée.

## V.3. Définition de chaussée :

Les chaussées sont des structures multicouches souples, rigides et semi-rigides de matériaux granulaires traités ou non traités avec des liants hydrocarbonés ou hydrauliques. Cette structure a pour fonction d'absorber les charges horizontales et verticales et de les transférer au sol porteur.



FigureV.1 : Coupe transversale d'une chaussée.

## V.4. Les différentes structures de chaussée :

Selon la diffusion des pressions il existe deux modes de fonctionnement mécanique des chaussées :

- Chaussée souples.
- Chaussées semi-rigides.
- Chaussées rigides.

## V.4.1. Chaussée souple :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et/ou la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée.

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

### a) Couche de roulement (Surface) :

La couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat. La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre **6 et 8 cm**.

### b) Couche de base :

Deuxième phase de la couche d'assise de la route, la couche de base est formée de : **grave ciment** ou **grave émulsion**. Il absorbe les forces verticales et répartit les contraintes normales résultantes sur les couches sous-jacentes.

Avec la couche de fondation elle apporte à la chaussée la résistance mécanique nécessaire pour supporter les charges induites par le trafic.

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

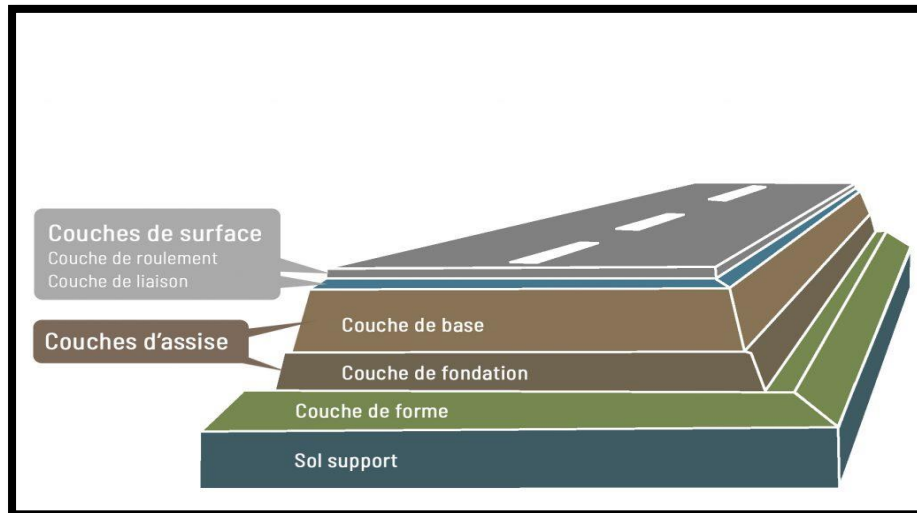
### c) Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), Elle a le même rôle que celui de la couche de base. La couche de base and couche de fondation forme le «corps de chaussée».

### d) Couche de forme :

La **couche de forme** est une couche particulière de la chaussée située entre la Partie Supérieure du Terrassement (PST) et la couche d'assise. Elle permet notamment d'adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux qui constituent la PST (en remblai ou en du terrain en place) aux caractéristiques mécaniques, géométriques, hydrauliques et thermiques prises comme hypothèses dans la conception de la structure de chaussée.

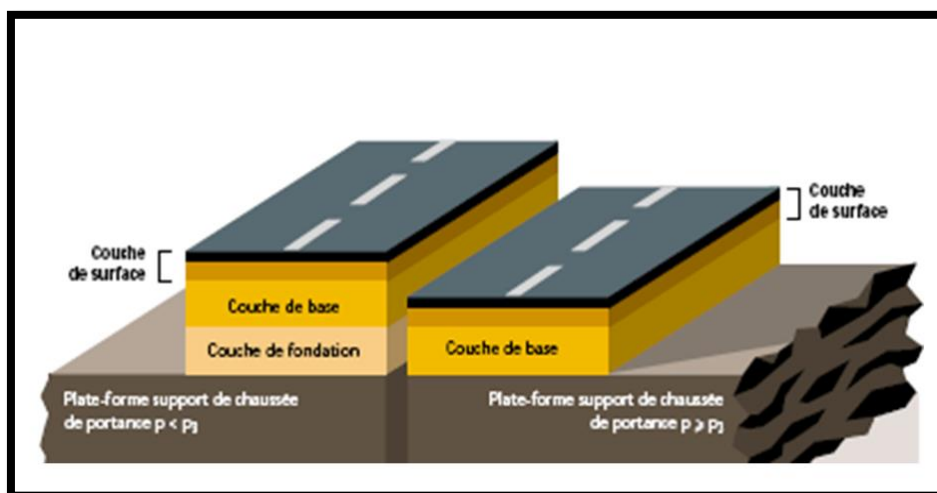
L'épaisseur de cette couche entre **40 et 70 cm**.



FigureV.2 : Chaussée souple.

## V.4.2. Les Chaussées semi-rigides :

Ils sont constitués d'une couche superficielle bitumineuse au-dessus d'une base de matériau traité au liant hydraulique en une (base) ou deux (base et fondation).



FigureV.3 : Chaussée semi- rigide.

## V.4.3. Les chaussées rigides :

Les chaussées rigides sont constituées de chaussées en béton de ciment perméables ou fluides.

**En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :**

- Une couche de forme.
- Une couche de fondation
- Une couche de roulement en béton de ciment.

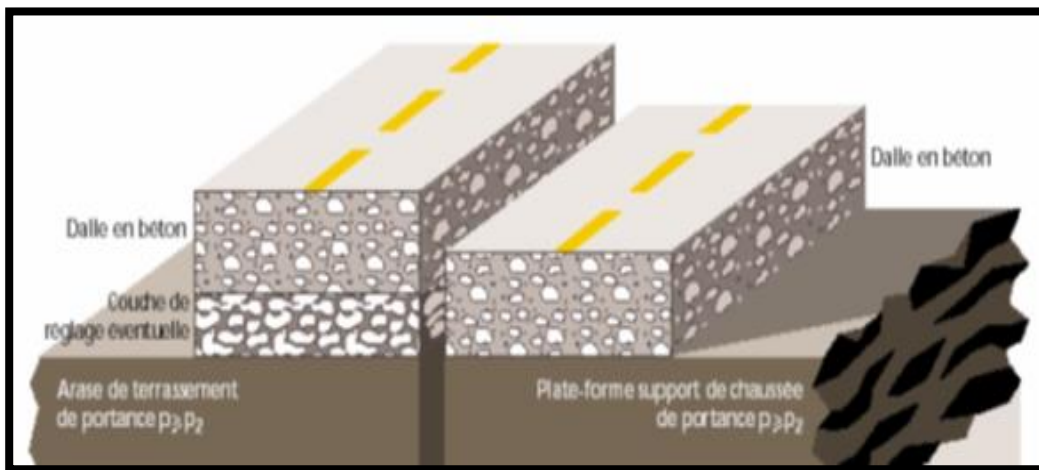


Figure V.4 : Chaussée rigide.

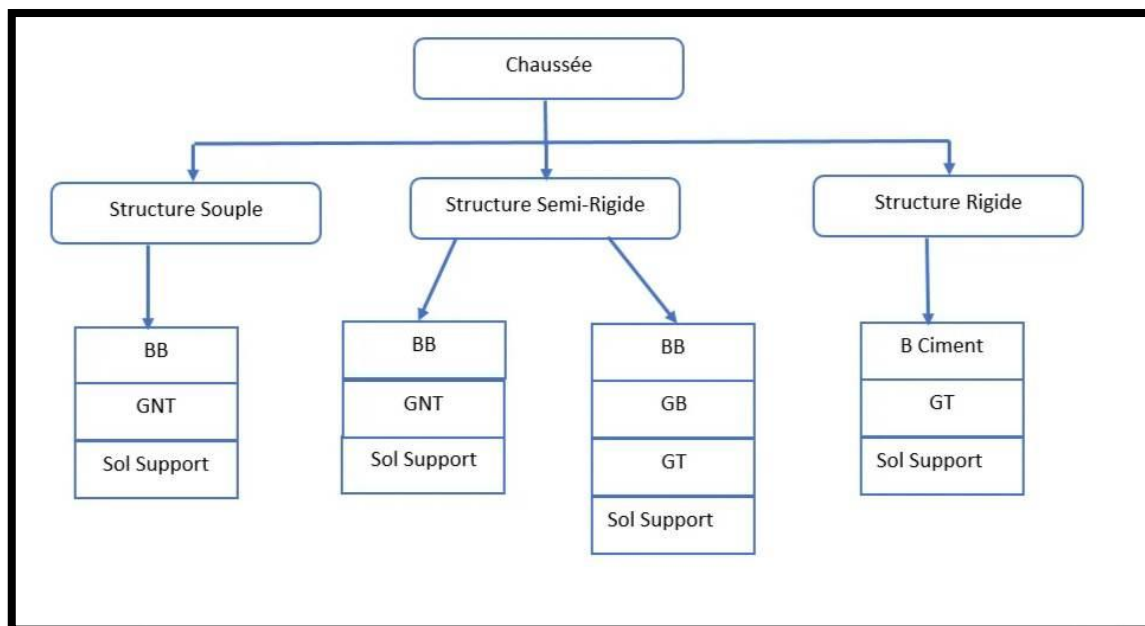


Figure V.5 : schéma récapitulatif.

## V.5. Dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont Conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

# Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

## V.5.1. Le trafic :

Le trafic de conception est principalement composé de poids lourds (véhicules de plus de 6,5 tonnes). Il est utilisé comme paramètre d'entrée pour le dimensionnement des structures de chaussée et la sélection des propriétés intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée. Il semble nécessaire de caractériser le trafic en fonction de deux paramètres :

Trafic Poids Lourds "T" à la Mise en Service, Résultats des Etudes de Trafic et de Comptage sur les Voies **Existantes**.

$$N = (1 + \tau)^n \times N_i \quad \text{V.1}$$

**N** : trafic cumulé.

**A** : facteur d'agressivité globale du trafic.

**$\tau$**  : Taux de croissance du trafic.

**n** : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

## V.5.2. Environnement :

Le climat et l'environnement ont une influence considérable sur les bonnes performances des chaussées en termes de résistance aux contraintes et à la déformation, ainsi les changements de température peuvent affecter le choix du liant bitumineux, et le taux d'humidité du sol support en termes de précipitations en relation avec les conditions de drainage.

Par conséquent, l'un des paramètres cruciaux du dimensionnement ; la teneur en humidité des semelles détermine leurs propriétés, les propriétés et l'état du matériau d'asphalte.

## V.5.3. Le sol support :

La structure de la chaussée s'appuie sur un ensemble d'ensembles appelés "plates-formes support de chaussée", qui sont constitués de sols naturellement en terrasses, qui peuvent être recouverts d'une couche si nécessaire.

**Ces plateformes sont définies à partir :**

- De la nature et de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forma.

**Classe Du Sol :**

Portance (Si)	S4	S3	S2	S1	S0
CBR	<5	5 ~10	10 ~ 25	25 ~ 40	>40

**Tableau V.1** : Les classes de portance des sols.

# Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

## V.5.4. Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent supporter de très nombreuses fois des sollicitations répétées (trafic répété de véhicules lourds).

La section standard proposée par la DTP de Mostaganem a les valeurs suivantes pour la structure et la taille :

- Couche de roulement en **BB**  $\longrightarrow$  ép : 6 cm
- Couche de base en **GB**  $\longrightarrow$  ép : 8 cm
- Couche de fondation en **GNT**  $\longrightarrow$  ép : 26 cm

## V.6. Méthode de dimensionnement :

### V.6.1. Méthode de CBR (CALIFORNIA – BEARING – RATIO) :

Il s'agit d'une méthode semi-empirique basée sur des essais d'emboutissage sur des échantillons de sol supportés, avec un Proctor Optimal modifié compactant les échantillons (**90° à 100°**) à des profondeurs d'eau inférieures à **15 cm**.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{P})(75 + 50 \cdot \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5} \quad \text{V.2}$$

**e** : Epaisseur équivalente 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 circulé sur la chaussée.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = \sum_{i=1}^n a_i * e_i \quad \text{V.3}$$
$$e = (a_1 * e_1) + (a_2 * e_2) + (a_3 * e_3)$$

Où :

**a1, a2, a3** : coefficients d'équivalence de matériau par référence à un grave concassé.

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

# Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton Bitumineux ou Courbe Dense	2
Grave Ciment - Grave Laitier	1,50
Sable Ciment	1,00 ~1,20
Grave Concassée ou Gravier	1
Grave Roulée - Grave Sableuse et T.V.O	0,75
Sable	0,50
Grave Bitume GB	1,60 ~ 1,70
Tuf	0,6

Tableau V.2 : Coefficient d'équivalence.

## V.7. Application au projet

Les données mises à notre disposition sont :

- Trafic de l'année de comptage 2016 ; **TJMA 2016 = 7858 (uvp/j)**
- Année de mise en service : 2020 ; **TJMA 2020 =9193 (uvp/j)**
- $\tau$  : Taux de croissance du trafic ;  $\tau= 4 \%$
- Pourcentage du poids lourd est ; **Z=14 %**
- Durée de vie : **20 ans**
- **P= 6.5 t**
- **ICBR= 10 ~ 25** (ce sol appartient à la classe (S2))

➤ Calcul Du Trafic Du (VPL) A L'année Captage :

$$N_0 = \text{TJMA}_{2016} \times \text{PL} \%$$

$$N_0 = 7858 \times 0.14 \longrightarrow \boxed{N_0 = 1100 \text{ uvp/j}}$$

➤ Calcul Du Trafic Du (VPL) A L'année Mise En Service :

$$N_1 = (1 + \tau)^n \times N_0$$

$$N_1 = (1 + 0.04)^4 \times 1100$$

$$\boxed{N_1 = 1287 \text{ uvp/j}}$$

## Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

- Calcul Du Trafic Du (VPL) A L'année Horizon :

$$N_2 = (1 + \tau)^n \times N_1$$

$$N_2 = (1 + 0.04)^{20} \times 1287$$

$$N_2 = 2820 \text{ uvp/j}$$

- Calcule L'Epaisseur :

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

$$e = 40.24 \text{ cm} \longrightarrow e = 40 \text{ cm}$$

- Calcul Epaisseur Equivalente De Chaque Couche :

Afin de déterminer les dimensions de notre structure de chaussée, nous devons résoudre l'équation suivante :

$$E = (e_1 \times a_1) + (e_2 \times a_2) + (e_3 \times a_3) = 40 \text{ cm}$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- ✚ couche de roulement en béton bitumineux (BB) :

$$e_1 = 6 \text{ cm} ; a_1 = 2.00 \longrightarrow e_1 \times a_1 = 12 \text{ cm}$$

- ✚ couche de base en Grave Bitume (GB):

$$e_2 = 8 \text{ cm} ; a_2 = 1.60 \longrightarrow e_2 \times a_2 = 12.8 \text{ cm}$$

- ✚ couche de fondation en TUF :

$$e_3 = 26 \text{ cm} ; a_3 = 0.60 \longrightarrow e_3 \times a_3 = 15.6 \text{ cm}$$

Donc :

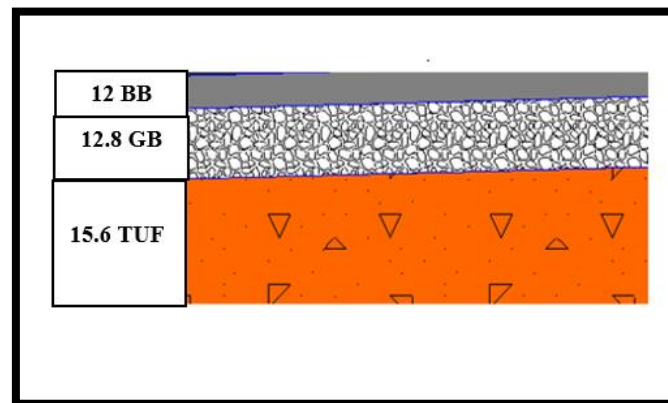
$$e_{\acute{e}q} = 40.4 \text{ cm}$$

## Chapitre V : Dimensionnement des corps de la chaussée

Couche	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur d'équivalente (cm)
<b>BB</b>	6	12
<b>G</b>	10	12.8
<b>TUF</b>	24	15.6
$\Sigma$	<b>40</b>	<b>40.4</b>

**Tableau V.3** : l'épaisseur de chaque couche.

Donc la structure proposée : **12 BB + 12.8 GB + 15.6 TUF.**



**FigureV.6** : Différentes couches du corps de chaussée.

# **Chapitre VI : Ouvrages D'assainissement**



### VI.1. Introduction :

Évacuation des eaux pluviales est l'une des principales préoccupations dans le domaine de la voirie, car la présence d'eau entraîne de nombreux désagréments tels que des problèmes torrentiels. Ainsi que les problèmes d'érosion, la stabilité des barrages et la détérioration des trottoirs due à l'insupportable du sol.

Il faut donc régler tous les problèmes par l'assainissement routier.

### VI.2. Objectifs de l'assainissement :

L'assainissement des plateformes routières, autoroutières ou ferroviaires est destiné à collecter les eaux de ruissellement afin d'assurer :

- Une circulation en toute sécurité.
- La pérennité de l'infrastructure.
- La protection du milieu récepteur contre les pollutions chroniques et accidentelles.
- Le stockage et la régulation, pour réduire les risques d'inondation au niveau de l'exutoire.

### VI.3. Définition :

#### VI.3.1. Assainissement :

Ensemble de moyens mises en œuvre pour la collecte et l'évacuation des eaux superficielles et internes dans l'emprise de la route, ainsi que pour le rétablissement des écoulements superficiels extérieurs à la route.

#### VI.3.2. Le bassin versant :

Un bassin versant ou bassin hydrographique est une portion de territoire délimitée par des lignes de crête (ou lignes de partage des eaux) et irriguée par un même réseau hydrographique (une rivière, avec tous ses affluents et tous les cours d'eau qui alimentent ce territoire).

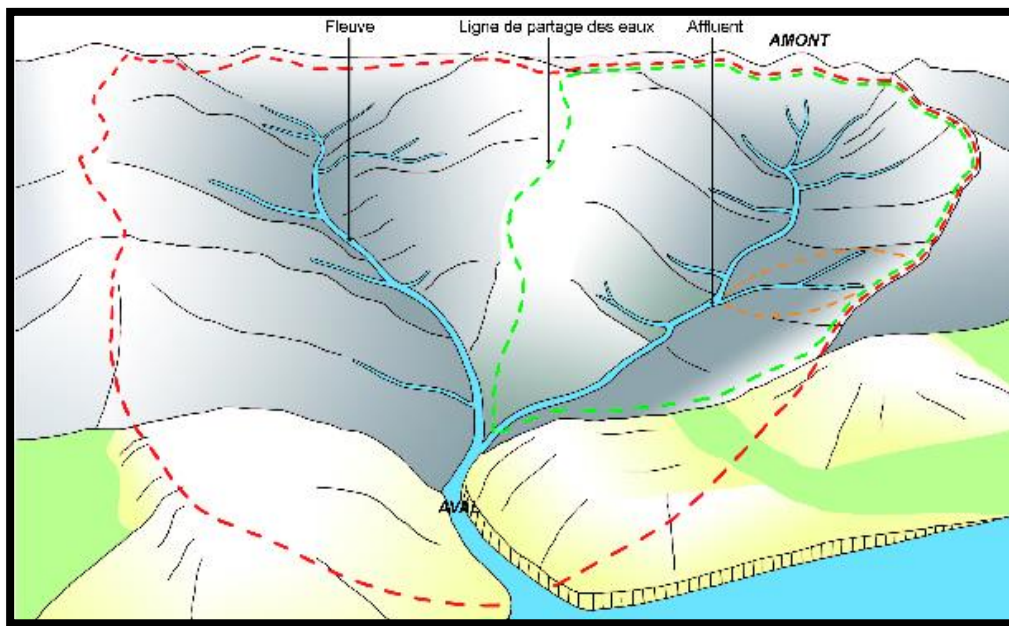


Figure VI.1 : Exemple d'un bassin versant.

### VI.3.3. Types de dégradation :

L'écoulement de l'eau sur la chaussée peut causer des dommages en raison d'un mauvais drainage et d'un mauvais entretien. Ces dégradations se produisent ; pour les remblais, de la forme :

- Glissement.
- Érosion.
- Affouillement du pied de talus (instabilité). Pour les revêtements routiers, la forme est la suivante :
- Peeling (fissures et décollement).
- Affaissement (eau dans le corps principal de la route).

### VI.4. Ouvrage d'assainissement :

Les ouvrages d'assainissement regroupent les ouvrages hydrauliques (buses, dalots, radiers etc.), qui rétablissent les écoulements franchissant la route et les ouvrages de drainage de l'emprise de la chaussée (fossés de crête, caniveaux pour talus et bermes, bourrelets, etc.).

#### VI.4.1. Les ouvrage de franchissement :

Peuvent être regroupés selon les catégories suivantes :

##### ✚ Buses :

Tuyau de section arquée, généralement circulaire, entouré d'un remblai.

### + Dalots :

Ouvrage de section rectangulaire entouré d'un remblai.

### + Radiers :

Lignes de pâturage proches du fond du cours d'eau et permettant le passage de l'eau à travers des ouvrages au-dessus de la route ; elles sont utilisées dans les canaux où le lit de la rivière reste à sec une longue partie de l'année.

### + Ponts :

Ouvrage dans lequel les remblais sont interrompus et la route se prolonge à travers des tabliers sur appuis (**pires et/ou culées**).

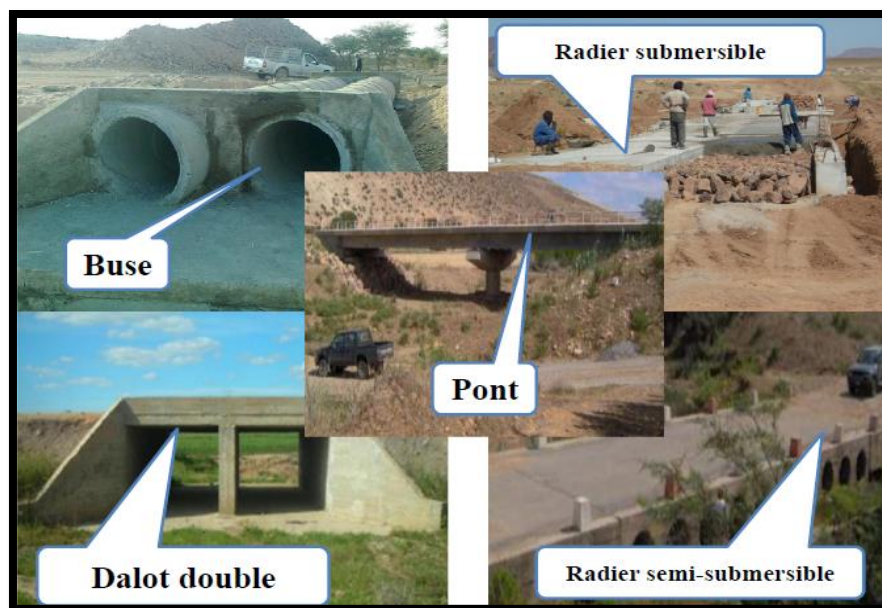


Figure VI.2 : Exemple d'un ouvrage de franchissement.

### VI.4.2. Réseaux longitudinaux :

Les eaux de ruissellement des plates-formes et remblais doivent être collectées puis évacuées vers des bassins de stockage et éventuellement des bassins de décontamination. Des structures de collecte sont placées le long de l'infrastructure. Ils sont linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels, permettant l'eau s'écoule sous l'effet de la gravité.

#### Il existe 5 types de structures de collecte longitudinale :

- L'ouvrage de crête de talus de déblais
- L'ouvrage de pied de talus de déblais
- L'ouvrage de terre-plein central
- L'ouvrage de crête de talus de remblai
- L'ouvrage de pied de talus de remblai

## VI.4.3. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :

### a) Ouvrages transversaux :

Les ouvrages transversaux permettent d'assurer l'écoulement d'un réseau longitudinal vers un autre. On distingue **2 types** d'ouvrages transversaux :

- Les ouvrages superficiels : descentes d'eau.
- Les traversées sous chaussées : collecteurs enterrés.

### b) Ouvrages de raccordement :

Les ouvrages de raccordement permettent d'assurer les liaisons transversales entre les réseaux longitudinaux. **Ils sont constitués :**

- De tuyaux
- De regards de visite nécessaires pour l'entretien et la maintenance des ouvrages

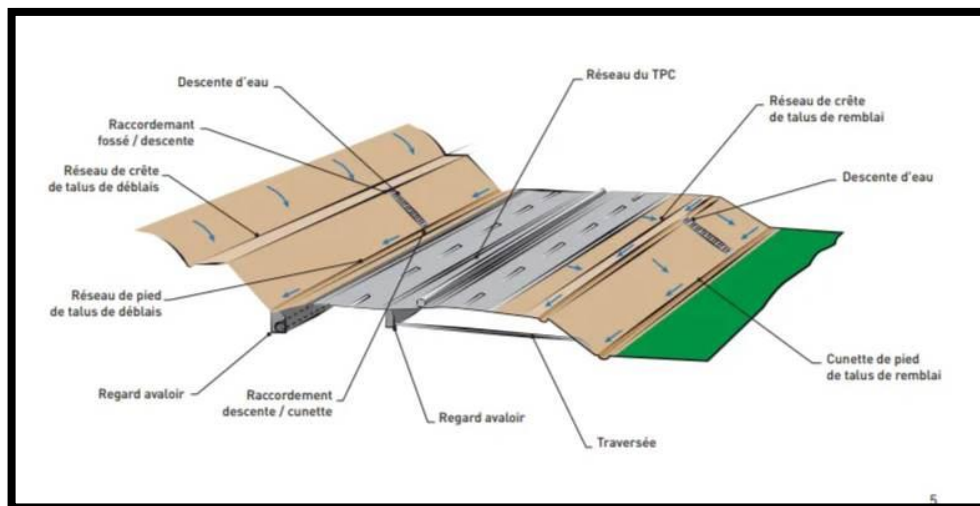


Figure VI.3 : Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route.

## VI.5. Dimensionnement des buses :

### Coefficient de ruissellement « C » :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant **(le tableau ci-dessous)** :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- La couverture végétale.
- La forme, la pente.
- La nature du terrain.

Type de chaussée	Valeur prises
Chaussée revêtue en enrobés	0,9
Accotement ou sol légèrement perméable	0,4
Talus	0,3
Terrain naturel	0,2

Tableau VI.1 : Coefficient de ruissellement.

## VI.6. Application au projet :

### ➤ Calcul de la surface du bassin versant :

Les buses et les fossés sont dimensionnés pour détourner l'eau d'un bassin versant égal à la longueur du projet multipliée par sa largeur.

$$A = L \times B$$

**L** : longueur de projet.

**B** : largeur de projet

$$ACH = 14 \times 3500 \times 10^{-4} = 4.9 \text{ ha (Surface de chaussé).}$$

$$AAC = 2 \times 3500 \times 10^{-4} = 0.7 \text{ ha (Surface d'accotement).}$$

$$A_{\text{talus}} = 1 \times 3500 \times 10^{-4} = 0.35 \text{ ha (Surface Fossé).}$$

$$A_{\text{total}} = ACH + AAC + A_{\text{talus}} = 4.9 + 0.7 + 0.35 = 5.95 \text{ ha.}$$

### ➤ Déterminer le coefficient d'équivalence C<sub>éq</sub> :

$$C_{\text{éqCH}} = ACH \times 0.9 = 4.9 \times 0.9 = 4.41$$

$$C_{\text{éqAC}} = AAC \times 0.4 = 0.7 \times 0.4 = 0.28$$

$$C_{\text{éq talus}} = A_{\text{talus}} \times 0.3 = 0.35 \times 0.3 = 0.11$$

## VI.7. Conclusion :

L'exécution des ouvrages (pont) dans ce tronçon routier :

- PK 675.00 m à PK 900.00 m
- PK 14250.00 m à PK 1525.00 m
- PK 2375.00 m à PK 2400.00 m

# **Chapitre VII : Signalisation Routière**

## VII.1. Introduction :

La signalisation routière a pour objet de rendre plus sûre la circulation routière, de faciliter cette circulation, d'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police et de donner des informations relatives à l'usage de la route. La signalisation routière désigne l'ensemble des équipements de signalisation lisibles par les usagers de la route et pouvant être implantés sur le domaine routier.

**Elle se compose des dispositifs suivants :**

- La signalisation verticale par panneaux, par feux, par balises.
- La signalisation horizontale par marquage.

## VII.2. Règle et l'objectif de la signalisation routière :

### VII.2.1. Règle à respecter pour la signalisation :

Il est nécessaire de suivre les règles suivantes pour concevoir une bonne signalétique :

- Cohérence entre géométrie routière et signalisation (homogénéité).
- Respectez les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Évitez les publicités irrégulières.
- Simplicité en évitant trop de signaux qui sollicitent l'attention de l'utilisateur

### VII.2.2. Objectif :

**La signalisation routière a pour but de :**

- De rendre plus sûr le trafic routier.
- Faciliter la circulation routière.
- Instruire ou rappeler diverses prescriptions policières spécifiques.
- Fournir des informations sur l'utilisation de la route.

## VII.3. Types De Signalisation :

**On distingue deux types de signalisation :**

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

### VII.3.1. Signalisation verticale :

La signalisation verticale représente les éléments de signalisation posés verticalement sur la route. Cela concerne les feux tricolores, les panneaux, les panonceaux, mais également les balises et les bornes implantées sur l'accotement. Les usagers de la route doivent être particulièrement attentifs à cette signalisation, qui, associée à la signalisation horizontale, les informe sur la réglementation en vigueur.

## VII.3.2. Signalisation horizontale :

La signalisation horizontale est représentée par le marquage au sol dans la signalisation routière. Contrairement à la signalisation verticale, celle-ci concerne tous les éléments de signalisation posés horizontalement sur la route. Il s'agit donc des différentes lignes, flèches et autres marquages présents sur la chaussée. En complément des panneaux de signalisation, le marquage au sol donne des informations importantes au conducteur concernant les règles de circulation.

**La signalisation horizontale se divise en trois types :**

### a) Marques Longitudinale :

#### ✚ Lignes Continues :

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

#### ✚ Lignes Discontinues :

Ce sont les lignes utilisées pour le marquage et elles sont différenciées par module, c'est-à-dire le rapport de la longueur de la ligne à son espacement. Nous distinguons :

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

**Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :**

Type de modulation	Longueur de trait (m)	Intervalles entre traits successifs (m)	Rapport plein vide
<b>T<sub>1</sub></b>	3,00	10,00	<b>1/3</b>
<b>T'<sub>1</sub></b>	1,50	5,00	
<b>T<sub>2</sub></b>	3,00	3,50	<b>1</b>
<b>T'<sub>2</sub></b>	0,50	0,50	
<b>T<sub>3</sub></b>	3,00	1,33	<b>3</b>
<b>T'<sub>3</sub></b>	20,00	6,00	

**Tableau VII.1 : Modulation de la ligne continue.**

## b) Marques Transversales :

- Lignes d'arrêt
- Lignes « céder le passage »
- Passage pour piétons.

## c) Marquages Complémentaire :

- Flèches de sélection de rives
- Flèches de rabattement
- Indications particulières

## d) Dimensions Des Marquages :

Selon le type de route, la largeur de la ligne est définie par rapport à différentes largeurs unitaires « u » ; on prend les valeurs suivantes pour « u » :

- U = 7,5 cm ; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.
- U = 6 cm ; sur routes express a une chaussée et routes principales bidirectionnelles.
- U = 5 cm ; sur les autres routes.

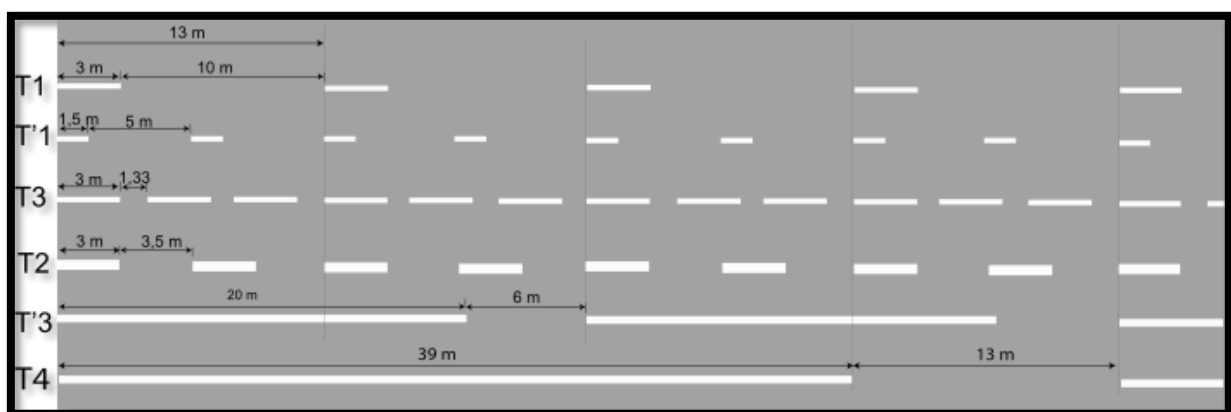
Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 5 cm.

## VII.4. Application au projet :

Dans le cadre de nos recherches, tout en respectant les normes ci-dessus ainsi que la réglementation Algérienne en matière de signalisation et de marquage routier.

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés dans notre étude sont les suivants :

### ➤ Signalisation horizontale :



Figures VII.1 : Les lignes longitudinales

➤ Signalisation verticale :



Figure VII.2 : Signalisation vertical.

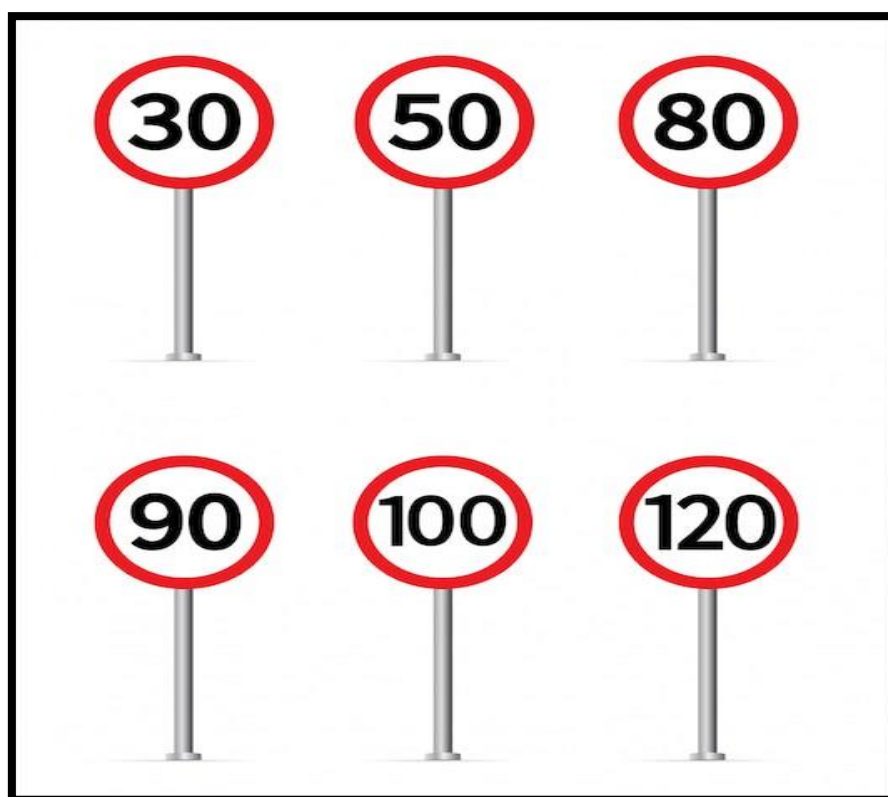


Figure VII.3 : Signalisation de la vitesse.

➤ Signalisation de direction :

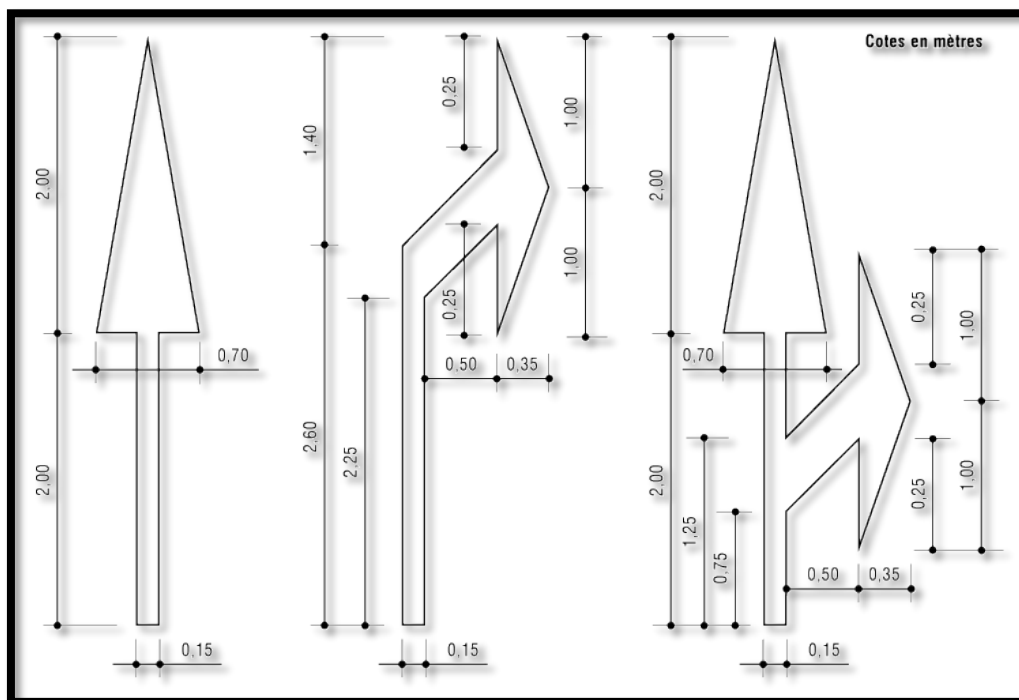


Figure VII.4 : Les flèches de signalisation.

# **Chapitre VIII :**

## **Devis quantitatif et estimatif**

# Chapitre VIII : Devis quantitatif et estimatif

## VIII.1. Devis quantitatif et estimatif :

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF					
N	DISIGNATION DES TRAVAUX	UNIT E	QTT	Prix Unitaire	Montant
01	Décapage de la terre végétale, y compris débroussaillage, abattage des arbres; arrosage compactage et toutes sujétion de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	33 000,00	100,00	3 300 000,00
02	Remblais d'emprunt en tuf y compris compactage arrosage et toutes sujétion de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	203 753,00	800,00	163 002 400,00
03	Travaux de terrassement en déblais y compris évacuation et toutes sujétion de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	111 869,00	300,00	33 560 700,00
04	Fourniture, transport et mise en œuvre d'une couche de remblai en tuf sur 27 cm d'épaisseur pour couche de forme et Couche fondation y compris arrosage et compactage et toutes sujétion de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	18 491,20	1 000,00	18 491 200,00
05	Fourniture, transport et mise en œuvre de grave bitume sur 08 cm d'épaisseur pour couche de base y compris arrosage compactage et toutes sujétion de mise en œuvre	T	10 924,03	6 500,00	71 006 208,00
06	Fourniture, transport et mise en œuvre d'une couche de roulement en BB (0/14) sur 06 cm d'épaisseur en minimum y compris couche d'imprégnation en cut-back 0/1 et toutes sujétions de mise en œuvre	T	7 851,65	7 000,00	54 961 536,00
07	Rechargement des accotements en tuf y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	1 991,36	1 000,00	1 991 360,00
08	Réalisation d'un fossé bétonné légèrement armé dosé a 350kg/m3 en très soudé y compris démolition du fossé existant, fouille en tranché, dalle au niveau des accès et toutes sujétion de mise en œuvre	ML	3 888,00	3 000,00	11 664 000,00
09	Fourniture et pose de bordure de bonne qualité type T2 y compris caniveau coulé sur place esp 10cm, peinture mat axiale rouge et blanc, et toutes sujétion de mise en œuvre	ML	200,00	1 200,00	240 000,00
10	Travaux de signalisation horizontale bande axiale et rives	ML	3 556,00	300,00	1 066 800,00
11	Réalisation d'ouvrage busé Ø 1000 armé précontrainte y /compris fouilles en tranché remblais en sables de carrière buse, maintenance de têtes d'ouvrage en béton armé, puisard en béton armé au niveau de la partie amont, béton armé d'un treille soudé au niveau des parties aval et toutes sujétions de mise en œuvre	ML	60,00	20 000,00	1 200 000,00
12	Travaux d'exécution d'un séparateur en béton armé DBA dosé a 350kg/m3 y compris semelle en béton sur une ep de 20cm et 60cm de large	ML	3 556,00	5 000,00	17 780 000,00
				<b>Total HT</b>	<b>378 264 204,00</b>
				<b>TVA 19%</b>	<b>71 870 198,76</b>
				<b>Total en TTC</b>	<b>450 134 402,76</b>

**Tableau VIII.1 : Devis quantitatif et estimatif**

## Conclusion

La réalisation de l'évitement urbain dans la ville de **BAHARA** est considérée comme une infrastructure importante qui contribue au développement économique de la région.

Ce projet de fin d'étude est l'occasion de mettre en pratique les connaissances théoriques et techniques que nous avons acquises au cours de notre cycle de formation.

Le projet m'a également permis de faire face aux problématiques techniques et de gestion qui peuvent survenir dans les projets routiers. C'est aussi une belle opportunité de s'informer sur l'avancement des projets de travaux publics en général et de projets routiers en particulier, de s'initier à l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin, notamment **PISTE**, **COVADIS** et **AUTOCAD**, et de maîtriser les nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics. Dans mes recherches j'ai appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liées au secteur routier pour contrer les contraintes rencontrées dans ce domaine.

Par ailleurs, les enjeux primordiaux guidant ces modestes travaux sont d'une part la prise en compte du confort et de la sécurité des usagers de la route, et d'autre part les aspects économiques et environnementaux liés à l'impact de la construction de cette route. Ce projet m'a fait franchir une étape importante dans ma carrière.

# Biographique :

<https://www.ornikar.com/code/cours/circulation/vitesse/distance-freinage>

<https://www.ornikar.com/code/cours/securite/prevention-routiere/distance-securite>

<https://tpdemain.com/module/le-profil-en-long/>

[https://www.researchgate.net/figure/Les-composantes-geometriques-dun-profil-en-long-Dumont-et-al-2017\\_fig5\\_350411275](https://www.researchgate.net/figure/Les-composantes-geometriques-dun-profil-en-long-Dumont-et-al-2017_fig5_350411275)

<https://fr.slideshare.net/ademLoup/nehaoua-cours-de-routes-i-chapitre-6-caractristiques-gomtriques-des-routes>

<https://fr.scribd.com/document/410507566/3-Profil-en-Long>

<https://genie-civile.blogspot.com/2013/03/le-profil-en-travers-dune-chaussee.html>

<https://www.ummtto.dz/dspace/bitstream/handle/ummtto/14734/otmane%20hamid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://mostaganem.mta.gov.dz/%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B7%D9%82-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%88%D8%B3%D8%B9-%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D9%82%D8%B9-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%8A%D8%A7%D8%AD%D9%8A%D8%A9/>

Kouadria.Y.2019. Étude de dédoublement d'un tronçon routier de 6km sur la RN46 du Pk 194+000 au Pk 200+000

(Wilaya de Biskra).01/05/2023

Ounadjela.C ; HARIZ.S.2017.APPROCHE METHODOLOGIQUE POUR L'ETUDE D'UN PROJET ROUTIER – CAS DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE NATIONALE 92 RELIANT SAIDA A EL HASSASNA SUR UN LINEAIRE DE 4 KM Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –03/06/2023

TOUAT.H ; TOUHAMI.F .2020. Etude de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem et Autoroute Est-Ouest du PK 7+000 Au PK 11+000. Université Abdel Hamid Ben Badis – Mostaganem 27/04/2023

BANNOUR.A.2014.Cours de construction routière (Tom1).28/03/2023

OTMANE.H.2016.Etude de la liaison d'échangeur CW 06 avec la 2èmeRocade sud de la wilaya d'Alger En phase APD.UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU.08/05/2023

GUEMIRI.B.2022.ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILE DE BENI SAF SUR 6 km. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.12/02/2023