

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrages d'art

Présenté par :

BOUMAAZA FAYSSAL AHMED

LACHGAR MOHAMED

*Sujet du mémoire*

***Etude technique de réhabilitation du Chemin de wilaya (CW 34)  
entre MELAAB et limite de wilaya avec TIARET sur 4 km à l'aide  
du logiciel Autopiste***

*Soutenu publiquement le..... /06/24 devant le jury composé de :*

Mr MIMOUNI Mohamed	Président
Mr ABADA Ghenam	Rapporteur
Mr KLOUCHE DJEDID Ibrahim	Examineur
Mr BENYAMINA Abdelrahmane	Examineur

# *Remerciements*

---

*Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu clément et miséricordieux de nous avoir donné la santé, la patience et le courage d'arriver au terme de notre formation en achevant ce modeste travail.*

*Nous transmettons nos plus vifs remerciements à nos parents, frères et sœurs qui n'ont ménagé aucun effort pour nous soutenir, nous encourager et nous rassurer durant toute notre formation ;*

*Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement M. ABADA GHENAM qui nous a permis de bénéficier de son encadrement. Les conseils qu'il nous a prodigués, sa patience et la confiance qu'il nous a témoignés ont été déterminants dans la réalisation de notre travail. Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant tout notre parcours universitaire en Algérie.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre mémoire en acceptant d'examiner notre travail. Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

**FAYSSAL  
MOHAMED**

## **Résumé :**

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructures routières est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant par saturation, il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour proposer des solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études techniques.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la réhabilitation de chemin de wilaya N°34 (CW34) sur 4 km de la commune de **LARDJEM** à l'aide du logiciel Autopiste entre MELAAB et limite de Wilaya avec TIARET.

Le présent mémoire se compose de deux grandes parties :

- La première partie consiste à reconstruire l'axe existant tout en faisant ressortir les éléments qui ne respectent pas les normes techniques réglementaires.
- La seconde partie consiste à faire les calculs nécessaires à la réhabilitation de notre tracé en le dotant des caractéristiques techniques d'un chemin de wilaya.

**Mots clés : Infrastructure, Réhabilitation, Chemin de wilaya**

## **Abstract:**

The issue at the core of road infrastructure projects is often related to the insufficiency of the existing network due to saturation. To properly understand this issue, it is necessary to specify its contours, then propose solutions and accurately quantify its components. This leads to conducting technical studies.

Hence the importance of our study, which involves the rehabilitation of provincial road No. 34 (CW34) over 4 km in the municipality of **LARDJEM** using the Autopiste software between MELAAB and the provincial boundary with TIARET.

This thesis consists of two main parts:

- The first part involves reconstructing the existing axis while highlighting the elements that do not comply with regulatory technical standards.
- The second part involves performing the necessary calculations for the rehabilitation of our route, endowing it with the technical characteristics of a provincial road

**Keywords : Infrastructure, Rehabilitation, Wilaya road**

## ملخص:

المشكلة التي تشكل أساس المشاريع البنية التحتية للطرق غالبا ما ترتبط بعدم كفاية الشبكة الحالية بسبب التثبيح ، لذلك من الضروري ،فهم هذه المشكلة جيدا ، لتحديد معالمها ، ثم اقتراح حلول لها وهذا ما يدفعنا إلى إجراء دراسات تقنية ومن هنا تبرز أهمية دراستنا ، التي تتعلق بإعادة تأهيل طريق الولاية رقم 34 على مسافة 4 كيلومترا من بلدية لارجام والملعب وحدود ولاية تيارت باستخدام برنامج اوتبيست

يتكون البحث من جزئين رئيسيين:

الجزء الأول يتعلق بإعادة بناء المحور الحالي مع إبراز العناصر التي لا تتوافق مع المعايير التقنية والتنظيمية

الجزء الثاني يتعلق بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة تأهيل مسارنا وتجهيزه بخصائص تقنية لطريق تيارت

كلمات مفتاحية : البنية التحتية ، إعادة تأهيل ، طريق الولاية

# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>IV</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTE D'ABREVIATION .....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>02</b>

## **CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET**

<b>I.1. Introduction.....</b>	<b>05</b>
<b>I.2. Présentation du projet.....</b>	<b>05</b>
<b>I.3. Plan de situation .....</b>	<b>05</b>
<b>I.3.1. Présentation de la wilaya de TISSEMSILT .....</b>	<b>06</b>
<b>I.4. Objectifs.....</b>	<b>08</b>

## **CHAPITRE II : ETUDE CINEMATIQUE**

<b>II.1. Introduction .....</b>	<b>10</b>
<b>II.2. Catégorie de la route.....</b>	<b>10</b>
<b>II.3. Environnement de la route .....</b>	<b>10</b>
<b>II.3.1. Dénivelée cumulée moyenne .....</b>	<b>10</b>
<b>II.3.2. La sinuosité .....</b>	<b>11</b>
<b>II.3.3. Application au projet pour la détermination de l'environnement .....</b>	<b>12</b>
<b>II.4. Vitesse de référence .....</b>	<b>13</b>
<b>II.4.1. Le choix de la vitesse de référence.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5. Distance de freinage.....</b>	<b>14</b>
<b>II.6. Temps perception réaction .....</b>	<b>15</b>
<b>II.7. Distance d'arrêt .....</b>	<b>16</b>
<b>II.7.1. En alignement droit .....</b>	<b>17</b>
<b>II.7.2. En courbe .....</b>	<b>17</b>
<b>II.8. Distance de sécurité entre deux véhicules .....</b>	<b>17</b>
<b>II.9. Distance de dépassement .....</b>	<b>18</b>

<b>II.10. Distances de visibilité dépassement et manœuvre de dépassement.....</b>	<b>19</b>
---	-----------

## CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

<b>III.1. INTRODUCTION.....</b>	<b>22</b>
<b>III.1. TRACE EN PLAN .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.1. Définition .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.3. Les éléments du tracé en plan .....</b>	<b>23</b>
<b>III.1.3.1. Les alignements droits.....</b>	<b>23</b>
<b>III.1.3.2. Raccordements en arc de cercle.....</b>	<b>24</b>
<b>III.1.4. Règles pour l'utilisation des rayons en plan .....</b>	<b>27</b>
<b>III.1.5. Combinaison des éléments du tracé en plan.....</b>	<b>28</b>
<b>III.1.6. Application au projet .....</b>	<b>29</b>
<b>III.2. PROFIL EN LONG .....</b>	<b>30</b>
<b>III.2.1. Définition .....</b>	<b>30</b>
<b>III.2.2. Règles à respecter dans le profil en long.....</b>	<b>30</b>
<b>III.2.3. Déclivités.....</b>	<b>31</b>
<b>III.2.3.1. Déclivité minimum .....</b>	<b>31</b>
<b>III.2.3.2. Déclivité maximum.....</b>	<b>31</b>
<b>III.2.4. Raccordement en plan vertical .....</b>	<b>32</b>
<b>III.2.4.1. Raccordements convexes (angle saillant).....</b>	<b>32</b>
<b>III.2.4.2. Raccordements concaves (angle rentrant).....</b>	<b>33</b>
<b>III.2.5. Application au projet .....</b>	<b>34</b>
<b>III.2.6. Coordination du tracé en plan et profil en long .....</b>	<b>35</b>
<b>III.3. PROFIL EN TRAVERS .....</b>	<b>36</b>
<b>III.3.1. Définition du profil en travers .....</b>	<b>36</b>
<b>III.3.2. Différents types de profil en travers .....</b>	<b>37</b>
<b>III.3.3. Les éléments de composition du profil en travers .....</b>	<b>37</b>
<b>III.3.4. Application au projet .....</b>	<b>40</b>

## CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

<b>IV.1. Introduction.....</b>	<b>41</b>
<b>IV.2. La constitution d'une chaussée .....</b>	<b>41</b>
<b>IV.3. La chaussée .....</b>	<b>42</b>
<b>IV.3.1. Définition .....</b>	<b>42</b>
<b>IV.3.2. Les différents types de chaussées .....</b>	<b>42</b>
<b>IV.3.2.1. Chaussée souple .....</b>	<b>43</b>
<b>IV.3.2.2. Chaussée semi-rigide .....</b>	<b>44</b>
<b>IV.3.2.3. Chaussée rigide .....</b>	<b>45</b>
<b>IV.4. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée .....</b>	<b>46</b>
<b>IV.4.1. Trafic .....</b>	<b>46</b>
<b>IV.4.2. Le climat et l'environnement .....</b>	<b>46</b>
<b>IV.4.3. Le sol support .....</b>	<b>46</b>
<b>IV.4.4 Les matériaux .....</b>	<b>47</b>
<b>IV.5. Les principales méthodes de dimensionnement .....</b>	<b>47</b>
<b>IV.5.1. Méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio) .....</b>	<b>47</b>
<b>IV.5.2. Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....</b>	<b>48</b>
<b>IV.5.3. Méthode de catalogue des structures de chaussées neuves .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.5.4. Amélioration de la portance du sol support .....</b>	<b>50</b>
<b>IV.6. Application au projet.....</b>	<b>51</b>

## CHAPITRE V : CALCUL DE CUBATURE (Terrassement)

<b>V.1. Introduction .....</b>	<b>54</b>
<b>V.2. Définition.....</b>	<b>54</b>
<b>V.3. Cubatures des terrassements .....</b>	<b>54</b>
<b>V.4. Méthode utilisée .....</b>	<b>54</b>
<b>V.4.1. Description de la méthode .....</b>	<b>54</b>
<b>V.4.2. Méthode classique .....</b>	<b>56</b>
<b>V.4.3. Méthode de Gulden.....</b>	<b>56</b>
<b>V.4.4. Méthode linéaire .....</b>	<b>57</b>
<b>V.4.5. Application .....</b>	<b>57</b>

---

V.5. Implantation de l'axe .....	57
----------------------------------	----

## CHAPITRE VI : ASSAINISSEMENT ROUTIER

VI.1. Introduction.....	60
VI.2. Objectif de l'assainissement .....	60
VI.3. Assainissement de la chaussée.....	61
VI.4. Définitions de termes hydrauliques .....	62
VI.5. Ouvrages hydrauliques proposés .....	63

## CHAPITRE VII : SIGNALISATION (Verticale et Horizontale)

VII.1. Introduction .....	67
VII.2. Objectifs de la signalisation routière .....	67
VII.3. Règles à respecter de la signalisation routière .....	67
VII.4. Types de signalisation .....	67
VII.4.1. Signalisation verticale .....	67
VII.4.2. Signalisation horizontale.....	70
VII.5. La largeur des lignes .....	73
<b>DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>XV</b>
<b>ANNEXES 1 .....</b>	<b>XXII</b>
<b>ANNEXES 2 .....</b>	<b>XXVI</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau II.1 : Classification de type de relief .....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau II.2 : Environnement de la route .....</b>	<b>12</b>
<b>Tableau II.3 : Vitesse de référence.....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau II.4 : FL en fonction de l'état de la chaussée et des pneus .....</b>	<b>15</b>
<b>Tableau II.5 : Coefficient de frottement longitudinal en fonction de vitesse.....</b>	<b>15</b>
<b>Tableau II.6 : Distances de visibilité de dépassement et manœuvre de dépassement</b>	<b>20</b>
<b>Tableau III.1 : Coefficient de frottement transversal .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau III.2 : Rayons en plan et dévers associés .....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau III.3 : Déclivité maximum .....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau IV.1 : Classe de portance des sols <math>S_i</math> .....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau IV.2 : Coefficients d'équivalence de matériaux .....</b>	<b>48</b>
<b>Tableau IV.3 : Déterminant la classe du trafic.....</b>	<b>50</b>
<b>Tableau IV.4 : Classe du sol en fonction de l'indice CBR .....</b>	<b>50</b>
<b>Tableau IV.5: Choix de la couche de forme .....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau IV.6 : Épaisseurs des couches .....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau V.1 Tableau récapitulatif .....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau VI.1 : L'emplacement des ouvrages prolonger .....</b>	<b>63</b>
<b>Tableau VII.1 : Modulation des lignes discontinue .....</b>	<b>71</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Plan de situation.....	06
Figure I.2: Réseau routier de la wilaya Tissemsilt .....	07
Figure II.1 : Dénivelée cumulée .....	11
Figure II.2 : Sinuosité.....	12
Figure II.3 : Distance de freinage sur le plan incliné .....	14
Figure II.4 : La distance d'arrêt .....	16
Figure II.5 : Distance de sécurité entre deux véhicules .....	18
Figure II.6 : Distance de dépassement .....	18
Figure III.1 : Les éléments du tracé en plan.....	23
Figure III.2 : Stabilité en courbe.....	25
Figure III.4 : Courbe en S.....	28
Figure III.5 : Courbe à sommet .....	28
Figure III.6 : Courbe ovale.....	29
Figure III.7 : Courbe en C .....	29
Figure III.8 : Un extrait du tracé en plan d'une variante retenue.....	30
Figure III.9 : Visibilité au sommet.....	33
Figure III.10 : Un extrait du profil en long de la variante retenue.....	34
Figure III.11 : Angle saillant .....	35
Figure III.12 : Angle rentrant .....	36
Figure III.13 : Les éléments constitutifs du profil en travers .....	37
Figure III.14 : Le profil en travers courant mixte (déblai / remblai) .....	40
Figure III.15 : Le profil en travers courant en remblai .....	41
Figure III.16 : Le profil en travers courant en déblai .....	42
Figure IV.1 : La constitution d'une chaussée .....	42
Figure IV.2 : La chaussée souple .....	44
Figure IV.3 : Chaussée semi-rigides .....	44
Figure IV.4 : Chaussée rigides .....	45
Figure IV.5: Types de chaussée.....	45
Figure IV.6 : Organigramme de la méthode .....	49
Figure IV.7: La structure de chaussée.....	52
Figure V.1 : Schéma explicatif de la formule des trois niveaux.....	55

<b>Figure V.2 : Profil adopté pour tracé en long.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure V.3: Méthode de Gulden.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure VI.1 : L'emplacement des ouvrages d'assainissement.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure VI.2 : L'ouvrage busé.....</b>	<b>65</b>
<b>Figure VII.1 : Les signaux de danger .....</b>	<b>68</b>
<b>Figure VII.2: Signaux d'interdiction .....</b>	<b>68</b>
<b>Figure VII.3: Signaux d'obligation .....</b>	<b>68</b>
<b>Figure VII.4: Signaux à simple indication.....</b>	<b>69</b>
<b>Figure VII.5: Signaux de direction .....</b>	<b>69</b>
<b>Figure VII.6: Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement .....</b>	<b>70</b>
<b>Figure VII.7 : Ligne discontinue.....</b>	<b>71</b>
<b>Figure VII.8 : Types de modulation.....</b>	<b>72</b>
<b>Figure VII.9 : Ligne mixte.....</b>	<b>72</b>
<b>Figure VII.10 : Les lignes transversales.....</b>	<b>73</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

RN : Route Nationale

CW : Chemin de Wilaya

CC : Chemin communal

B40 : Normes techniques d'aménagement routier Algérien

$f_L$  : Coefficient de frottement longitudinal

$f_t$  : Coefficient de frottement transversal

$R_{hm}$  : Rayon minimal absolu

$R_{hn}$  : Rayon minimal normal

$R_{hd}$  : Rayon au dévers minimal

$R_{hnd}$  : Rayon minimal non déversé

$\Delta d$  : Variation des dévers

$I_{max}$  : Déclivité maximum

$I_{min}$  : Déclivité minimum

$R_{vmin}$  : Rayon vertical minimal

$d_0$  : Distance d'arrêt

$d_f$  : Distance de freinage

T.P.C : Terre-plein central

B.A.U : Bande d'arrêt d'urgence

B.D.G : Bande dérasée de gauche

TN : Terrain naturel

TP : Tracé en plan

PL : Profil en long

BB : Béton bitumineux

GT : Grave traité

GNT : Grave non traité

GC : Grave concassé

TJMA : Trafic journalier moyen annuel

TPL : Trafic poids lourd

$\tau$  : Taux d'accroissement annuel

PL : Poids lourd

CBR : California Bearing Ratio

I<sub>CBR</sub> : Indice CBR

e : épaisseur équivalente

PK : Point kilométrique

U : unitaire

P.U : Prix unitaire

H.T : Hors taxe

TVA : Taxe à valeur ajouter

T.T.C : Toutes taxes comprises

CTTP : Contrôle technique de travaux publics

# *INTRODUCTION GENERALE*

## INTRODUCTION GENERALE

Pour achever notre formation, à la fin du cursus universitaire, notre établissement dans son programme du second semestre de dernière année de master nous propose un projet de fin d'étude s'étendant sur une durée de six (06) mois.

L'objectif de ce projet de fin d'études est de :

- Compléter et améliorer nos connaissances théoriques acquises durant notre cycle de formation ;
- Faire face aux différentes contraintes du terrain et d'apporter des solutions techniques ;
- Savoir les missions et les responsabilités d'un concepteur en génie civil et travaux publics.

En vue de présenter un travail digne de ce nom le concepteur en génie civil et travaux publics est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire d'observations ; de remarques. La complexité du travail du concepteur est d'optimiser la structure son travail de façon à obtenir le maximum de qualité et de durabilité au moindre coût.

C'est dans ce cadre que Mr ABADA Ghanem et sous sa direction, nous a proposé un projet de fin d'étude intitulé : « **Étude technique de réhabilitation du chemin de wilaya N°34 (CW34) entre MELAAB et limite de Wilaya avec TIARET sur 4 km à l'aide du logiciel autopiste** ».

Ainsi notre étude s'inscrit dans la stratégie du développement du secteur des transports; à travers une configuration future du réseau routier et autoroutier élaboré par le gouvernement algérien dans sa perspective de développement.

Afin de mener à bien cette tâche notre travail comportera une introduction générale, sept chapitres puis nous avons établi un devis quantitatif et estimatif afin d'avoir une idée du coût global de la réalisation de notre projet et une conclusion générale.

Chapitre I : Présentation de la Wilaya de Tissemsilt en général et notre projet en particulier.

Chapitre II : Une étude cinématique

Chapitre III : Une étude géométrique qui constitue le tracé en plan ; le profil en long et les profils en travers afin de déterminer les meilleures conditions à substituer au relief difficile du terrain naturel.

Chapitre IV : Dimensionnement du corps de chaussée par différentes méthodes dont la méthode CBR qui est la plus utilisée en Algérie.

Chapitre V : Cubature des terrassements qui est une étape importante pour bien évaluer les quantités des terres et mieux les gérer lors de la mise en œuvre de notre projet et consacré au choix de la variante à retenir parmi celles étudiées et son implantation.

Chapitre VI : Conception et dimensionnement des ouvrages d'assainissements.

Chapitre VII : Signalisation routière qui joue un rôle important dans la sécurité routière.

*CHAPITRE I*

*PRESENTATION DU PROJET*

## CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

### I.1.Introduction

Au sens littéral la route est une voie terrestre aménagée pour la circulation des véhicules, ce terme s'applique plutôt aux voies situées en rase campagne comme la nôtre. Elle est l'une des voies de communication la plus utilisée au monde, elle permet de relier tous les points d'un territoire. Elle est un axe de communication nécessaire au développement économique et social d'un pays, car elle permet le transport de marchandises, le déplacement des personnes et contribue à l'occupation du territoire ainsi qu'à l'exploitation des ressources.

La route est également définie comme une vaste plate-forme bien dégagée comportant deux ou plusieurs voies, devant résister aux efforts statique et dynamiques des véhicules (légers, lourds) et dont les caractéristiques géométriques correspondant à une réglementation et normes bien définies.

En Algérie, le système de transport terrestre (particulièrement routier), supporte plus de 90 % du volume de transport de marchandises et de voyageurs. Il représente par conséquent un élément fondamental dans le processus de développement du pays, qu'il s'agisse de besoins sociaux (désenclavement) ou économiques (desserte de pôles économiques, administratifs ou industriels).

Les programmes routiers mis en œuvre ces dernières années reflètent la volonté de l'état de disposer et de mettre au service de l'économie nationale et du citoyen, un réseau routier capable de satisfaire à la demande en transport routier de plus en plus croissante (augmentation de la motorisation), et aussi d'améliorer les conditions de sécurité sur les routes algériennes.

D'où l'importance de **l'étude technique de réhabilitation du chemin de wilaya N°34 (CW34) entre MELAAB et limite de Wilaya avec TIARET sur 4 km.**

### I.2.Présentation du projet

Notre projet est situé dans la commune de MELAAB wilaya de Tissemsilt et s'étend sur 4.4 km.

Le projet est classé en catégorie3, son relief est très accidenté avec une vitesse de base de 80Km/h.

### I.3.Plan de situation

Notre projet comme son intitulé l'indique se trouve dans la wilaya de Tissemsilt commune de MELAAB avec la limite de Wilaya de TIARET (**Figure I.1**)

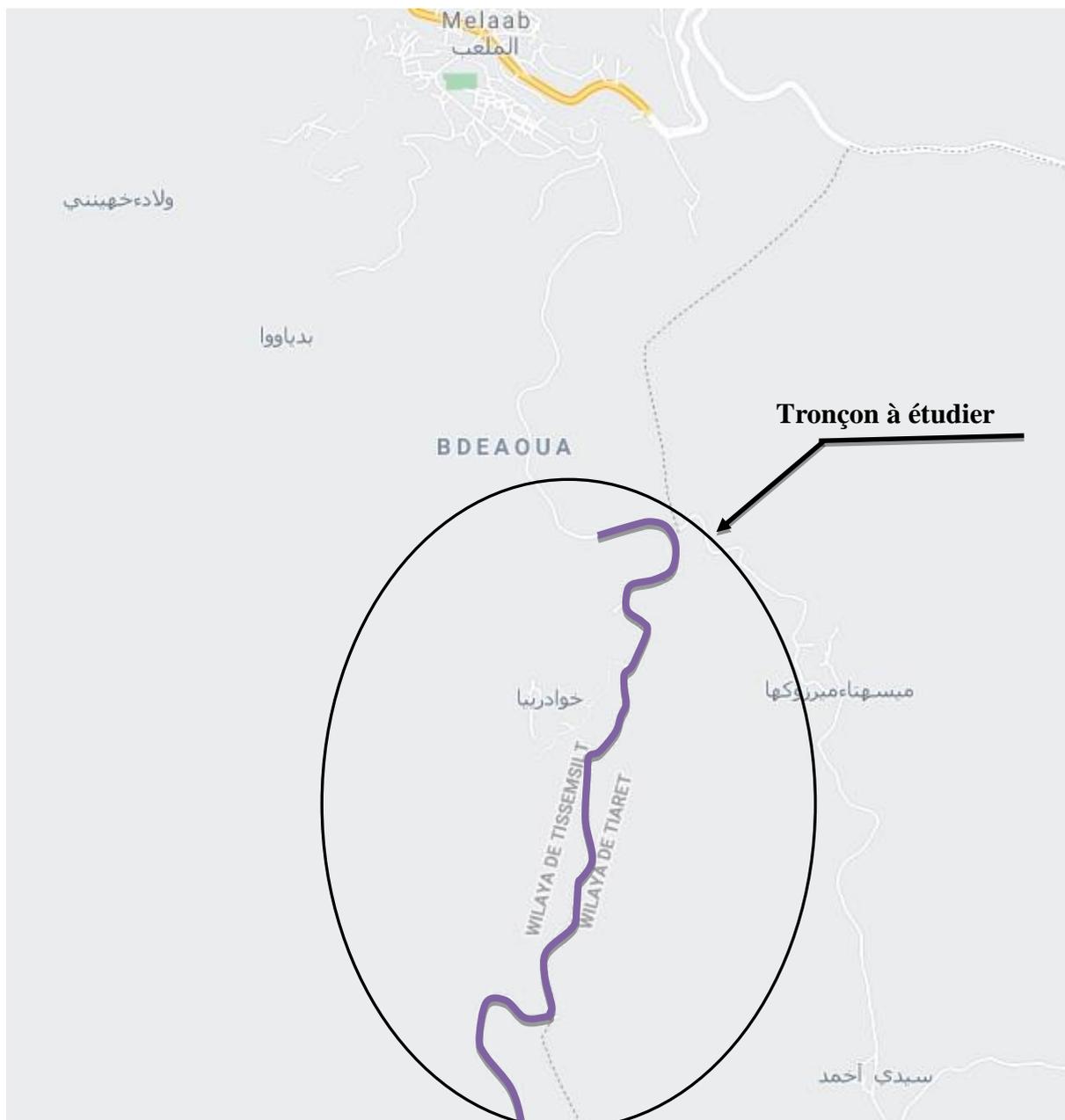


Figure I.1 : Plan de situation

### I.3.1 : Présentation de la wilaya de TISSEMSILT

Situé à l'ouest du pays, la wilaya de TISSEMSILT s'étend sur une superficie de 3 152 km<sup>2</sup>, elle compte une population de 311 347 habitants, regroupés au sein de 08 daïra qui sont formés par 22 communes.

La wilaya de TISSEMSILT est limitée par les wilayas de :

- CHLEF et AIN DEFLA au Nord
- TIARET et DJELFA au Sud
- RELIZANE à l'Ouest

- MÉDIA à l'Est.

➤ **Relief**

Le relief est fortement accidenté au Nord de la wilaya où les zones de montagnes occupent près de 65 % du territoire. Les pentes sont généralement supérieures à 25%.

Le reste du territoire de la wilaya est constitué par des zones de piémonts et une plaine de configuration plus ou moins accidentée, l'altitude varie de 900m–1500m.

La wilaya abrite le Parc national de ThenietEl-Haâd, connu par sa forêt de cèdres, le domaine forestier couvre 20% du territoire de la wilaya.

➤ **Climat**

La wilaya est caractérisée par un climat continental sec est froid en hiver et chaud en été. Il est de type semi-aride dans le Sud et le Centre, est sub-humide dans le massif de l'Ouarsenis. La pluviométrie varie entre 400 et 500 mm/an et la température entre 8° et 40°.

➤ **Infrastructures routières**

Le réseau routier de la wilaya de Tissemsilt compte un linéaire total de 1753 Km, répartis-en :

- 215 Km de routes nationales (RN).
- 500 Km de chemins de Wilayas (CW).
- 1038 Km de chemins communaux (CC).

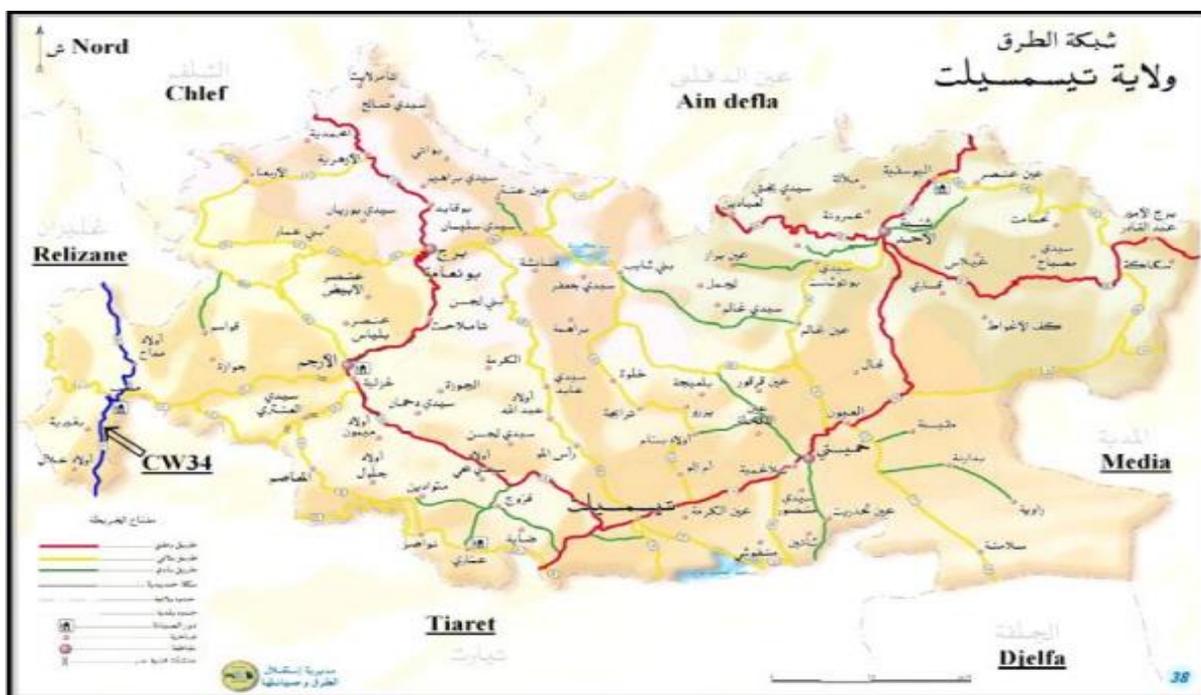


Figure I.2 : Réseau routier de la wilaya de Tissemsilt

Par sa position, le réseau routier occupe une place stratégique dans la structure de communication entre l'Ouest et l'Est, le Nord et les Hauts plateaux.

#### **I.4.Objectifs**

Ce projet de réhabilitation du chemin de wilaya CW34 a pour objectif de doter cette route des caractéristiques techniques d'un chemin de wilaya. Cela se concrétise moyennant les actions suivantes:

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Réduire le nombre d'accidents au niveau du CW34.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les rectifications des virages.
- Le renforcement de la chaussée par un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

*CHAPITRE II*  
*ETUDE CINEMATIQUE*

## CHAPITRE II : ETUDE CINEMATIQUE

### II.1. Introduction

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

### II.2. Catégorie de la route

Les routes algériennes sont classées en cinq (5) catégories correspondant au finalité économique et administrative de l'itinéraire selon B40 (norme technique d'aménagement routier algérien).

Les cinq catégories de la route sont :

**Catégorie 1 :** Les liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industries lourdes considérés deux à deux et les liaisons de rabattement de centres d'industrie de transformation vers le réseau de base.

**Catégorie 2 :** Liaisons de pôles d'industrie de transformation entre eux et liaison de raccordement de pôles d'industrie légère diversifiées avec le réseau précédent.

**Catégorie 3 :** Liaisons des chefs-lieux de daïra et les chefs-lieux de wilaya non desservis par le réseau précédent avec le réseau de catégorie 1 et catégorie 2.

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

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

### II.3. Environnement de la route

Trois classes d'environnement (E1, E2, E3) ont été proposées dans le rapport B40 sur les coûts d'aménagement et d'entretien. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- **Dénivelée cumulée moyenne au kilomètre :**  $(\frac{H}{L})$
- **La sinuosité :**  $\sigma$

#### II.3.1. Dénivelée cumulée moyenne

C'est la somme des dénivelées cumulées le long de l'itinéraire existant rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief (**Figure II.1**).

$$\text{Relief} = \frac{\sum Hi}{\sum Li} = \frac{\sum \text{dénivelées}}{\text{longueur développée}} = \frac{H}{L}$$

Le terrain peut être :

- Terrain plat  $\frac{H}{L} \leq 1,5\%$  ;
- Terrain vallonné  $1,5\% \leq \frac{H}{L} \leq 4\%$  ;
- Terrain montagneux  $\frac{H}{L} \geq 4\%$ .

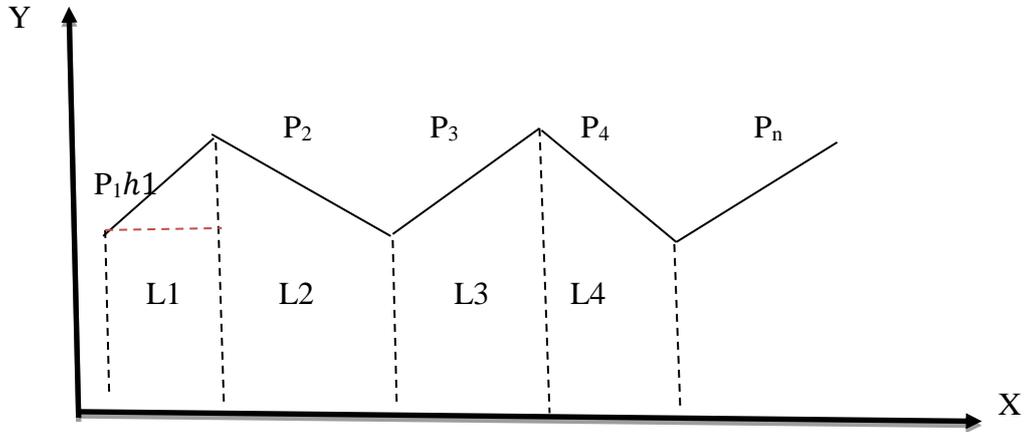


Figure II.1 : Définition de la dénivelée cumulée

Tableau II.1 : Classification de type de relief

Type	Classification	Indicateur
1	Plat	$\frac{h}{L} \leq 1,5\%$
2	Plat inondable	$\frac{h}{L} \leq 1,5\%$
3	Accidenté (vallonné)	$1,5 < \frac{h}{L} \leq 4\%$
4	Montagneux	$\frac{h}{L} > 4\%$

### II.3.2. La sinuosité

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

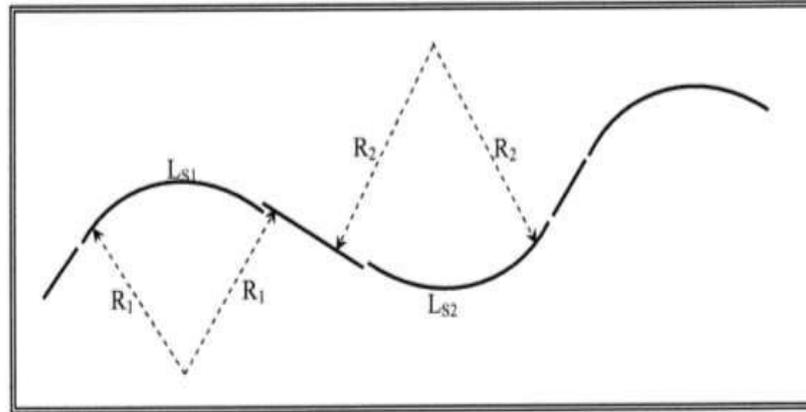
$$\sigma = \frac{L_s}{L_t}$$

Avec :

$L_s$  : longueur sinueuse ;

$L_t$  : longueur totale.

La longueur sinueuse  $L_s$  est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m (ce qui correspond au rayon minimum normal pour une vitesse d'environ 60 km/h) selon la norme B40 (**Figure II.2**).



**Figure II.2** : Définition de la Sinuosité d'une route

Si :

$\sigma \leq 0,1$  → Sinuosité faible ;

$0,1 \leq \sigma \leq 0,3$  → Sinuosité moyenne ;

$\sigma \geq 0,3$  → Sinuosité forte.

En fonction des valeurs du relief et de sinuosité telle que défini ci-dessus, les classes d'environnement sont données par le tableau suivant (**Tableau II.2**):

**Tableau II.2** : Les classes d'environnement de la route

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

### II.3.3. Application au projet pour la détermination de l'environnement

Pour notre projet on a :

➤ Pour le relief :

$$\frac{\text{Altitude maximale} - \text{Altitude minimale}}{\text{Longueur}} = \frac{\Delta h}{L}$$

$$\frac{978,911 - 847,759}{4403,134} \times 100 = 2,97 \% \text{ Ce qui conduit à un terrain accidenté (vallonné)}$$

➤ Pour la sinuosité :

$$\sigma = \frac{L_s}{L_t} = \frac{1805,5}{4403,134} = 0,41 ; \text{ Ce qui conduit à une sinuosité forte.}$$

De ces résultats, on déduit que notre route est de classe d'environnement **E3**.

#### II.4. Vitesse de référence

Elle permet conventionnellement de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points particuliers d'une route.

Les points particuliers d'une route sont ceux de caractéristiques géométriques les plus contraignantes pour les usagers.

Le respect des conditions liés à cette vitesse permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route et par la même le confort et la sécurité de la conduite.

En repérant la caractéristique minimale qu'offre la route en des points particuliers, la vitesse de référence domine le coût des travaux pour ce qui est du tracé.

Le choix des valeurs de la vitesse de référence au sein d'une catégorie sociaux économique donnée est un compromis entre les éléments suivants :

➤ **Le désir** de doter l'itinéraire des caractéristiques aussi large que possible, permettant à l'utilisateur de circuler rapidement et dans d'excellence condition de confort et de sécurité c'est-à-dire lui conférant un niveau de service aussi satisfaisant que possible.

➤ **Le souci** : Le souci de limiter l'investissement compte tenu des ressources du pays. Ainsi la détermination des valeurs pour la vitesse de référence ne peut donc résulter qu'un des calculs économiques comparant les avantages apportés aux usagers et les investissement consentis.

##### II.4.1. Le choix de la vitesse de référence ( $V_r$ )

La connaissance de choix de la vitesse de référence dépend de la catégorie et l'environnement de la route.

Les valeurs de la vitesse de référence sont classées en fonction de la catégorie et de l'environnement selon **B40** dans le tableau ci-dessous (**Tableau II.3**) :

**Tableau II.3** : Choix de la vitesse de référence

ENV. CAT	E1	E2	E3
1	120/100/80	100/80/60	80/60/40
2	120/100/80	100/80/60	80/60/40
3	120/100/80	100/80/60	80/60/40
4	100/80/60	80/60	60/40
5	80/60/40	60/40	40

Nous sommes dans un environnement **E3** et de catégorie 3 (**Cat 3**), donc la vitesse de référence choisie dans notre projet est :  **$V_r = 80 \text{ km/h}$** .

### II.5.Distance de freinage

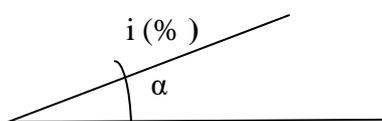
La distance de freinage  **$d_f$**  est la distance parcourue pendant l'action de freinage, le véhicule passe durant cette distance d'une vitesse  **$V$**  à une vitesse nulle ( $V = 0$ ).

La distance de freinage  **$d_f$**  varie en fonction de la pente longitudinale de la chaussée.

Dans le plan horizontal la formule de la distance de freinage est :

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{V^2}{f_l}$$

Dans le cas de pente ou rampe la formule de la distance de freinage est (**Figure II.3**) :



**Figure II.3** : Distance de freinage sur le plan incliné

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{V^2}{f_l \pm \sin \alpha}$$

Si  $i$  exprime la tangente  $\alpha$  de et puisque  $\alpha$  est petit dans le cas des routes ( $\sin \alpha = \text{tg } \alpha \approx i$ )

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{V^2}{f_l \pm i}$$

**$d_f$**  : la distance de freinage s'exprime en **m**

**$v$**  : la vitesse de référence s'exprime en **km/h**

**$i$**  : la déclivité (pente ou rampe) en %

**$f_L$** ,  **$\alpha$**  : le coefficient de frottement longitudinal et angle d'inclinaison

**Remarque** : Le coefficient  $f_L(v)$  varie avec l'état de pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule (**Tableau II.4,5**).

**Tableau II.4** :  $f_L$  en fonction de l'état de la chaussée et des pneus

État de la chaussée et des pneus	$f_L$
Chaussée sèche, pneus en bon état	0,8 à 0,9
Chaussée mouillée, pneus en bon état	0,6 à 0,8
Chaussée mouillée, pneus en moyen état	0,3 à 0,4
Chaussée mouillée, pneus usés	0,1 à 0,2
Verglas, boue, etc.	0,05 à 0,1

Le tableau (Tableau II.5) donne le coefficient longitudinal en fonction des vitesses et des catégories

**Tableau II.5 : Coefficient de frottement longitudinal en fonction de la vitesse**

<b>V (km/h)</b>	40	60	80	100	120	140
<b>Catégories 1-2</b>	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30
<b>Catégories 3-4-5</b>	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	/

### **II.6. Temps perception réaction**

Le temps de perception- réaction est le temps nécessaire au conducteur pour prendre en toute situation les mesures nécessaires à sa sécurité ; sa durée est conditionnée par les caractéristiques du conducteur et du véhicule. Les temps de perception-réaction interviennent pour :

- Le freinage ;
- Le dépassement ;
- L'observation de la signalisation.

Selon les catégories et l'environnement dans B40, le temps perception-réaction est :

Catégories 1-2, Environnement (E1) et (E2) :

**T = 1,8 s**                    **pour V > 80 km/h**

**T = 2 s**                      **pour V ≤ 80 km/h**

Catégories 1-2, Environnement (E3)

**T = 1,8 s**                    **quelle que soit V**

Catégories 3-4-5 :

**T = 1,8 s**                    **pour V > 60 km/h**

**T = 2 s**                      **pour V ≤ 60 km/h**

La moyenne de réaction est de 0,9 s mais en pratique on prend toujours :

**T = 2 s**      cas des vitesses (**V ≤ 100 km/h**) conducteur peu concentré

**T = 1,8 s**    cas des vitesses (**V > 100 km/h**) conducteur concentré.

### **La distance de réaction d<sub>θ</sub> :**

C'est la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction est donnée par :

$$d_{\theta} = V \times t$$

$d\theta$  : distance de réaction qui s'exprime en **m**

**V** : la vitesse qui s'exprime en **km/h**

**t** : temps de perception-réaction qui s'exprime en **s**

### II.7. Distance d'arrêt 'da'

C'est la distance minimum nécessaire pour stopper un véhicule se déplaçant à la vitesse de référence avant qu'il n'atteigne un objet placé dans sa trajectoire.

Elle est calculée ou plutôt estimée en tenant compte de la somme des deux distances :

- La distance  $d\theta$  parcourue à partir du moment où l'objet a été aperçu jusqu'au moment où les freins entre en actions.
- La distance  $d_f$  requise pour arrêter le véhicule après avoir mis en action le freinage.

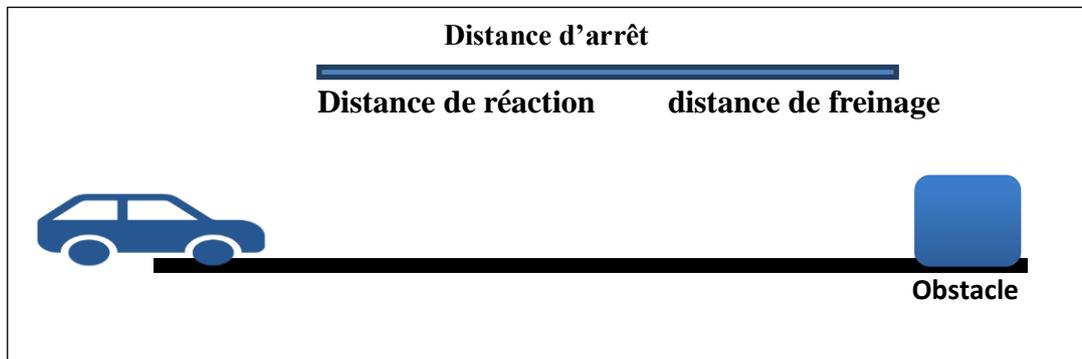


Figure II.4 : La distance d'arrêt

$$d_a = d_f + d\theta$$

$d_a$  : La distance d'arrêt en **m**

$d_f$  : La distance de freinage en **m**

$d\theta$  : La distance de réaction en **m**.

#### II.7.1. En alignement droit

Pour  $V \leq 100$  km/h et quand  $t = 2$ s      alors     $d_a = d_f + (0,55 \times V)$

Pour  $V > 100$  km/h et quand  $t = 1.8$ s      alors     $d_a = d_f + (0,50 \times V)$

#### II.7.2. 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**  $V \leq 100$  km/h et quand  $t = 2$  s

$$d_a = 1,25 \times d_f + (0,55 \times V).$$

**Pour**  $V > 100$  km/h et quand  $t = 1.8$  s

$$d_a = 1,25 \times d_f + (0,50 \times V).$$

### II.8. Distance de sécurité entre deux véhicules

La distance de sécurité **ds** est l'espacement entre les deux véhicules **A** et **B** pour que, si le premier s'arrête après avoir freiné au maximum le second puisse s'arrêter sans risque de collision théoriquement, les deux véhicules roulent à la même vitesse, doivent s'arrêter sur la même distance de freinage et dans le même temps.

L'espacement doit être égale au chemin parcouru par le véhicule **B** pendant le temps **t** de perception -réaction.

$$ds = (V \times t) + L$$

Avec :

L : Longueur moyenne des deux véhicules en **m**

t : Temps de perception-réaction en **s**

V : La vitesse en **km/h**

ds : La distance de sécurité en **m**

Le code de la route impose un signal arrière lumineux déclencher dès la mise en action des freins ce qui correspondant à la circulation en attention concentrée,  $t = \frac{3}{4}$  s ; L=8m

$$ds = \frac{V}{3.6} \times \frac{3}{4} + L = 0.2 \times V + L$$

$$ds \cong \frac{1}{5} \times V + 8 \rightarrow \text{La forme théorique}$$

Pratiquement la distance de sécurité (**ds**) est plus grande parce que lorsque le véhicule (**B**) voit s'allumer le stop de (**A**), il ne sait pas avec quelle intensité (**A**) va freiner et il hésite à freiner.

En se basant sur des expériences :

$$Ds = 8 + 0.2 \times V + 0.003 \times V^2$$

La figure II.5 représente la distance de sécurité entre deux véhicules.

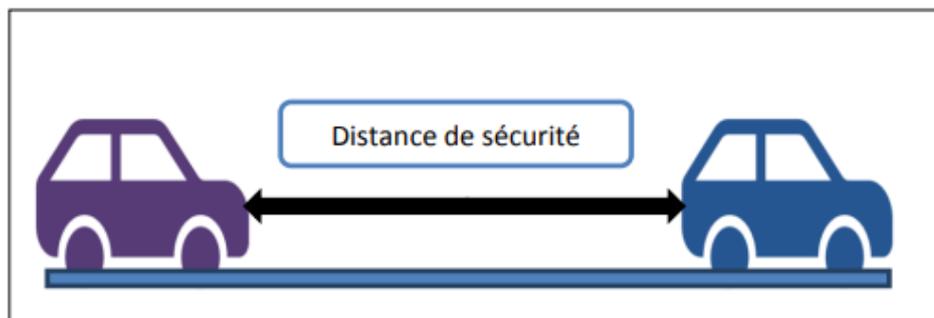


Figure II.5 : Distance de sécurité entre deux véhicules

### II.9. Distance de dépassement

C'est la distance sur laquelle, un véhicule **A** va rouler sur une distance de dépassement

$$d_{dép} = v_1 \times t_{dép}$$

Pendant  $t_{dép}$ , le véhicule **B** va rouler sur une distance  $v_2 \times t_{dép}$ .

la figure II.5 représente la distance de dépassement

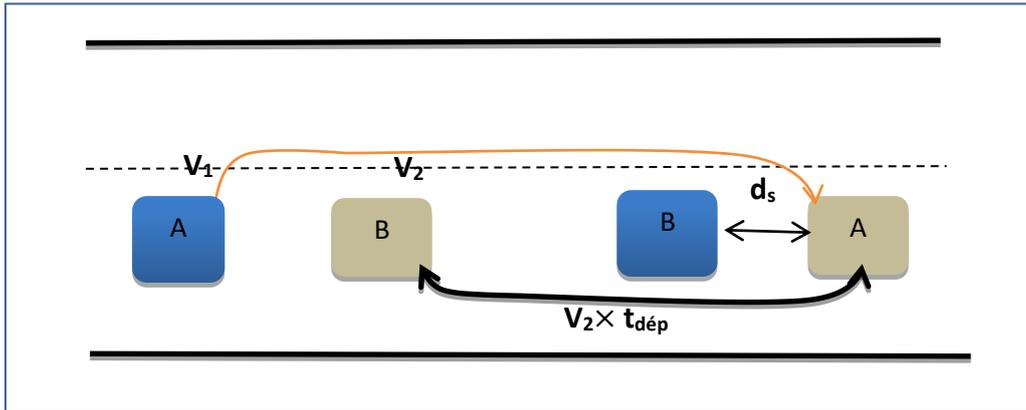


Figure II.6 : Distance de dépassement

Alors d'après le schéma on a :  $v_1 \times t_{dép} = d_s + v_2 \times t_{dép} + d_s$

On va tirer  $t_{dép}$  de l'équation :  $t_{dép} = \frac{2 \times d_s}{v_1 - v_2}$

Donc  $d_{dép} = v_1 \times \frac{2 \times d_s}{v_1 - v_2}$

Alors :

$d_{dép}$  : la distance dépassement en **m**

$t_{dép}$  : le temps de dépassement en **s**

$d_s$  : la distance de sécurité en **m**

$v_1$  et  $v_2$  : les vitesses en **km/h**.

### II.10. Distances de visibilité dépassement et manœuvre de dépassement

Selon la norme **B40**, sur les routes à voie banalisée de dépassement (chaussée bidirectionnelle à 2 ou 3 voies), on considère les distances de visibilité suivantes :

➤ La distance de visibilité de dépassement minimale  $d_m$ , qui est la longueur parcourue pendant environ 15 secondes à la vitesse  $V$  et qui correspond à une manœuvre de dépassement qui dure 7 à 8 secondes, effectuée par des véhicules disposant d'une réserve suffisante de puissance. Elle sert au calcul du rayon en profil en long  $R_{v_m}$ . On adopte :  $d_m$  (m) =  $4 \times V$  (km/h) pour  $V \leq 90$  km/h

Pour  $V = 140 \text{ km/h}$ , on adoptera  $d_m \text{ (m)} = 5 \times V \text{ (km/h)}$ . Le coefficient multiplicateur de  $V$  sera interpolé linéairement pour une vitesse  $V$  comprise entre  $90 \text{ km/h}$  et  $140 \text{ km/h}$ .

➤ La distance de visibilité de dépassement normale  $d_n$ , qui lui est supérieure d'environ 50%, correspondant à une manœuvre courante de dépassement qui dure 11 et 12 secondes. On adopte :  $d_n \text{ (m)} = 6 \times V \text{ (km/h)}$  pour  $V \leq 90 \text{ km/h}$

Pour  $V = 140 \text{ km/h}$ , on adoptera  $d_n \text{ (m)} = 7 \times V \text{ (km/h)}$ . Le coefficient multiplicateur de  $V$  sera interpolé linéairement pour une vitesse  $V$  comprise entre  $90 \text{ km/h}$  et  $140 \text{ km/h}$ .

➤ La distance de visibilité de manœuvre de dépassement  $d_{Md}$ , qui est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule de passant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine. Elle sert au calcul des rayons minimaux en point haut pour les chaussées bidirectionnelles. Elle est évaluée en supposant qu'en début de manœuvre le véhicule dépassant et adverse roulent à la vitesse  $V$ , et que le véhicule dépassé roule à la vitesse  $(V - 15) \text{ km/h}$ .

Sur le **tableau II.6** sont illustrées les distances de visibilité de dépassement et manœuvre de dépassement .

**Tableau II.6** : Distances de visibilité de dépassement et manœuvre de dépassement

<b>V (km/h)</b>	40	60	80	100	120
<b><math>d_m</math> (m)</b>	150	250	325	425	550
<b><math>d_n</math> (m)</b>	250	350	500	625	800
<b><math>d_{Md}</math>(m)</b>	70	120	200	300	425

*CHAPITRE III*  
*ETUDE GEOMETRIQUE*

## CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

### III.1.Introduction

La caractérisation géométrique d'une route peut se définir comme l'ensemble des éléments à satisfaire pour que la liaison routière soit sûre, efficace et confortable.

La route est un concept qui donne une forme précise à une nécessité économique en tenant compte des multiples facteurs humain en ne perdant pas de vue que les véhicules sont soumis à des forces mécaniques inéluctables et évolue constamment, la route doit permettre à un usager normal circulant à une vitesse inférieure ou égale à la vitesse de sécurité choisie, de parcourir son trajet dans des conditions satisfaisantes de sécurité, de confort, de stabilité et d'économie.

L'étude des caractéristiques géométriques de la route est composée de trois éléments essentiels qui sont : le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

### III.1. Trace en Plan

#### III.1.1. Définition

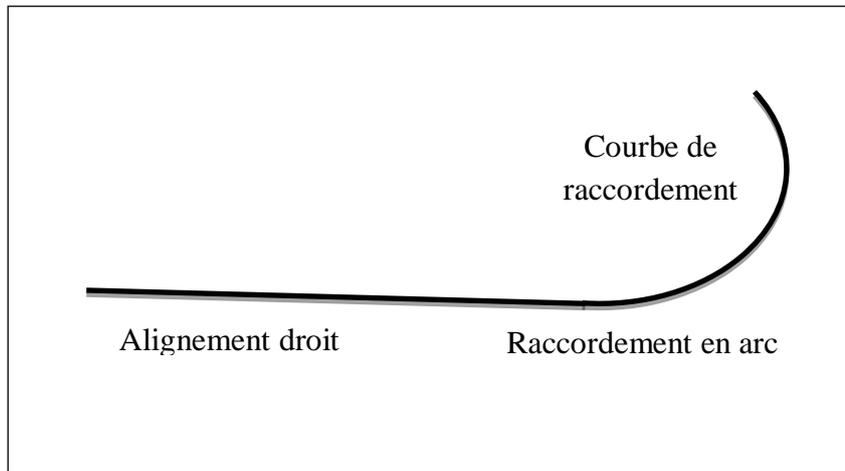
C'est la projection de la route sur un plan horizontal (alignements droits (AD) raccordés par des courbes).

#### III.1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan

- Éviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Éviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si t on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel. Appliquer les normes du B40 si possible.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet. Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si possible. Se raccorder sur les réseaux existants.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si possible.
- Éviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.
- Respecter la longueur minimale entre deux virages de sens contraire en respectant la condition  $L_{min}=5 V_r$ .

### III.1.3. Les éléments du tracé en plan

Nous avons la figure suivante des éléments du tracé en plan (**Figure III.1**) :



**Figure III.1** : Les éléments du tracé en plan

#### III.1.3.1. Les alignements droits

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés. Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine où, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.

Pour donner la possibilité de dépassement. Donc la longueur des alignements dépend de : La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.

Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement. Du rayon de courbure de ces sinuosités

#### Règles concernant la longueur des alignements :

Une longueur minimale d'alignement  $L_{\min}$  devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **cinq (5) secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

La longueur minimale est :

$$L_{\min} = 5 \times V$$

$L_{\min}$  : la longueur minimale est en **m**

$V$  : la vitesse de base est en **m/s**

Une longueur maximale  $L_{\max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante (60) secondes**.

La longueur maximale est :

$$L_{\max} = 60 \times V$$

$L_{\max}$  : la longueur minimale est en **m**

$V$  : la vitesse de base est en **m/s**

### III.1.3.2. Raccordements en arc de cercle

Les raccordements en arc de cercle sont composés en trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

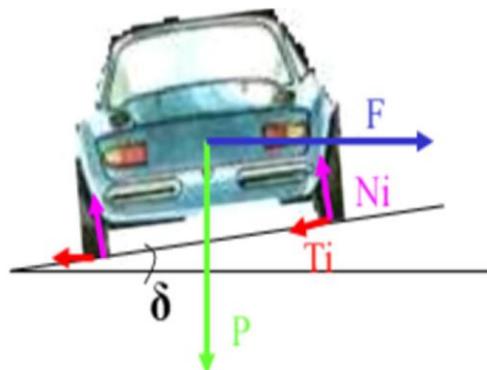
- La stabilité des véhicules ;
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faible rayon ;
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons et augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique **un rayon minimal**.

#### La stabilité d'un véhicule au niveau du virage déversé :

Dans un virage **un** véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente (**Figure III.2**).



**Figure III.2** : Stabilité en courbe

A partir de cette figure :  $R \geq \frac{v^2}{127 \times (ft+d)}$

Pour que le véhicule reste stable sur un virage, il faut que le rayon de raccordement de ce virage soit  $\geq \frac{v^2}{127 \times (ft+d)}$

V : la vitesse de référence en m/s

$f_t$  : coefficient de frottement

R : rayon en plan en m

d : dévers en (%).

**a) Rayon horizontal minimal absolu ( $R_{Hm}$ ) :**

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal :

$$R_{Hm} = \frac{v^2}{127 \times (ft + d_{max})}$$

$R_{Hm}$  : Rayon horizontal minimal absolu en m

$f_t$  : coefficient de frottement transversal

V : vitesse de référence en km/h

$d_{max}$  : dévers maximal en (%)

Sur le **tableau III.1** sont illustrées les valeurs du Coefficient de frottement transversal en fonction de la vitesse et des catégories.

**Tableau III.1** : Coefficient de frottement transversal

V (km/h)	40	60	80	100	120	140
Catégories 1-2	0,20	0,16	0,13	0,11	0,10	0,09
Catégories 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

**b) Rayon minimal normal ( $R_{HN}$ ) :**

rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V de 20km/h de rouler en sécurité.

**c) Rayon au dévers minimal ( $R_{Hd}$ ) :**

$$R_{HN} = \frac{(V+20)^2}{127 \times (ft + d_{max})}$$

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

Dévers associé  $d_{min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$  en catégorie 3 – 4

$$R_{Hd} = \frac{v^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

**d) Rayon minimal non déversé ( $R_{Hnd}$ ) :**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse  $Vr$  une courbe de devers égal à  $d_{min}$  vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

$$R_{Hnd} = \frac{v^2}{127 \times (f'' - d_{min})}$$

Avec :

$f'' = 0.06$  cat 1 et 2

$f'' = 0.07$  cat 3 et 4 E1

$f'' = 0.075$  cat 4 -5 E2 E3

En ce qui concerne notre projet de Réhabilitation de CW34 situé dans l'environnement E3, et classé dans la catégorie C3 avec une vitesse de référence de 80km/h, la B40 recommande les rayons représentés sur le **tableau III.2**:

**Tableau III.2 : Rayons en plan et dévers associés**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Rayon minimal absolu (m)	$R_{Hm}$ (7%)	230
Rayon minimal normal (m)	$R_{Hn}$ (5%)	400
Rayon au dévers minimal (m)	$R_{Hd}$ (3%)	800
Rayon minimal non déversé (m)	$R_{Hnd}$ (-3%)	1200

**e) Visibilité masquée dans une sinuosité**

Un virage d'une route peut être masqué de côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou un foret, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.

$$S = \frac{L^2}{2 \times R}$$

Avec :

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m) ;

R : rayon de l'axe de la route ;

S : Sur largeur théorique.

#### III.1.4. Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Il n'y a aucun rayon inférieur à  $R_{Hm}$ , on utilise autant des valeurs de rayon  $\geq$  à  $R_{HN}$  que possible.

Les rayons compris entre  $R_{Hm}$  et  $R_{Hd}$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{max}$  et  $d(R_{Hm})$ .

Si  $R_{Hm} < R < R_{HN}$  :

$$d = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \times \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Entre  $d(R_{Hn})$  et  $d_{min}$  si  $R_{Hn} < R < R_{Hd}$

$$d = d_{min} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) \times \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hd}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

#### Remarque :

Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont en dévers minimal  $d_{min}$ ;

Les rayons supérieurs à  $R_{Hnd}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage ;

Un rayon  $R_{Hm}$  doit être encadré par des  $R_{Hn}$ .

#### III.1.5. Combinaison des éléments du tracé en plan

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite

➤ **Courbe en S**

C'est une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nul et raccordant de deux arcs de cercle.

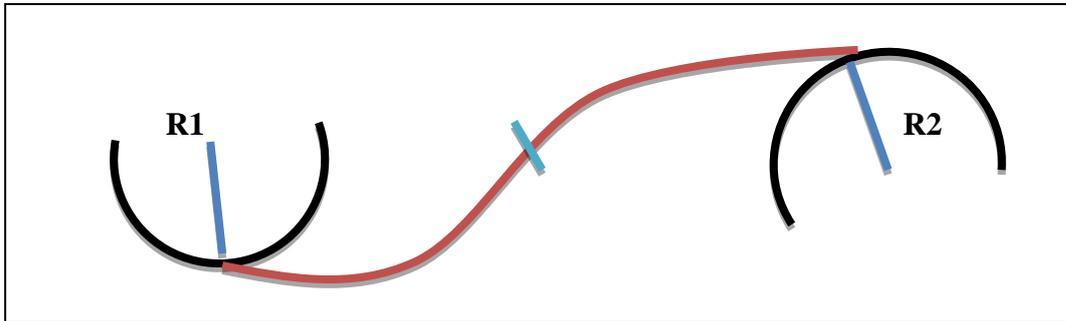


Figure III.4 : Courbe en S

➤ **Courbe à sommet :**

Une courbe constituée de deux arcs Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

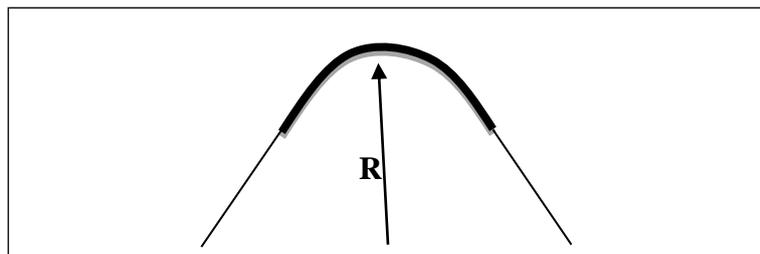


Figure III.5 : Courbe à sommet

➤ **Courbe ovale :**

C'est une courbe formée par un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercle dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

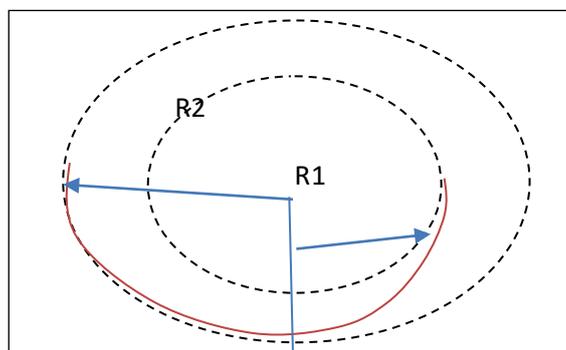


Figure III.6 : Courbe ovale

➤ **Courbe en C**

Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

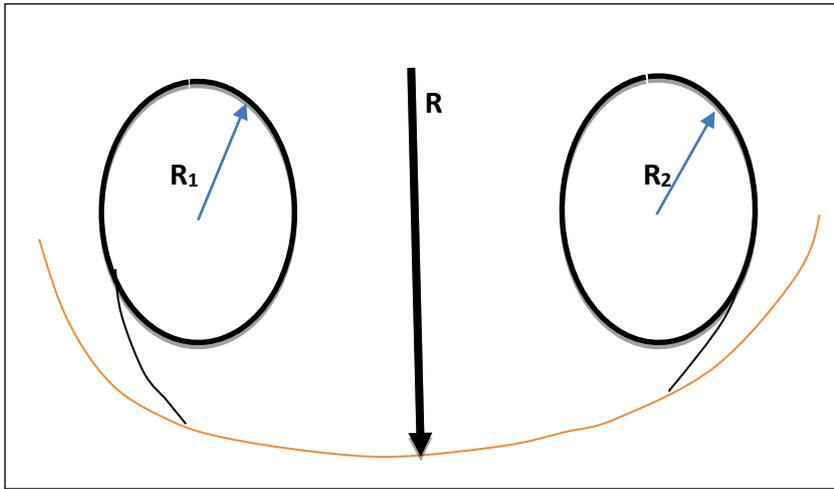


Figure III.7 : Courbe en C

### III.1.6. Application au projet

Dans l'élaboration de notre étude, nous avons utilisé le logiciel Autopiste qui est un logiciel dédié spécialement aux projets linéaires.

Sur la figure **Figure III.8** nous avons représenté un extrait du tracé en plan où on a adopté des rayons conforme à la réglementation en vigueur à savoir les normes techniques d'aménagement des routes en Algérie (B40).

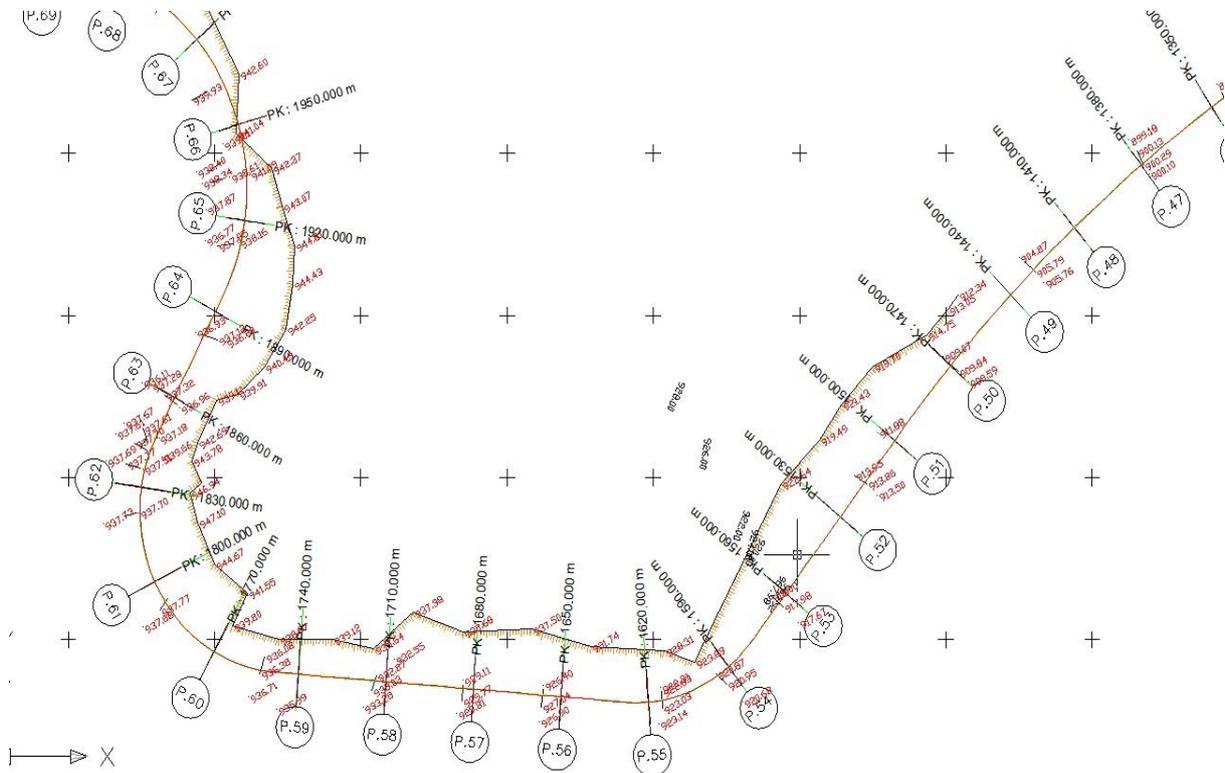


Figure III.8 : Extrait du tracé en plan de la variante retenue

## III.2. PROFIL EN LONG

### III.2.1. Définition

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représenté 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.

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires.

### III.2.2. Règles à respecter dans le profil en long

Les règles à respecter dans le profil en long sont :

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

### III.2.3. Déclivités

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

### III.2.3.1. Déclivité minimum

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

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

### III.2.3.2. Déclivité maximum

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

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

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

Selon le B40 :

Le **tableau III.3** donne la déclivité maximum en fonction de la vitesse de référence selon le B40 :

**Tableau III.3 : Déclivité maximum**

$V_r(\text{km/h})$	40	60	80	100	120	140
$I_{max}(\%)$	8	7	6	5	4	4

Dans notre cas : on a  $V_r = 80 \text{ km/h}$  donc  $I_{max} = 6 \%$

### III.2.4. Raccordement en plan vertical

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types :

#### III.2.4.1. Raccordements convexes (angle saillant)

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

➤ **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 :

$$\frac{g}{40} : \text{pour catégories 1-2} \quad \Rightarrow \quad \frac{V^2}{R_v} \leq \frac{g}{40}$$

$$\frac{g}{30} : \text{pour catégories 3-4-5}$$

Pour  $g = 10 \text{ m/s}$

$$R_{v\min} = \{0,3 \times V^2 \quad \text{pour cat (1-2)} \\ 0,23 \times V^2 \quad \text{pour cat (3-4-5)}\}$$

Dans notre cas :

$$R_{v\min} = 0,23 \times V^2$$

Avec :

$R_{v\min}$  : rayon vertical (m).

$V$  : vitesse référence (km/h)

➤ **Condition de visibilité :**

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

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

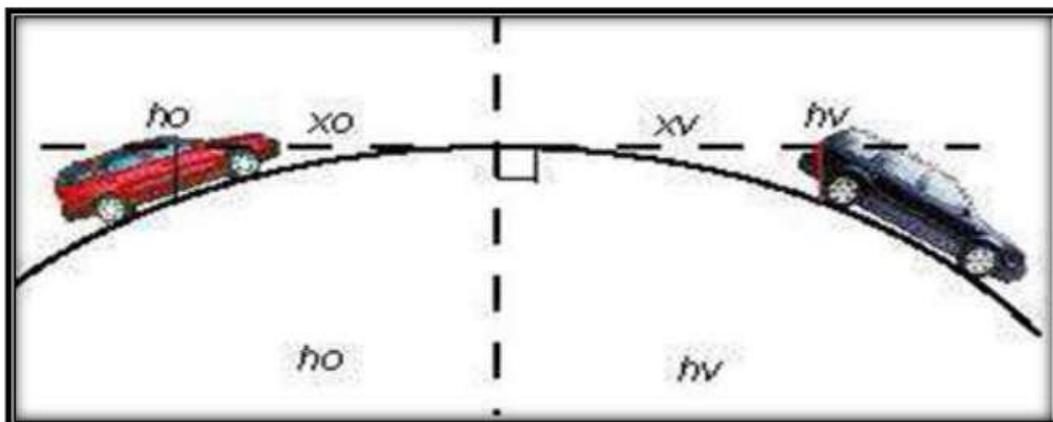


Figure III.9 : Visibilité au sommet

Le rayon de raccordement est donné par l'expression :

$$R_V = (d_0)^2 / 2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})$$

Avec :

$d_0$ : distance d'arrêt en **m**

$h_0$ : hauteur de l'œil en **m**

$h_1$ : hauteur de l'obstacle en **m**.

### III.2.4.2. Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R_V' = \frac{(d_0)^2}{(1,5 + 0,035 \times d_0)}$$

Avec :

$d_0$  : distance d'arrêt en **m**

➤ **Condition esthétique :**

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distances courtes, pour éviter cet effet on impose une minimale ( $b > 50$ ) pour dévers  $d < 10 \%$  (spécial échangeur).

$$R_{Vmin} = 100 \times \frac{50}{\Delta d (\%)}$$

Avec :

$\Delta d$ : changement de dévers et  **$R_{Vmin}$** : rayon verticale minimale

### III.2.5. Application au projet

Sur la figure **Figure III.10** nous avons représenté un extrait du profil en long réalisé avec autopiste où on a adopté des déclivités conforme à la réglementation en vigueur à savoir les normes techniques d'aménagement des routes en Algérie (B40).



Profil dessiné par AutoPISTE  
 Profil : variante avec courbe

Echelle en X : 1/1000  
 Echelle en Y : 1/100

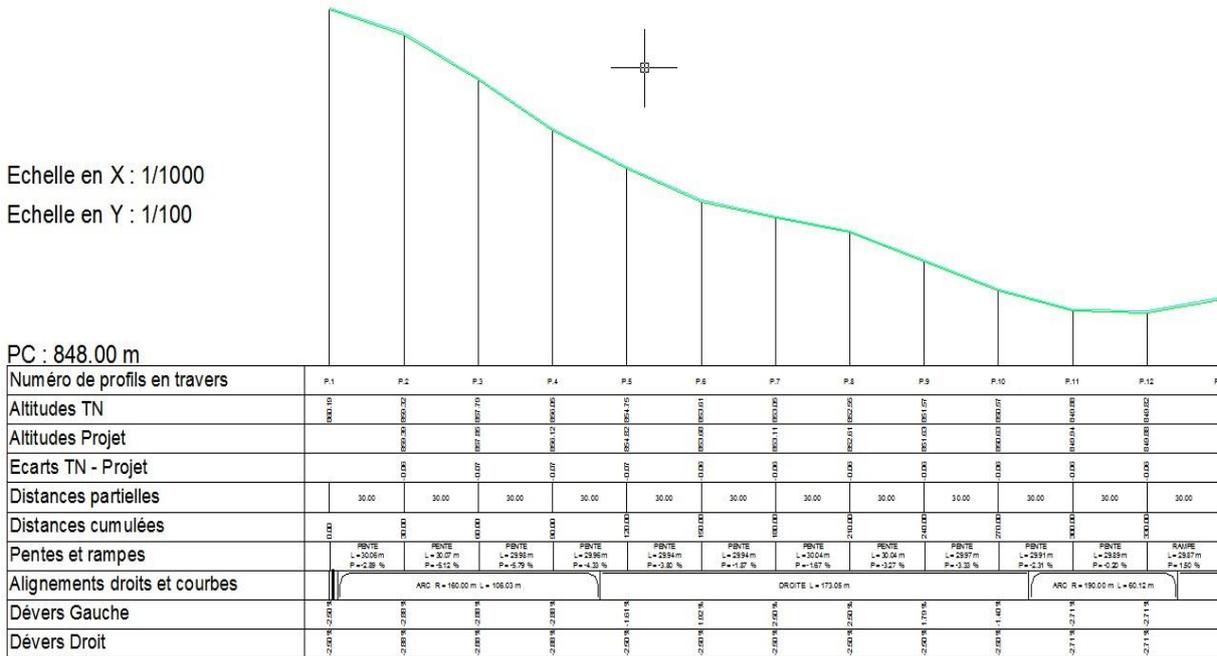


Figure III.10 : Extrait du profil en long de la variante retenue

### III.2.6. Coordination du tracé en plan et profil en long

Dans un projet routier, le tracé en plan et le profil en long doivent être en coordination. Cette coordination On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Pour assurer ces objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$$R_{vertical} > 6 R_{horizontal} \text{ pour éviter un défaut d'inflexion.}$$

- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

✓ **En angle saillant :**

Il ne faut pas coïncider le sommet de la parabole (Profil en Long) avec l'origine de la courbe en tracé en plan. Pour éviter que le virage soit masqué par le sommet de la parabole.

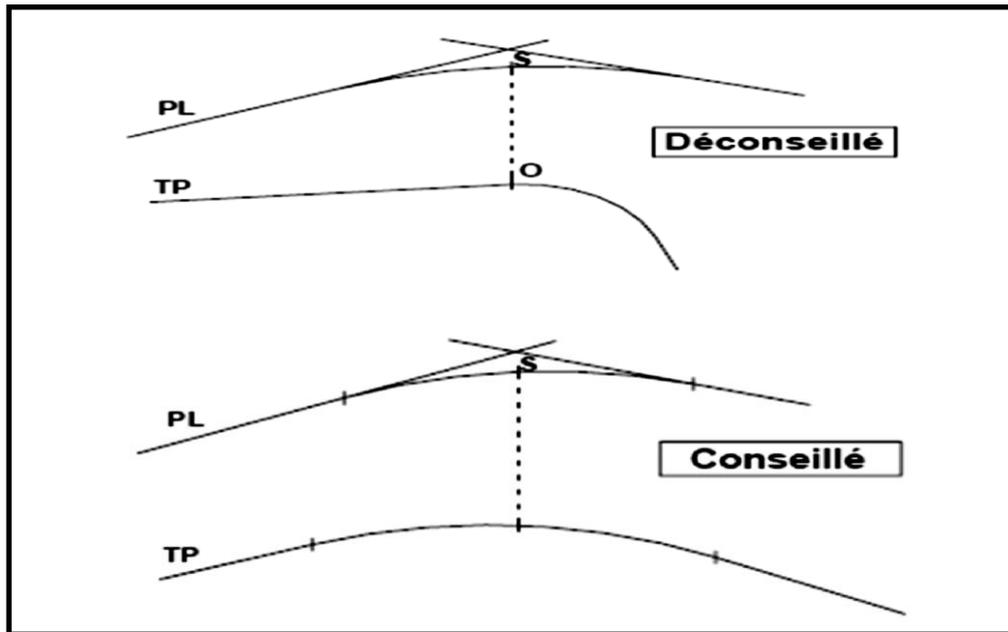


Figure III.11 : Angle saillant

Remède :

- Coïncider la courbe en plan avec celle du profil en long dans la mesure du possible.
- Introduire une clothoïde pour changer l'origine de la courbe en tracé en plan.

✓ En Angle rentrant

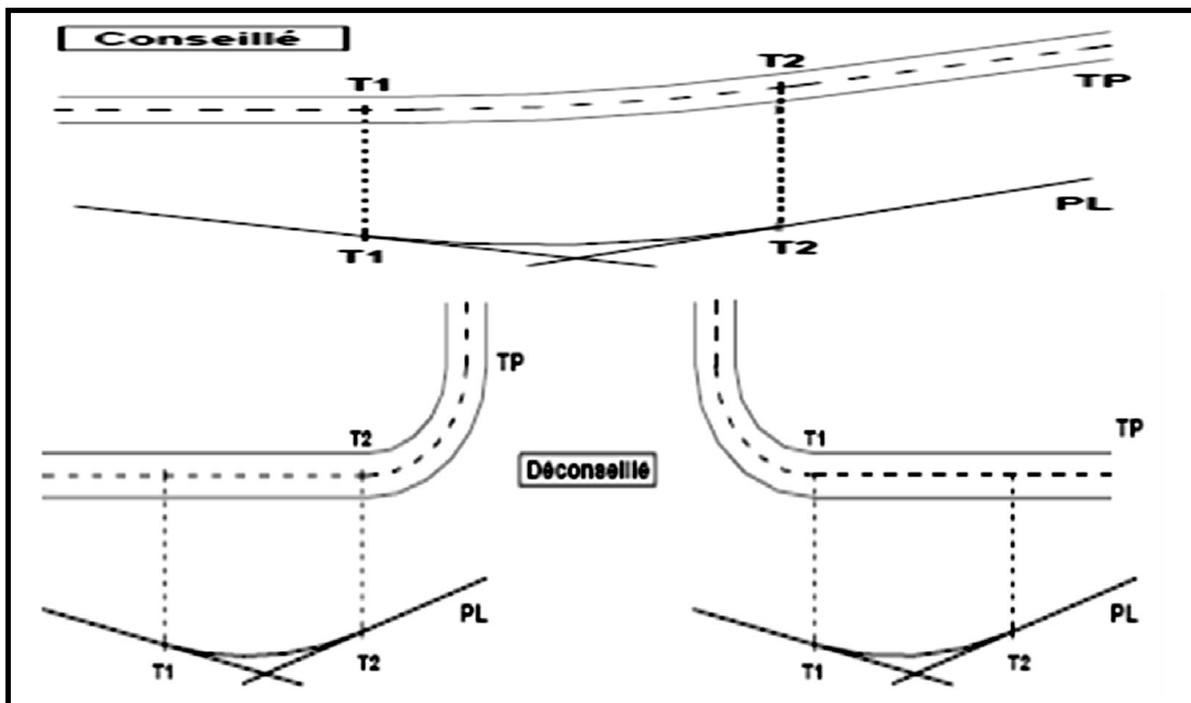


Figure III.12 : Angle rentrant

Avec T1 et T2 qui représentent les points de tangence entre les alignements droits et les arcs de cercle ou clothoïdes.

PL : profil en long

TP : tracé en plan

### III.3. Profil en Travers

#### III.3.1. Définition du profil en travers

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

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

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

#### III.3.2. Différents types de profil en travers

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

➤ **Profil en travers type :**

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

➤ **Profil en travers courants :**

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

#### III.3.3. Les éléments de composition du profil en travers

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

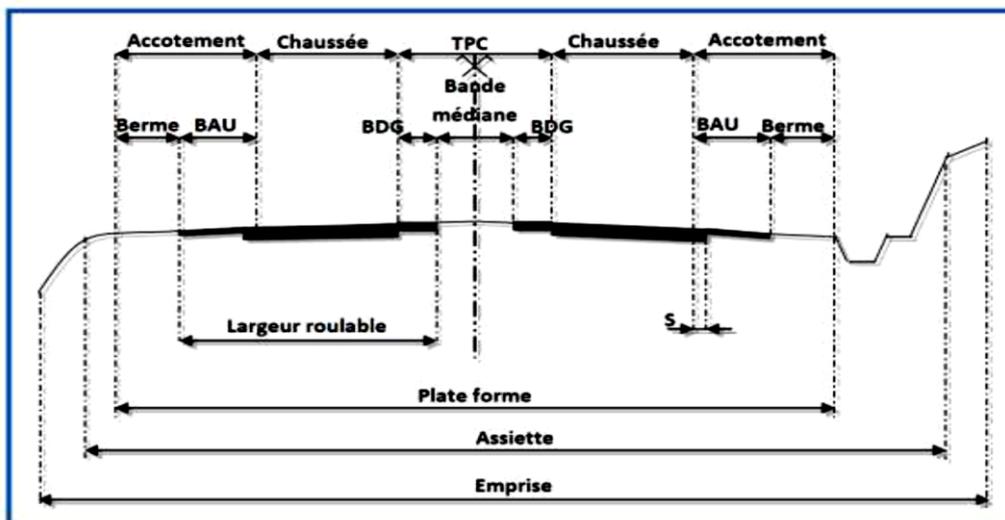


Figure III.13 : Les éléments constitutifs du profil en travers

**T.P.C** : Terre-Plein Central

**B.A.U** : Bande d'Arrêt d'Urgence

**B.D.G** : Bande Dérasée de Gauche.

**a) La chaussée:**

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

**b) La largeur roulable:**

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

**c) La plate forme :**

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

**d) Assiette :**

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

**e) L'emprise :**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncide généralement avec le domaine public.

**f) Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants : Une bande de guidage, une bande d'arrêt, Une berme extérieure.

**g) Le terre-plein central :**

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage) ;

Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

**h) Le fossé :**

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

**i) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :**

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.

Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1,00 m.

**j) Bande médiane :**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et, le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers.

Sa largeur dépend pour le minimum des éléments qui y sont implantés si elle est inférieure ou égale à 3 m, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien.

Sinon, elle peut être engazonnée et plantée d'arbustes, à moins que sa largeur et la topographie du site ne permettent la conservation du terrain naturel et de la végétation existante ; dans ce cas une berme de 1,00 m est maintenue en bordure de la B.D.G.

**k) Trottoirs :**

Les trottoirs sont des accotements spécialement aménagés pour la circulation permanente des piétons, ils sont généralement séparés de la chaussée par une bordure surélevée.

**l) La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :**

La B.A.U facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une sur largeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

**m) La berme :**

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale.

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25%.

**n) Le talus :**

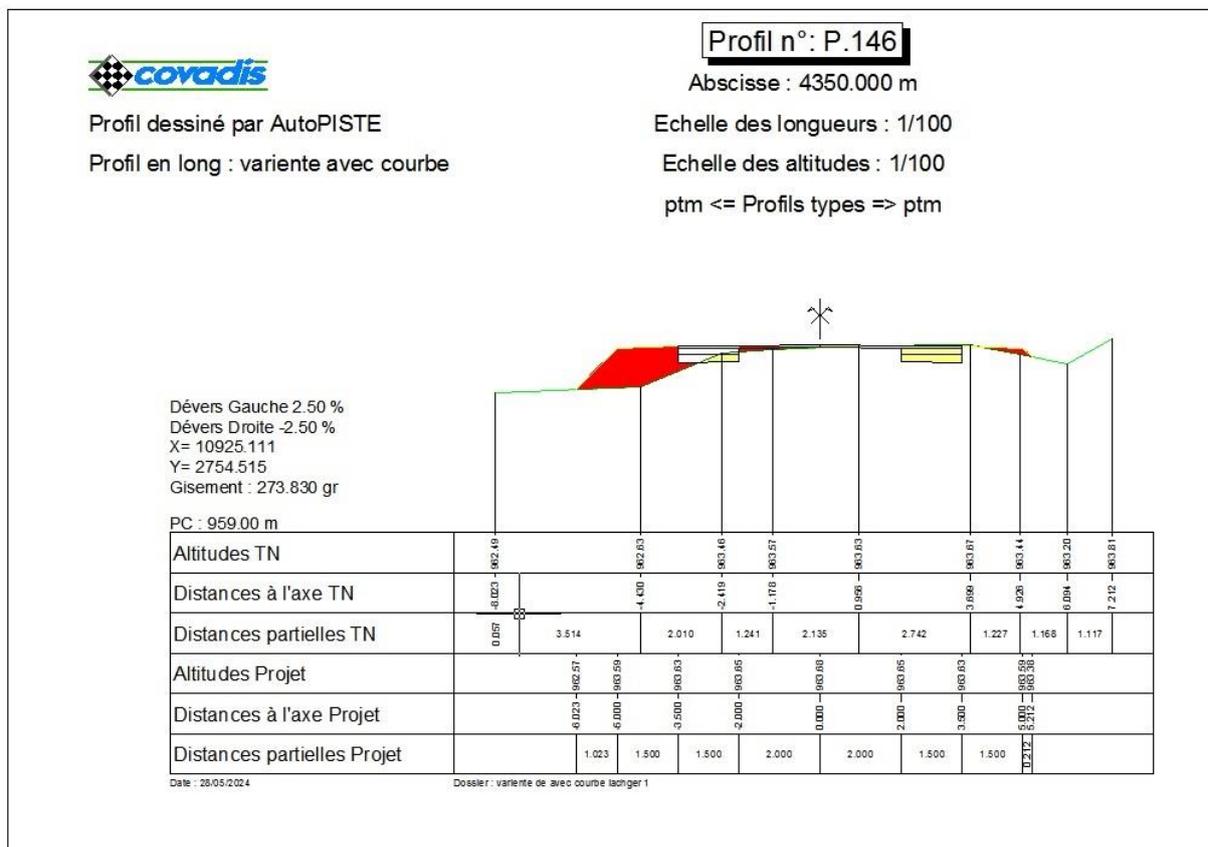
Le talus à une inclinaison dont dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A / B).

A : la base du talus.

B : hauteur du talus

**III.3.4. Application au projet**

Dans notre étude, l'élaboration des profils en travers a été effectuée sur le logiciel Autopiste. Des extrait des profils en travers courant type remblai, déblai et mixte sont représentés respectivement sur les figures III.14, III.15 et III.16



**Figure III.14 : Profil en travers courant en remblai**



*CHAPITRE IV*  
*DIMENSIONNEMENT DU CORPS*  
*DE CHAUSSEE*

## CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

### IV.1. Introduction

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation (action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds). Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

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

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

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

### IV.2. La constitution d'une chaussée

Une chaussée est constituée de plusieurs couches mises en œuvre sur un sol terrassé appelé **sol support**. Le sol support est généralement surmonté d'une **couche de forme**.

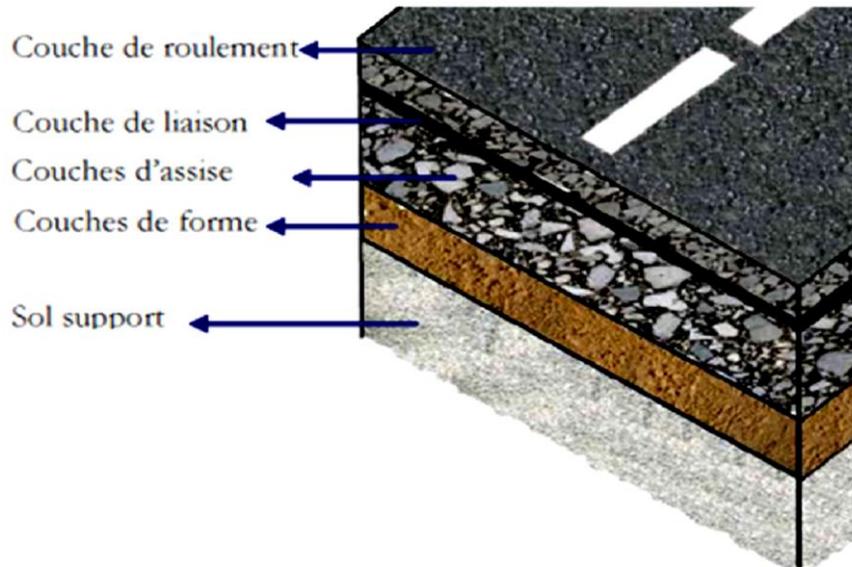
Le corps de la chaussée proprement dit couches de forme, d'assise, de surface, de fondation, de base, d'usure, de roulement, de liaison est constitué de deux types de couche, les **couches d'assises** et la **couche de surface**.

L'**assise** de la chaussée est généralement constituée de deux couches, la **couche de fondation** et, par-dessus, la **couche de base**. Ces couches, généralement constituées de matériaux liés, permettent à la chaussée de résister mécaniquement aux charges induites par le trafic.

Quant à la **couche de surface**, elle est constituée de la **couche de roulement** (ou **d'usure**) qui subit directement les agressions du trafic et du climat. Une couche dite de **liaison** est parfois intégrée entre la couche de roulement et la couche de base

de l'assise. Elle permet de spécialiser la couche de roulement au confort et à la sécurité des usagers.

La **couche de roulement** et la **couche de liaison** constituent la **couche de surface** d'une chaussée.



**Figure IV.1** : Constitution d'une chaussée

### **IV.3. La chaussée**

#### **IV.3.1. Définition**

La chaussée est la partie de la route sur laquelle se fait la circulation des véhicules. Elle se compose en générale :

- D'une couche de fondation posée sur la forme (terrain naturel ou remblais), éventuellement, une couche drainante et/ou anti-contaminant peut être intercalé entre la forme et la fondation ;
- D'une couche de base ;
- D'une couche de roulement ou couche de surface avec parfois une couche de liaison entre la couche de base et le revêtement.

Pour l'utilisateur, la chaussée est l'organe essentiel de la route ; de sa qualité dépend sa sécurité et son confort.

#### **IV.3.2. Les différents types de chaussées**

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structure suivants :

- Chaussées souples ;

- Chaussées semi-rigides ;
- Chaussées rigides.

#### **IV.3.2.1. Chaussée souple**

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

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

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les trois (3) ou quatre (4) couches suivantes :

##### **a) Couche de roulement (surface) :**

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

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

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

##### **b) Couche de base :**

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

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

##### **c) Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

##### **d) Couche de forme :**

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux

caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

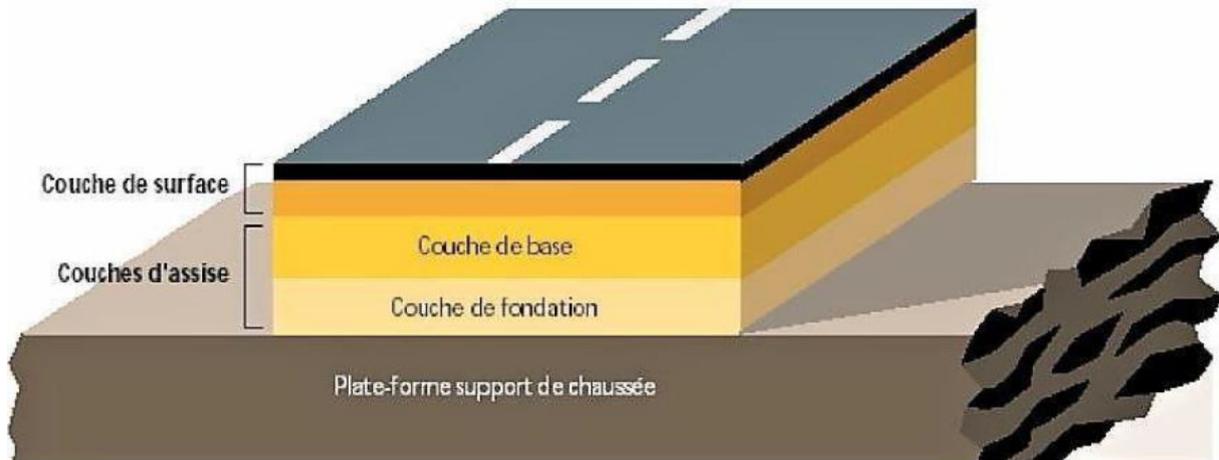


Figure IV.2 : Chaussée souple

#### IV.3.2.2. Chaussée semi-rigide

On distingue :

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

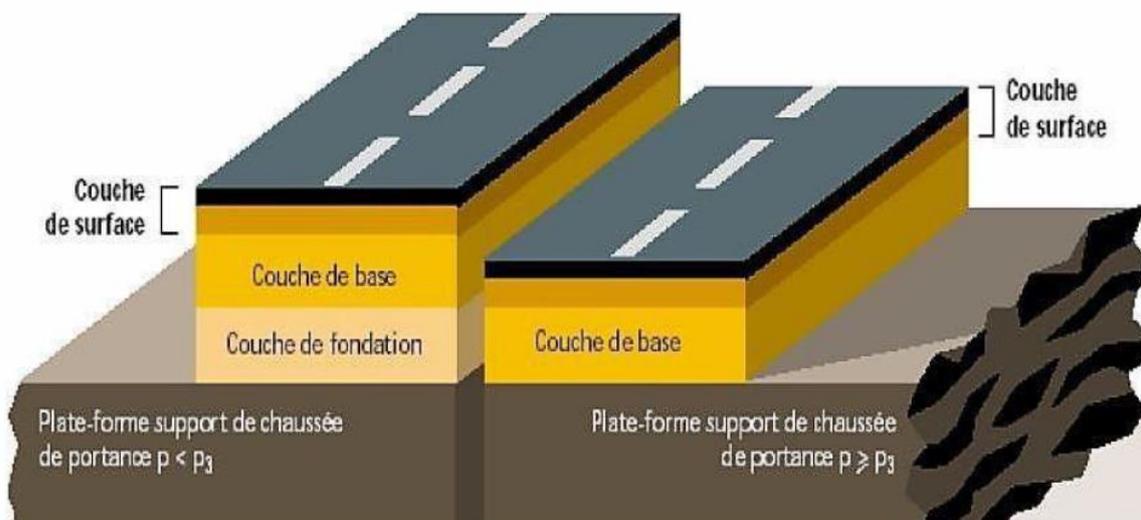


Figure IV.3 : Chaussée semi-rigide

### IV.3.2.3. Chaussée rigide

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

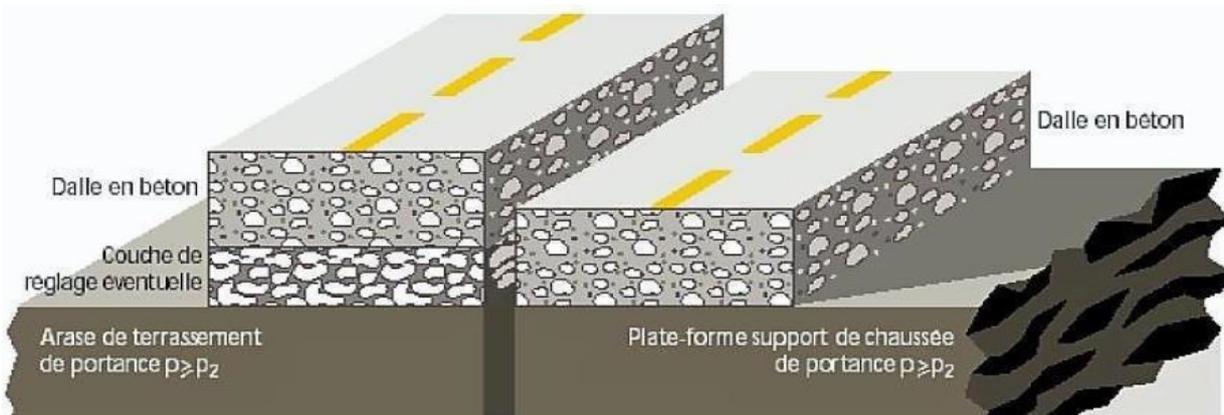


Figure IV.4 : Chaussée rigide

Les différents types de chaussée sont groupées dans une même figure :

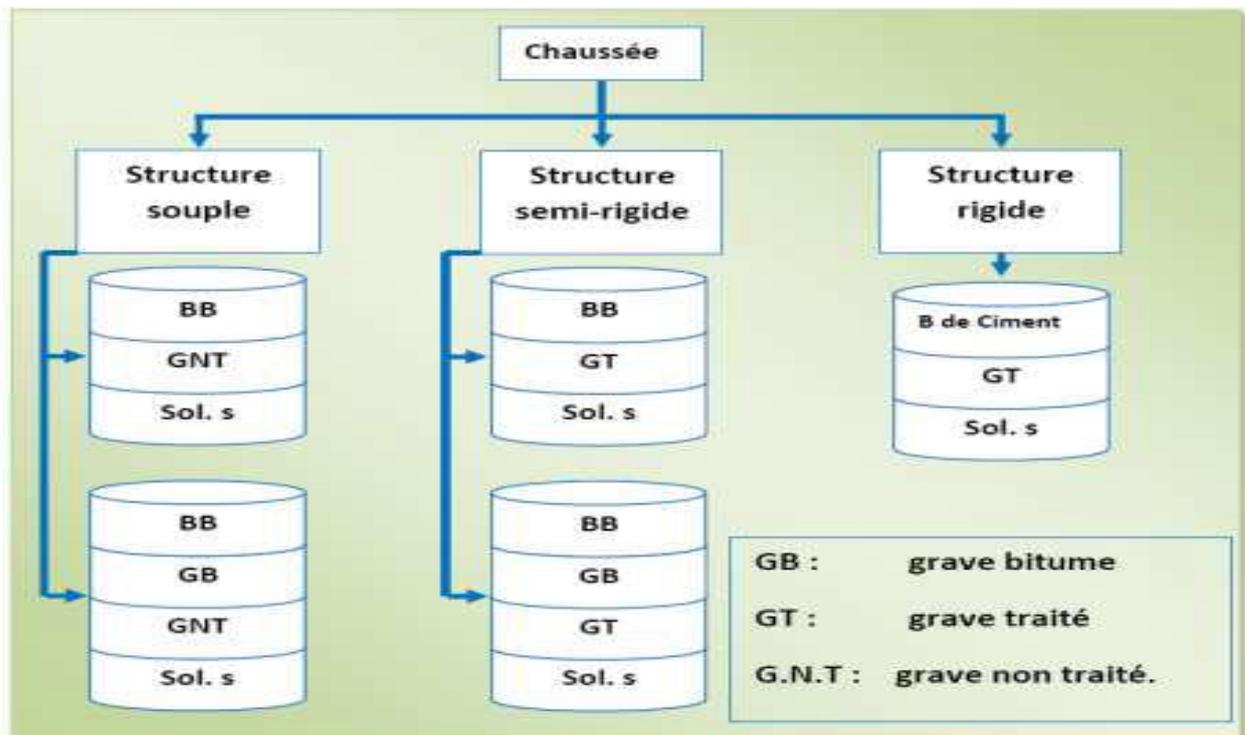


Figure IV.5: Types de chaussée

#### IV.4. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs. Parmi les plus importants nous avons :

##### IV.4.1. Trafic

La connaissance du trafic et principalement du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres :

➤ Le **TJMA** à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.

➤ Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Le trafic « poids lourd » comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à cinq (5) tonnes.

##### IV.4.2. Le climat et l'environnement

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné. Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

##### IV.4.3. Le sol support

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR. Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support.

Nous avons dans le tableau suivant la classe de portance

**Tableau IV.1** : Classe de portance des sols  $S_i$

Portance	CBR	Interprétation
$S_4$	< 5	Très mauvaise portance
$S_3$	5-10	Mauvaise portance
$S_2$	10-25	Portance moyenne
$S_1$	25-40	Bonne portance
$S_0$	> 40	Très bonne portance

#### IV.4.4 Les matériaux

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic de poids lourd (PL).

#### IV.5. Les principales méthodes de dimensionnement

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

➤ Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.

➤ L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique, et parmi elle la plus utilisée est la méthode CBR.

Pour cela, on va s'intéresser aux méthodes empiriques qui sont les plus utilisées.

##### IV.5.1. Méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio)

Pour dimensionner le corps de chaussée, nous utiliserons la méthode dite "méthode CBR améliorée", Il s'agit de caractériser le sol support par un indice portant moyen en tenant compte des risques liés à l'imbibition, les conditions de mise en œuvre et le trafic à long terme.

La méthode CBR consiste à déterminer l'épaisseur équivalente de la chaussée à partir de l'indice portant Californien (ICBR) du sol support d'après la formule suivante :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{(p)}}{I_{CBR} + 5}$$

Avec :

e : épaisseur équivalente en **cm**

I : indice CBR (sol support)

P : charge par roue P = 6,5 t (le poids de l'essieu le plus chargé est 13 tonnes)

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

**Avec :**

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

Avec  $a_1, a_2, a_3$  : coefficients d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches **en cm**.

Nous avons dans le tableau suivant les coefficients d'équivalence (Tableau IV.2) :

**Tableau IV.2 : Coefficients d'équivalence de matériaux**

Matériaux utilisés	Coefficients d'équivalence ( $a_i$ )
Béton bitumineux (BB)	2
Grave bitume (GB)	1,6 à 1,7
Grave ciment (GC)	1,5
Grave concassée ou gravier	1
Grave roulée – grave sableuse	0,75
Sable ciment	1 à 1,2
Sable	0,5
Tuf	0,6

#### IV.5.2. Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur de routes, un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu, caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques : (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux)

- Matériaux : traité au bitume (Grave Bitume, Béton Bitumineux), grave non traité ;
- Trafic : classé selon le nombre de PL/j/Sens à l'année de mise en service ;
- Portance de sol support ( $S_i$ ) : selon l'indice CBR (voir tableau) ;
- Climat : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

L'organigramme sur la **figure IV.6** représente la démarche de dimensionnement de chaussée selon le catalogue du CTTP.

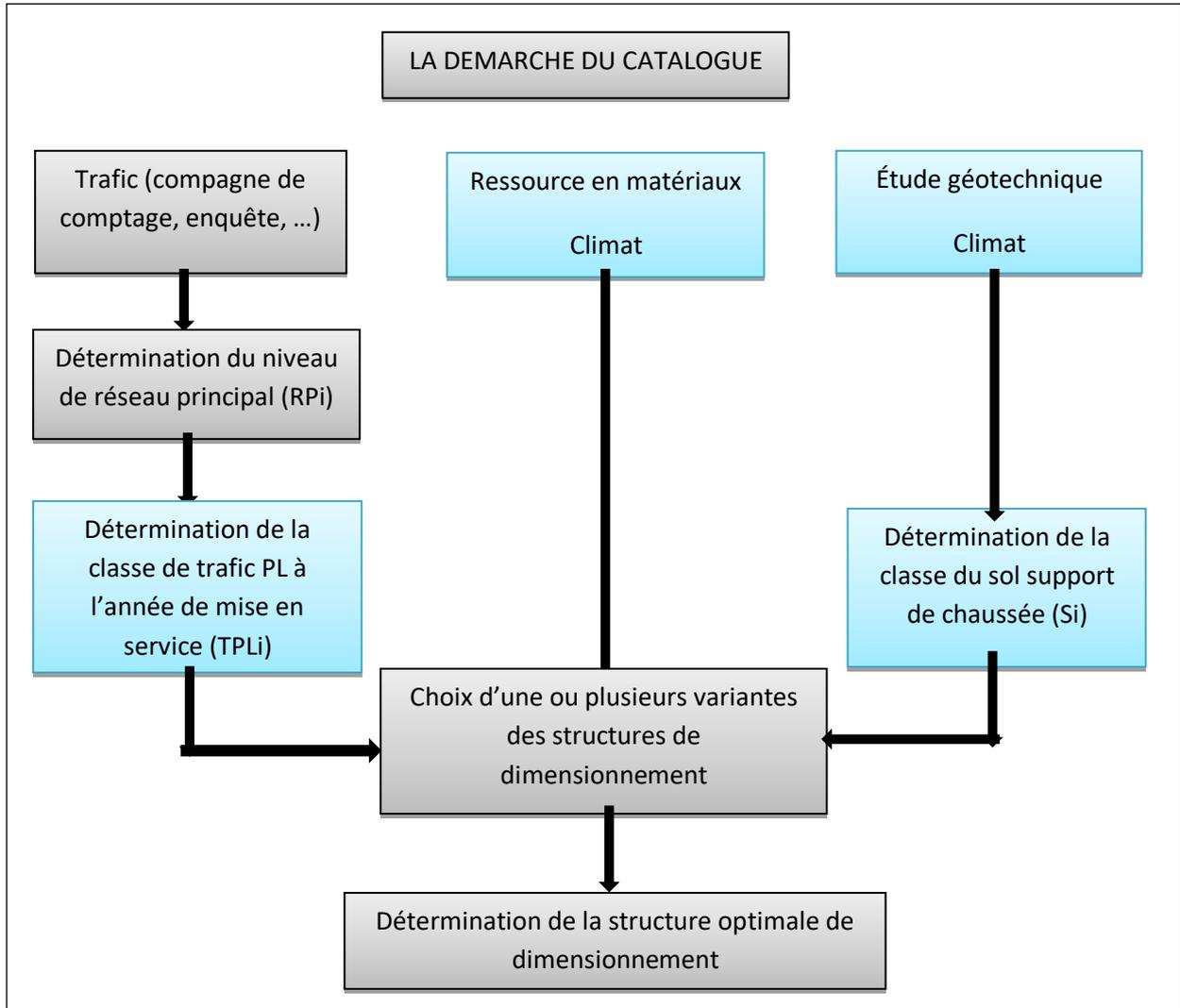


Figure IV.6 : Organigramme de la méthode de catalogue

### IV.5.3. Méthode de catalogue des structures de chaussées neuves

Le Catalogue des structures type neuf est établi par « SETRA » :

- ✓ Distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés.
  - ✓ Considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.
  - ✓ Tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.
  - ✓ Se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :
- Trafic cumulé de poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année  $T_i$  ;
  - Les caractéristiques de sol (Si).

#### a) Détermination de la classe de trafic

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

Les classes de trafic adoptées sont dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3 : Déterminant la classe du trafic**

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T <sub>0</sub>	T < 3,5.10 <sup>5</sup>
T <sub>1</sub>	3,5.10 <sup>5</sup> < T < 7,3.10 <sup>5</sup>
T <sub>2</sub>	7,3.10 <sup>5</sup> < T < 2.10 <sup>6</sup>
T <sub>3</sub>	2.10 <sup>6</sup> < T < 7,3.10 <sup>6</sup>
T <sub>4</sub>	7,3.10 <sup>6</sup> < T < 4.10 <sup>7</sup>
T <sub>5</sub>	T > 4.10 <sup>7</sup>

Le trafic cumulé est donné par la formule suivante :

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

Avec :

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

τ: taux d'accroissement annuel.

#### b) Détermination de la classe du sol

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre (4) jours, le classement sera fait en respectant les seuils donnés dans le **Tableau IV.4** :

**Tableau IV.4 : Classe du sol en fonction de l'indice CBR**

Sol support	Indices CBR
S <sub>1</sub>	25-40
S <sub>2</sub>	10-25
S <sub>3</sub>	05-10
S <sub>4</sub>	< 05

#### IV.5.4. Amélioration de la portance du sol support

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de couche de forme (CF), le mode de sa mise en place (nombre de couche) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme (CF).

Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau **Tableau IV.5** :

**Tableau IV.5:** Choix de la couche de forme

Portance du sol	Matériau de couche de forme	Épaisseur de couche de forme	Portance visée
< S <sub>4</sub>	Non Traité	50 cm (2 couches)	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Non Traité	35 cm	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Non Traité	60 cm (2 couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Non Traité	40 cm (2 couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Non Traité	70 cm (2 couches)	S <sub>1</sub>

#### IV.6. Application au projet

Dans notre étude de réhabilitation de chemin de wilaya (CW 34) de chaussée existante, nous avons pris des valeurs pour notre nouvelle chaussée.

D'après La méthode CBR consiste à déterminer l'épaisseur équivalente de la chaussée à partir de l'indice portant Californien (ICBR) du sol support d'après la formule suivante :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{(p)}}{I_{CBR} + 5}$$

Compte tenu de l'absence d'une étude géotechnique, on se propose un indice CBR  $I_{CBR}=5$  (le cas le plus défavorable)

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{(6,5)}}{5 + 5}$$

Ce qui donne  $e= 48.24 \text{ cm}$  soit  $e= 56 \text{ cm}$

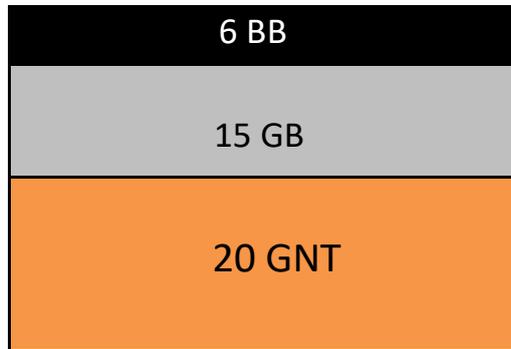
Les valeurs des épaisseurs du corps de chaussée sont représentées sur le tableau **Tableau IV.6** :

**Tableau IV.6 :** Épaisseurs des couches

Couches	Épaisseur équivalente (cm)	Coefficient d'équivalence	Épaisseur réelle (cm)
BB	12	2	6
GB	24	1.6	15
GNT	20	1	20
<b>Total</b>	56		41

Dans notre projet, la structure de chaussée se compose de : 6 **BB** + 15 **GB** + 20 **GNT**.

La **Figure IV.7** représente la structure de notre chaussée :



**Figure IV.7:** Structure de la chaussée

*CHAPITRE V*  
*CUBATURE DES TERRASSEMENT ET*  
*IMPLANTATION DE L'AXE*

## CHAPITRE V : CUBATURE DES TERRASSEMENT ET IMPLANTATION DE L'AXE

### V.1. Introduction

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

Préalablement au calcul, il est nécessaire de posséder les documents suivants :

- Les plans de nivellement ;
- Les plans et des coupes des ouvrages
- Les profils en long et en travers des voies ;
- Les documents indiquant les différents niveaux de terrassement ainsi que les sur-largeurs éventuelles à prévoir.

### V.2. Définition

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

### V.3. Cubatures des terrassements

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

### V.4. Méthode utilisée

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreurs, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

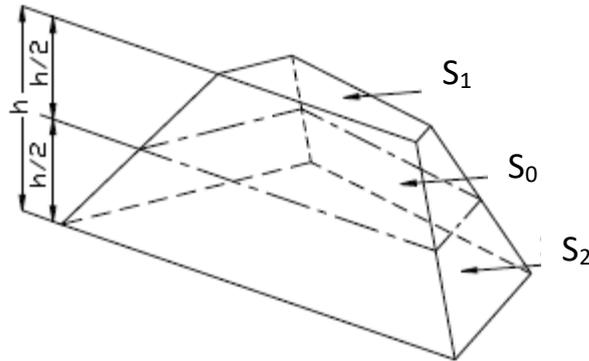
#### V.4.1. Formule des trois niveaux

Cette formule permet de calculer la plupart des volumes complexes.

Soit le volume représenté sur **la figure V.1** tel que :

- les surfaces  $S'$ ,  $S_1$  et  $S_2$  sont parallèles entre elles ;
- les surfaces extrêmes  $S_1$  et  $S_2$  sont distantes de la valeur  $h$  hauteur du volume ;
- la surface  $S'$  est située à la mi-hauteur  $h/2$ .

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$



**Figure V.1** : Schéma explicatif de la formule des trois niveaux

Avec :

h, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>0</sub> désignant respectivement :

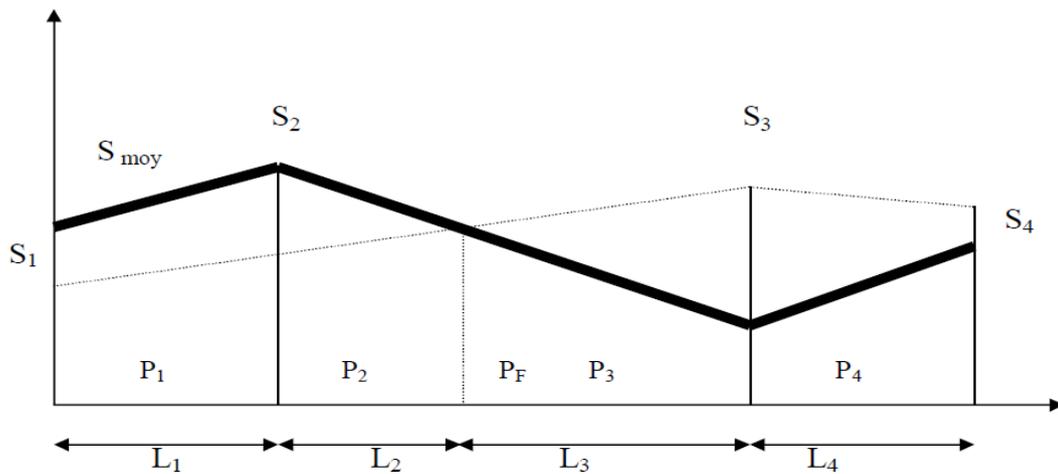
h : hauteur entre deux profils.

S<sub>0</sub> : surface limitée à mi- distances des profils.

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> : surface des deux profils.

Cette formule peut être appliquée à des projets routiers.

Soit par exemple le profil en long d'un tracé donné représenté sur **la figure V.2**.



**Figure V.2** : Profil en long d'un tracé donné

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

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que :  $S_{moy} = \frac{(S_1+S_2)}{2}$

D'où :

$$V1 = L1 \times \frac{(S1 + S2)}{2}$$

Entre P1 et P2 :  $V1 = L1 \times \frac{(S1+S2)}{2}$

Entre P2 et Pf :  $V2 = L2 \times \frac{(S2+0)}{2}$

Entre Pf et P3 :  $V3 = L3 \times \frac{(0+S3)}{2}$

Le volume total V :

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

#### V.4.2. Méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de GULDEN où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil. Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

#### V.4.3. Méthode de Gulden

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

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

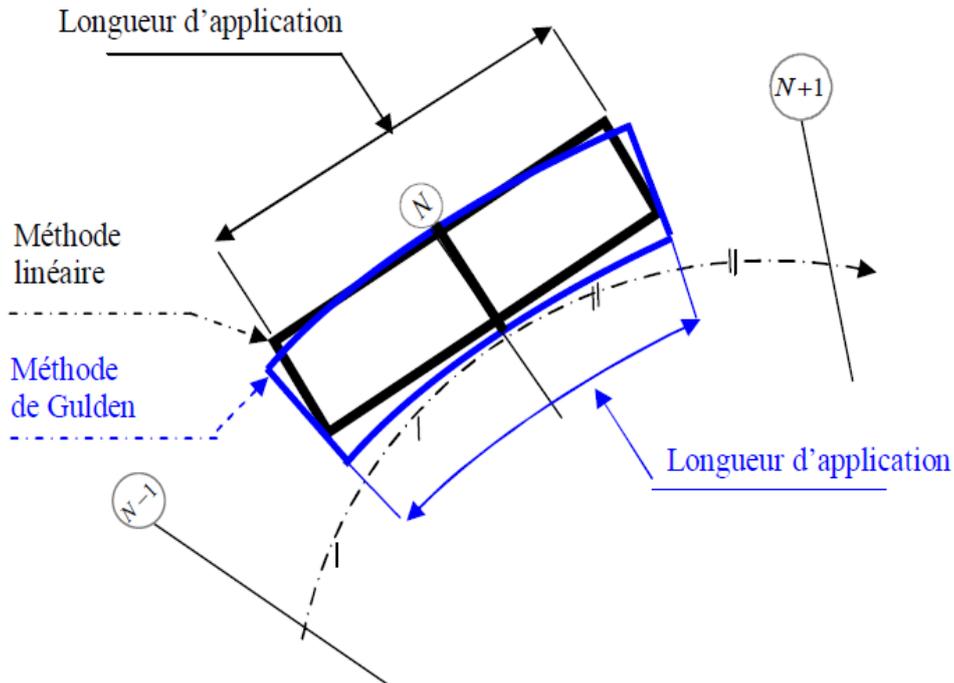


Figure V.3: Méthode de Gulden

#### V.4.4. Méthode linéaire

C'est la méthode classique, les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

#### V.4.5. Application

D'après le calcul que nous avons utilisé dans le logiciel **Autopiste**, les résultats obtenus sont récapitulés dans le **tableau V.1**.

Tableau V.1 : Tableau récapitulatif des cubatures

Scarification (m <sup>3</sup> )	Déblais (m <sup>3</sup> )	Remblais (m <sup>3</sup> )
1057	34628	3449

#### V.5. Implantation de l'axe

Le piquetage est une opération topographique dont le but est de déterminer la position exacte de tout point par ses coordonnées et son altitude, celle-ci s'effectue sur le terrain à l'aide d'un théodolite à partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain, les repères nécessaires à la réalisation de la route (angles, distances).

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

L'implantation est donc le report du projet étudié sur le terrain naturel pour le réaliser.

Pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisants entre lesquels il est facile de mettre des points intermédiaires.

Pour implanter une courbe, on aura besoin d'un certain nombre de points (points de tangences, points d'intersection et le rayonnement).

Pour implanter une courbe, il existe plusieurs méthodes :

- Par abscisse ordonnée sur une tangente.
- Par abscisse ordonnée sur la corde.

**Remarque :**

L'implantation de l'axe a été effectuée à l'aide du logiciel Autopiste (voir Annexe 2)

*CHAPITRE VI*  
*ASSAINISSEMENT ROUTIER*

## CHAPITRE VI : ASSAINISSEMENT ROUTIER

### VI.1. Introduction

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau est la première ennemie de la route car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

#### Pour les chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées) ;
- Dés enrobage ;
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important) ;
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

#### Pour les talus :

- Glissement ;
- Érosion ;
- Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

### VI.2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning) ;
- Le maintien de bonne condition de viabilité ;
- Réduction du coût d'entretien ;
- Éviter les problèmes d'érosions ;
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel) ;
- Évacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

### VI.3. Assainissement de la chaussée

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que (dalots, ponceaux, ponts, etc.), dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux) ;
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, descente d'eau, tête de collecteur et dalot).

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

L'assainissement de la chaussée sont :

#### a) Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

#### b) Fossé de crête de déblai :

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

#### c) Fossé de pied de talus de remblai :

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

#### d) Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

#### e) Descente d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,5 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

#### **VI.4. Définitions de termes hydrauliques**

##### **a) Bassin versant :**

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

##### **b) Collecteur principal (canalisation) :**

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

##### **c) Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage.

Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

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

##### **d) Sacs :**

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

##### **e) Fossés de crêtes :**

C'est un outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

##### **f) Décante d'eau :**

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

##### **g) Les regards :**

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

Nous avons dans la figure suivante l'emplacement des ouvrages d'assainissement (Fig VI.1) :

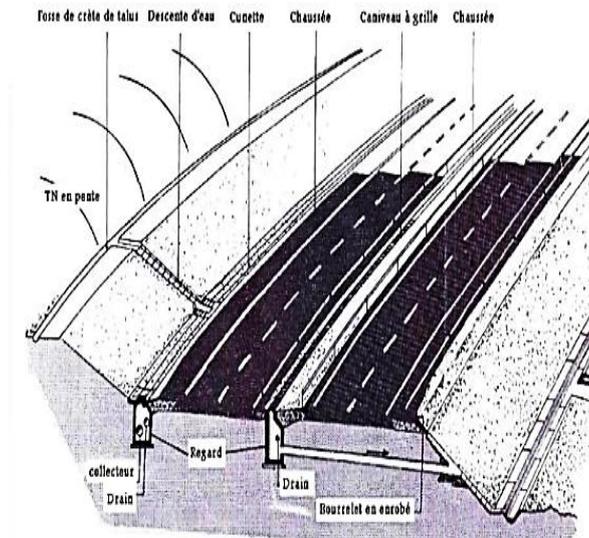


Figure VI.1 : Emplacement des ouvrages d'assainissement

### VI.5. Ouvrages hydrauliques proposés

Les ouvrages hydrauliques à prolonger sont récapitulés dans le tableau **Tableau VI.1**.

Tableau VI.1 : L'emplacement des ouvrages à prolonger

Endroit des ouvrages (PK)	Types d'ouvrage
PK 0+710	Ouvrage busé
PK 1+520	Ouvrage busé
PK 1+710	Ouvrage busé
PK 1+880	Ouvrage busé
PK 2+020	Ouvrage busé
PK 2+435	Ouvrage busé
PK 2+710	Ouvrage busé
PK 3+270	Ouvrage busé
PK 3+400	Ouvrage busé
PK 3+470	Ouvrage busé
PK 3+635	Ouvrage busé
PK 3+880	Ouvrage busé
PK 4+000	Ouvrage busé
PK 4+020	Ouvrage busé

<b>PK 4+205</b>	Ouvrage busé
<b>PK 4+235</b>	Ouvrage busé

**Remarque :**

Dans notre étude, par manque des données hydraulique et hydrogéologique, le dimensionnement des buses n'a pas été étudié, il s'agit simplement d'un prolongement des ouvrages existants.

Sur la figure VI.2 est représenté un type d'ouvrage busé ( une simple buse)



**Figure VI.2 :** Un type d'ouvrage busé

*CHAPITRE VII*  
*SIGNALISATION*

## CHAPITRE VII : SIGNALISATION

### VII.1. Introduction

La signalisation routière permet d'informer les usagers qu'ils soient conducteurs ou piétons, quant aux règles à respecter lors de leurs déplacements. Qu'elle soit verticale ou horizontale, permanente ou temporaire, la signalisation routière a été conçue et intégrée dans le code de la route avec un objectif très précis : limiter les causes d'accident de la route et l'excès de la vitesse.

### VII.2. Objectifs de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière en informant les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer ;
- De faciliter cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre ;
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police ;
- De donner des informations relatives aux usagers de la route.

### VII.3. Règles à respecter de la signalisation routière

Dans la signalisation routière, il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité) ;
- Cohérence avec les règles de circulation ;
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale ;
- Éviter la publicité irrégulière ;
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

### VII.4. Types de signalisation

En générale, les types de la signalisation de route sont : la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

#### VII.4.1. Signalisation verticale

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

##### a) Signaux de danger :

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

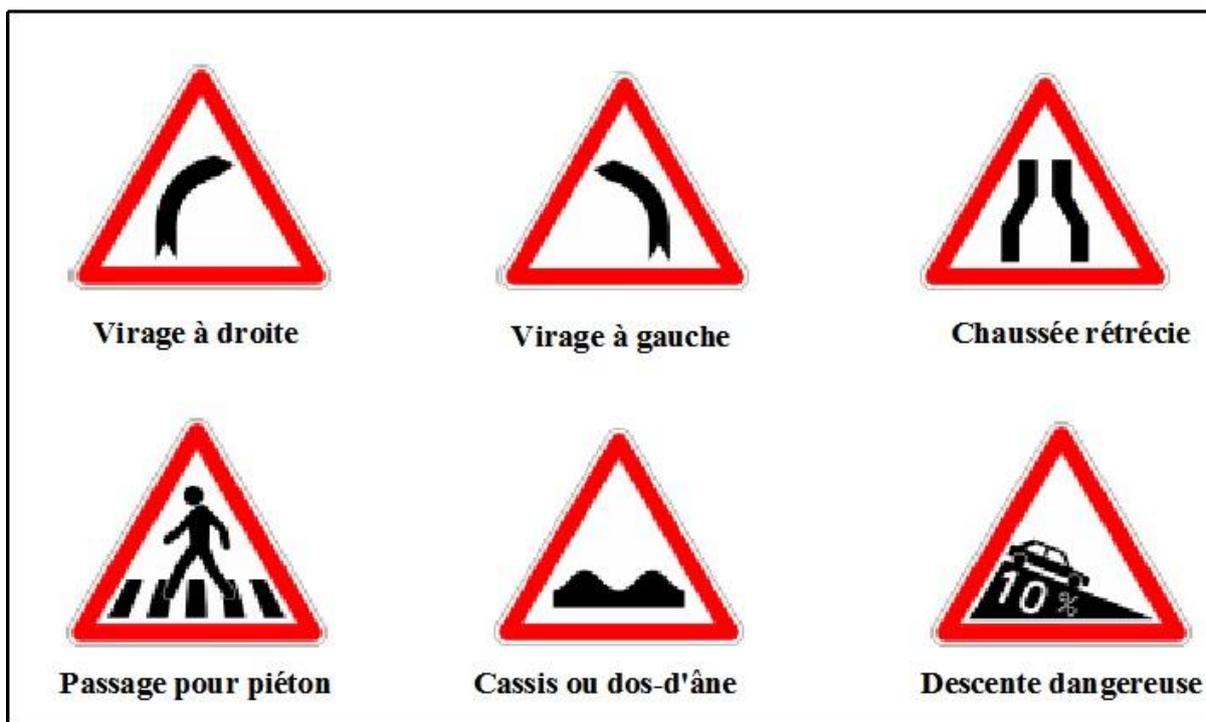


Figure VII.1 : Signaux de danger

**b) Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction ;
- L'obligation ;
- La fin de prescription.

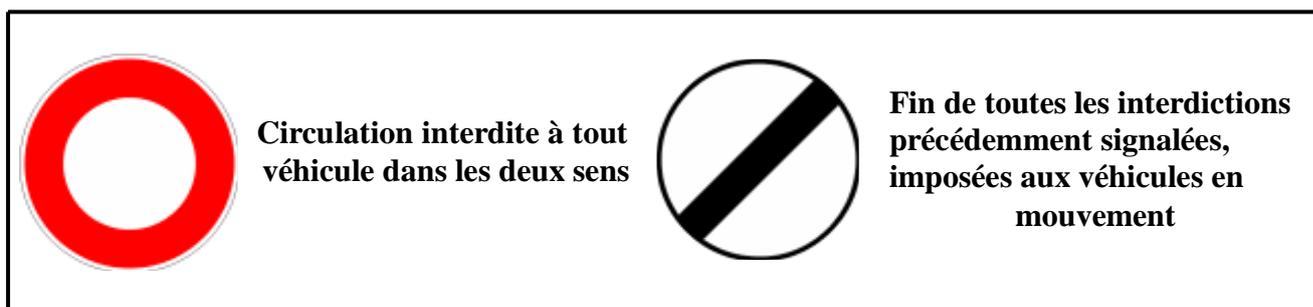


Figure VII.2: Signaux d'interdiction

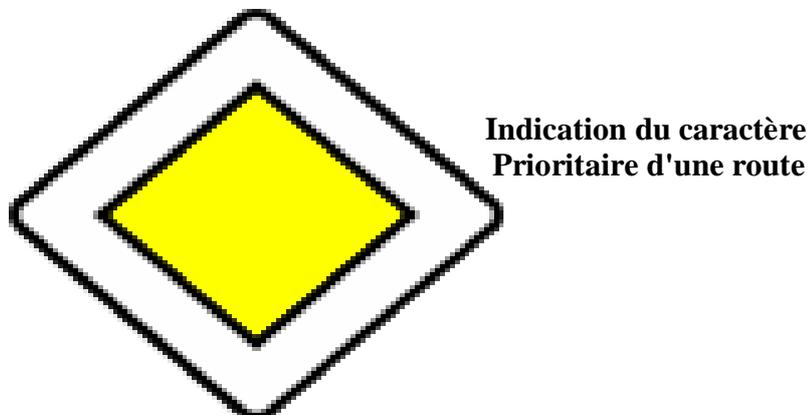


Figure VII.3: Signaux d'obligation

**c) Signaux à simple indication :**

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

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.

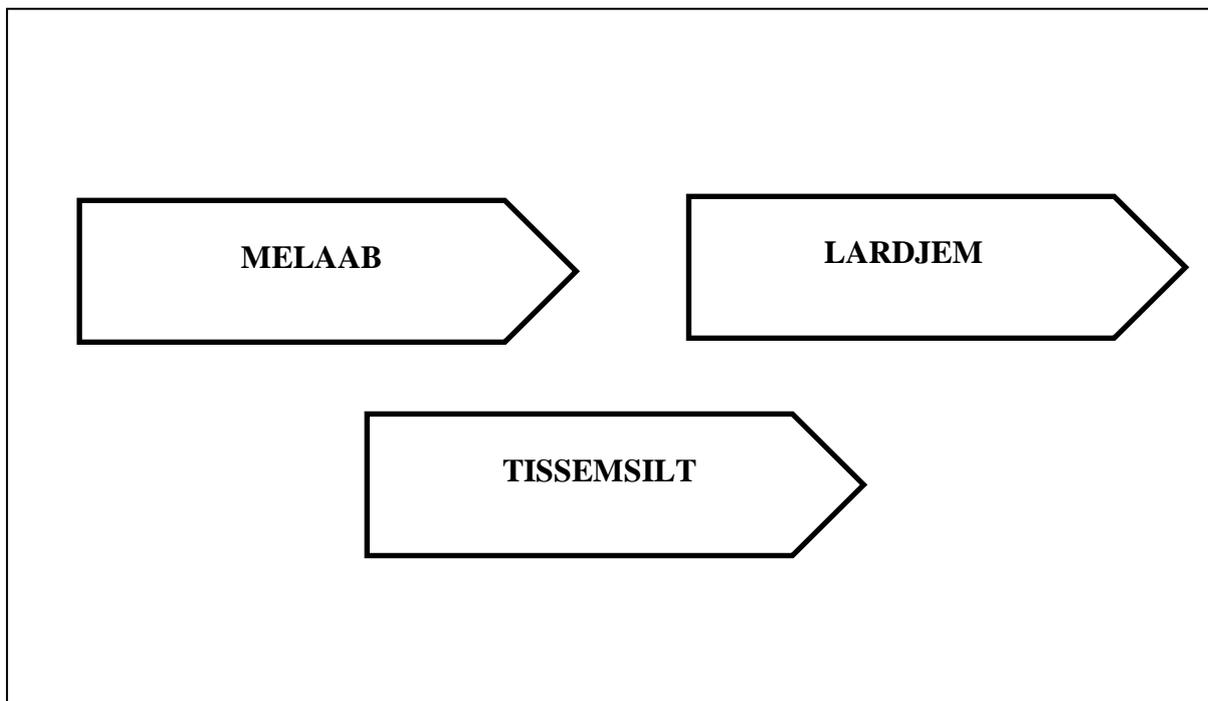


**Figure VII.4:** Signaux à simple indication

**d) Signaux de direction :**

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

Sur la **figure VII.5** est représenté les signaux de direction :



**Figure VII.5:** Signaux de direction

### VII.4.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale est représentée par des marques sur les chaussées, à indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

#### a) Marquage longitudinal :

##### ➤ Lignes continue :

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

Sur la **figure VII.6** est représenté la ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement :



**Figure VII.6:** Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement

##### ➤ Lignes discontinue :

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

a) Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers (1/3) de leur intervalle.

b) Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.

c) Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Sur la **figure VII.7** est représenté la ligne discontinue :



**Figure VII.7 : Ligne discontinue**

➤ **Modulation des lignes discontinues :**

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

Leurs caractéristiques sont données par le tableau Tableau VII.1

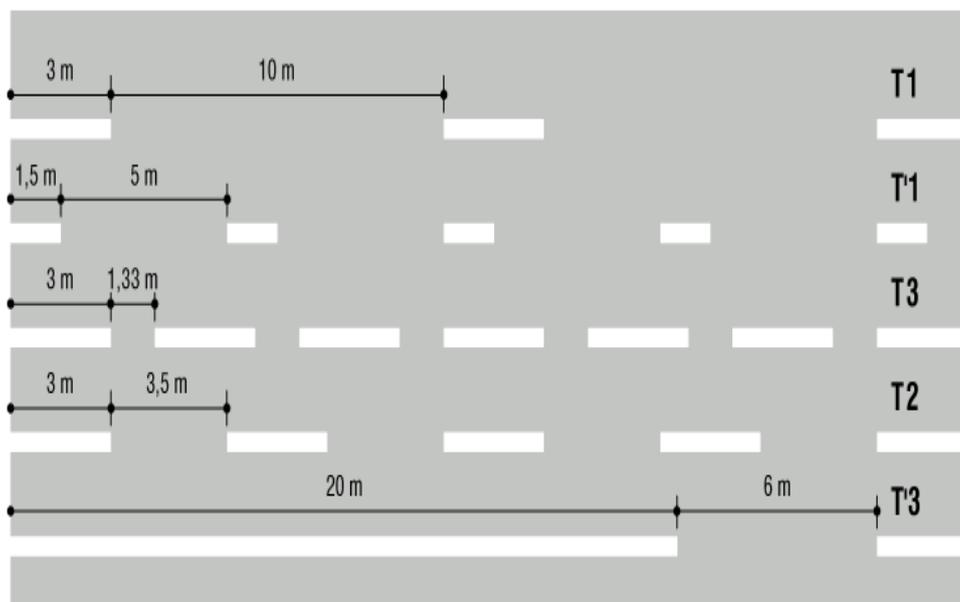
**Tableau VII.1 : Modulation des lignes discontinues**

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

Pour les routes, autoroutes et en milieu urbain, il existe 3 modulations différentes (**T1**, **T'1** et **T3**) pour les lignes axiales et 2 modulations (**T2** et **T'3**) pour les lignes de rives (lignes séparant l'accotement de la chaussée).

➤ **Marques sur chaussée :**

Sur la **figure VII.8** est représenté les types de modulation :



**Figure VII.8** : Types de modulation

Avec :

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

**T2 et T'3** : Pour les lignes de rives.

➤ **Les lignes mixtes :**

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

Sur la **figure VII.9** est représenté la ligne mixte :



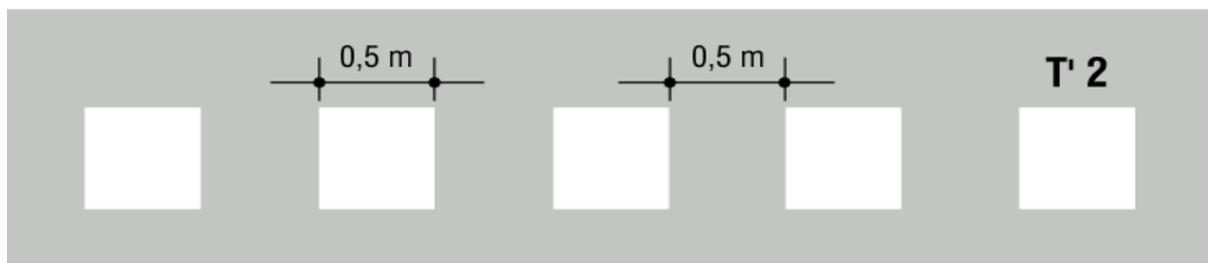
**Figure VII.9** : Ligne mixte

**b) Marques transversales :**

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

➤ **Les lignes transversales :**

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



**Figure VII.10 :** Les lignes transversales

➤ **Ligne de stop :**

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

➤ **Ligne de cédez le passage :**

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

➤ **Ligne feux de circulation :**

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

**c) Autres signalisations :**

➤ **Les flèches de rabattement :**

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

➤ **Les flèches de sélection :**

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

**VII.5. La largeur des lignes**

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

On adopte les valeurs suivantes pour "**u**" :

➤ **u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne ;**

➤ **u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation ;**

➤ **u = 5 cm sur toutes les autres routes ;**

➤ **u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.**

Par exemple, en milieu urbain "**2u**" représente une ligne de 10 cm de large (2 x 5 cm).

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

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

# *DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF*

## DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	P. U (DA)	Montant (H.T)
<b>1- TERRASSEMENT</b>					
1.1	Déblais en terrain de toute nature confondu	M <sup>3</sup>	34628	300.00	10388400.00
1.2	Remblais	M <sup>3</sup>	3449	400.00	1379600.00
1.3	Scarification (0.06m)	M <sup>3</sup>	1057	300.00	317100.00
<i><u>Sous total :</u></i>					<i>12085100.00</i>
<b>2- CORPS DE CHAUSSEE</b>					
2.1	F/Pose couche de fondation en GNT sur 20 cm d'épaisseur	M <sup>3</sup>	2642	1200.00	3170400.00
2.2	F/Pose couche de base en GB sur 15 cm d'épaisseur	M <sup>3</sup>	1982	1500.00	2973000.00
2.3	F/Pose couche de roulement en BB sur 6 cm d'épaisseur	T	4440	9100.00	40404000.00
<i><u>Sous total :</u></i>					<i>46547400.00</i>
<b>3- ASSAINISSEMENT</b>					
3.1	Prolongement d'ouvrages busés Ø1000	ML	80	28 000.00	2240000.00
3.2	Fossés bétonnés	ML	2500	2 000.00	5000000.00
<i><u>Sous total :</u></i>					<i>7240000.00</i>
<b>4- SIGNALISATION</b>					
4.1	Signalisation	F	1%		900914
<i><u>Sous total :</u></i>					<i>900914.00</i>
<b>Total (H.T)</b>					<b>68425414.00</b>
<b>TVA 19%</b>					<b>12686949.00</b>
<b>Total (T.T.C)</b>					<b>79460363.00</b>

Le devis en T.T.C s'élève à la somme de :

*Soixante-dix-neuf millions quatre cent soixante mille trois cent soixante-trois.*

## *CONCLUSION GENERALE*

---

## Conclusion Générale

---

### Conclusion Générale

Les progrès scientifiques, le développement accéléré de la technologie notamment dans le domaine des travaux publics et particulièrement le souci de l'amélioration de la qualité de la réalisation des ouvrages de génie civil par rapport aux exigences des règlements en vigueur.

La nécessité d'une adaptation constante dans les différentes situations professionnelles en perpétuelle évolution exige aujourd'hui du technicien d'être à la hauteur de cette demande afin d'acquérir et de développer des aptitudes et des compétences qui lui permettront d'être toujours à jours dans son domaine.

Ce modeste travail ne peut constituer qu'un simple travail d'approche qui nous a permis de mettre en pratique les théories acquises durant notre cursus universitaire, il nous a aussi permis de faire face aux problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier dans une zone montagneuse comme celle qui nous a été confié.

Il était aussi une grande occasion pour nous de comprendre le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment AUTOCAD2007,AUTOPISTE et COVADIS 10.1, ainsi la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter les normes existantes qu'on ne peut négliger, et prendre en considération le confort et la sécurité des usagers ainsi que l'économie.

Il ressort de ce travail que l'étude d'un projet routier n'est pas une chose aisée, c'est par une documentation très ample qu'on doit s'orienter dans une réflexion tout en faisant appel à des connaissances théoriques.

En fin, l'élaboration de ce travail a été bénéfique pour nous et elle nous a permis comprendre le monde professionnel et de développer une autonomie basée sur des connaissances théoriques.

## *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

### **Références Bibliographiques**

- SETRA, Guide technique d'assainissement routier, octobre 2006
  - « B40 : normes techniques d'aménagement des routes en Algérie », octobre 1977 par direction des études générales et de la réglementation technique.
  - Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs par Gérard Karsenty
  - R. Coquand. « Routes ». Tomes 1 et 2, Edition Eyrolles.
  - Wiki territorial. Cnfpt.fr « crée par Jean Michel Carsuzaa le 06 septembre 2017 ».
  - G. Jeuffroy & J. Sauterey. « Cours de routes : dimensionnement des chaussées ». Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, France.
  - M. Faure. « Cours des routes ». Tomes 1 et 2. Aléas
  - CTTP « Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves » par Ministère des Travaux Publics Direction des Routes, Fascicule 1, novembre 2001.
  - Cours de Constructions Routières « Tome 1 ». Préparé par : BANNOUR Abdelilah Doctorant en Génie Civil, Année 2013-2014.
- 
- Logiciels utilisés
    - Autocad 2007
    - Covadis 10.1
    - Autopiste.
    - Google Earth

*ANNEXES*

## ANNEXE1 : Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	0	15	6,61	0,01	98,284	0,11	98	0
P.2	30	30	1,2	0,36	36,037	10,807	134	11
P.3	60	30	0,99	0,79	29,837	23,988	164	35
P.4	90	30	1,08	0,45	32,266	13,578	196	48
P.5	120	30	1,15	0,71	34,433	21,202	231	70
P.6	150	30	1,83	1,09	54,774	32,843	286	103
P.7	180	30	2,14	0,52	64,303	15,641	350	118
P.8	210	30	1,91	0,47	57,423	14,04	407	132
P.9	240	30	1,62	0,4	48,6	12,013	456	144
P.10	270	30	1,27	0,69	38,058	20,749	494	165
P.11	300	30	0,79	1,14	23,719	34,591	518	200
P.12	330	30	0,6	1,53	17,933	46,556	536	246
P.13	360	30	1,46	0,95	43,728	28,639	579	275
P.14	390	30	0,72	1,22	21,571	36,471	601	311
P.15	420	30	0,69	1,24	20,589	37,12	622	348
P.16	450	30	0,67	0,74	20,132	22,107	642	370
P.17	480	30	1,33	0,23	40,043	6,794	682	377
P.18	510	30	1,11	0,41	33,151	12,262	715	390
P.19	540	30	1,15	0,55	34,345	16,707	749	406
P.20	570	30	0,89	0,57	26,524	17,264	776	423
P.21	600	30	1,06	0,36	31,732	10,766	807	434
P.22	630	30	3,09	0,04	93,756	1,309	901	436
P.23	660	30	1,51	0,41	45,657	12,066	947	448
P.24	690	30	1,32	0,4	39,453	12,113	986	460
P.25	720	30	0,83	1,54	25,158	45,521	1012	505
P.26	750	30	1,37	1,71	42,38	48,726	1054	554
P.27	780	30	1,7	0,95	52,413	27,274	1106	581
P.28	810	30	1,39	0,24	41,791	7,04	1148	588
P.29	840	30	3,82	1,79	115,467	53,26	1264	642
P.30	870	30	1,35	3,21	41,252	91,909	1305	733
P.31	900	30	0,99	1,13	30,01	32,71	1335	766
P.32	930	30	1,07	1	32,002	29,701	1367	796
P.33	960	30	0,83	1,25	25,035	37,6	1392	833
P.34	990	30	4,8	0,57	144,125	17,141	1536	851
P.35	1020	30	2,77	0,05	83,093	1,57	1619	852
P.36	1050	30	3,44	0,26	103,091	7,708	1722	860
P.37	1080	30	0,85	0,69	25,683	20,614	1748	881
P.38	1110	30	1,13	0,64	34,177	18,322	1782	899
P.39	1140	30	2,21	0,16	65,94	4,865	1848	904
P.40	1170	30	1,47	0,5	44,115	14,952	1892	919
P.41	1200	30	2,02	4,76	60,691	142,857	1953	1062
P.42	1230	30	5,5	4,09	164,908	122,692	2118	1184

**Annexes**

P.43	1260	30	4,47	3,72	134,162	111,564	2252	1296
P.44	1290	30	1,54	0,37	46,283	11,08	2298	1307
P.45	1320	30	0,8	0,98	24,047	29,382	2322	1336
P.46	1350	30	0,62	2,18	18,565	65,905	2341	1402
P.47	1380	30	0,82	0,63	24,703	19,024	2365	1421
P.48	1410	30	6,37	0	191,128	0	2557	1421
P.49	1440	30	30,3	0	911,425	0	3468	1421
P.50	1470	30	21,49	0	645,729	0	4114	1421
P.51	1500	30	14,13	0	423,715	0	4537	1421
P.52	1530	30	37,32	0	1119,679	0	5657	1421
P.53	1560	30	33,44	0	1003,211	0	6660	1421
P.54	1590	30	35,58	0	1060,227	0	7721	1421
P.55	1620	30	60,01	0	1775,62	0	9496	1421
P.56	1650	30	79,45	0	2383,617	0	11880	1421
P.57	1680	30	81,95	0	2458,462	0	14338	1421
P.58	1710	30	93,56	0	2806,762	0	17145	1421
P.59	1740	30	140,87	0	4211,133	0	21356	1421
P.60	1770	30	97,2	0	2808,903	0	24165	1421
P.61	1800	30	86,33	0	2531,568	0	26697	1421
P.62	1830	30	77,67	0	2227,557	0	28924	1421
P.63	1860	30	23,65	0	709,211	0	29633	1421
P.64	1890	30	1,09	0,54	32,83	16,436	29666	1438
P.65	1920	30	4,68	3,48	148,1	99,091	29814	1537
P.66	1950	30	0	2,96	0,094	82,952	29814	1620
P.67	1980	30	6,64	0,69	209,253	20,095	30024	1640
P.68	2010	30	2,8	0,39	87,183	11,326	30111	1651
P.69	2040	30	0,99	0,99	31,082	28,216	30142	1679
P.70	2070	30	1,56	0,22	47,217	6,83	30189	1686
P.71	2100	30	1,13	0,53	33,807	15,882	30223	1702
P.72	2130	30	0,89	0,75	26,711	22,387	30250	1724
P.73	2160	30	1,38	0,8	41,288	24,022	30291	1748
P.74	2190	30	1,68	0,46	49,861	14	30341	1762
P.75	2220	30	0,97	0,75	28,649	23,546	30369	1786
P.76	2250	30	0,81	0,87	24,293	26,491	30394	1812
P.77	2280	30	3,2	0,11	94,206	3,356	30488	1816
P.78	2310	30	2,21	0,29	66,335	8,74	30554	1825
P.79	2340	30	1,12	0,44	33,741	13,146	30588	1838
P.80	2370	30	1,38	0,54	41,739	15,78	30630	1853
P.81	2400	30	2,59	0,41	78,871	12,169	30709	1866
P.82	2430	30	1,54	1,11	46,752	32,501	30755	1898
P.83	2460	30	1,89	0,46	57,372	13,571	30813	1912
P.84	2490	30	1,92	0,87	57,188	26,252	30870	1938
P.85	2520	30	3,08	0,94	90,314	28,722	30960	1967
P.86	2550	30	1,54	0,16	45,993	4,753	31006	1971
P.87	2580	30	1,35	0,42	40,45	12,792	31047	1984
P.88	2610	30	1,15	0,91	34,441	27,168	31081	2011

**Annexes**

P.89	2640	30	1,01	0,46	30,466	13,549	31112	2025
P.90	2670	30	1,4	0,54	42,839	15,566	31154	2040
P.91	2700	30	1,26	0,91	38,422	26,566	31193	2067
P.92	2730	30	0,95	0,81	28,376	24,158	31221	2091
P.93	2760	30	0,83	0,59	24,806	17,786	31246	2109
P.94	2790	30	1,04	0,71	31,309	21,358	31277	2130
P.95	2820	30	0,98	2,27	29,265	68,406	31307	2199
P.96	2850	30	2,44	0,18	73,03	5,294	31380	2204
P.97	2880	30	1,88	0,33	56,274	9,838	31436	2214
P.98	2910	30	0,81	0,93	24,381	27,955	31460	2242
P.99	2940	30	1,13	0,38	33,784	11,365	31494	2253
P.100	2970	30	1,29	0,3	38,818	9,009	31533	2262
P.101	3000	30	2,35	0,16	70,351	4,947	31603	2267
P.102	3030	30	2,08	0,87	61,201	26,682	31664	2294
P.103	3060	30	1,41	0,39	42,523	11,373	31707	2305
P.104	3090	30	1,86	0,26	55,705	7,62	31763	2313
P.105	3120	30	1,33	0,19	39,942	5,734	31803	2319
P.106	3150	30	1,39	0,28	41,661	8,288	31844	2327
P.107	3180	30	2,98	0,35	90,439	10,287	31935	2337
P.108	3210	30	6,72	0,08	202,989	2,522	32138	2340
P.109	3240	30	1,67	3,3	50,547	97,519	32188	2437
P.110	3270	30	1,87	0,55	56,254	16,46	32245	2454
P.111	3300	30	2,83	0,67	86,13	19,896	32331	2474
P.112	3330	30	1,18	0,56	35,489	16,982	32366	2491
P.113	3360	30	3,84	0,24	116,216	7,009	32482	2498
P.114	3390	30	3,17	0,3	94,966	9,022	32577	2507
P.115	3420	30	1,24	0,3	37,372	8,801	32615	2515
P.116	3450	30	1,03	0,81	31,122	22,815	32646	2538
P.117	3480	30	1,21	0,18	36,422	5,335	32682	2544
P.118	3510	30	0,86	1,02	25,738	30,614	32708	2574
P.119	3540	30	1,18	0,62	35,335	18,504	32743	2593
P.120	3570	30	5,25	0,5	163,481	14,584	32907	2607
P.121	3600	30	3,87	1,6	122,008	45,49	33029	2653
P.122	3630	30	0,95	0,47	28,557	13,717	33057	2666
P.123	3660	30	1,73	0,81	53,688	23,336	33111	2690
P.124	3690	30	2,77	0,11	83,106	3,199	33194	2693
P.125	3720	30	1,61	0,2	48,625	5,979	33243	2699
P.126	3750	30	1,15	0,25	34,793	7,361	33278	2706
P.127	3780	30	11,48	0,14	328,012	4,318	33606	2711
P.128	3810	30	6,8	1,07	193,089	32,963	33799	2744
P.129	3840	30	1,57	0,28	48,04	8,209	33847	2752
P.130	3870	30	2,28	3,52	65,542	111,015	33912	2863
P.131	3900	30	0,67	1,14	20,024	34,585	33932	2897
P.132	3930	30	4,59	0,54	137,707	16,312	34070	2914
P.133	3960	30	1,41	0,53	42,8	15,506	34113	2929
P.134	3990	30	1,39	0,88	42,501	24,72	34155	2954

---

**Annexes**

---

P.135	4020	30	1,28	1,01	39,262	28,425	34195	2982
P.136	4050	30	1,31	0,56	39,941	16,398	34235	2999
P.137	4080	30	2,48	0,33	74,285	9,818	34309	3009
P.138	4110	30	0,81	1,43	24,286	42,79	34333	3051
P.139	4140	30	0,92	3,19	27,319	96,911	34360	3148
P.140	4170	30	1,1	0,31	32,749	9,357	34393	3158
P.141	4200	30	1,75	0,93	54,802	26,088	34448	3184
P.142	4230	30	0,81	1,1	24,561	32,501	34473	3216
P.143	4260	30	0,72	1,15	21,645	34,404	34494	3251
P.144	4290	30	0,96	1,28	28,944	38,416	34523	3289
P.145	4320	30	0,89	1,8	26,631	53,939	34550	3343
P.146	4350	30	0,81	2,19	24,339	65,797	34574	3409
P.147	4380	26,57	1,69	0,89	44,917	23,599	34619	3432
P.148	4403,134	11,57	0,82	1,42	9,441	16,413	34628	3449

## ANNEXE2 : LISTING D'IMPLANTATION

Els Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	280.3099 g	3.209	0.000	14405.489	2584.486
Arc 1	Rayon	-160.000 m	106.026	3.209	14402.433	2583.509
	Centre X	14353.732 m				
	Centre Y	2735.917 m				
Droite 2	Gisement	322.4964 g	173.045	109.235	14298.362	2585.803
Arc 2	Rayon	-190.000 m	60.116	282.280	14136.008	2645.688
	Centre X	14201.761 m				
	Centre Y	2823.948 m				
Droite 3	Gisement	342.6389 g	206.484	342.396	14083.807	2674.995
Arc 3	Rayon	148.000 m	122.835	548.880	13921.931	2803.181
	Centre X	13830.052 m				
	Centre Y	2687.155 m				
Droite 4	Gisement	289.8015 g	55.100	671.715	13806.444	2833.260
Arc 4	Rayon	-77.000 m	74.969	726.815	13752.049	2824.470
	Centre X	13739.767 m				
	Centre Y	2900.485 m				
Droite 5	Gisement	351.7844 g	46.835	801.784	13683.815	2847.585
Arc 5	Rayon	110.000 m	79.091	848.620	13651.639	2881.617
	Centre X	13571.708 m				
	Centre Y	2806.046 m				
Droite 6	Gisement	306.0108 g	162.304	927.711	13582.078	2915.556
Arc 6	Rayon	71.000 m	42.795	1090.014	13420.497	2930.857
	Centre X	13413.803 m				
	Centre Y	2860.174 m				
Droite 7	Gisement	267.6389 g	166.510	1132.809	13379.247	2922.196
Arc 7	Rayon	500.000 m	196.717	1299.319	13233.790	2841.153
	Centre X	13477.148 m				
	Centre Y	2404.373 m				
Droite 8	Gisement	242.5921 g	82.831	1496.036	13084.938	2714.488
Arc 8	Rayon	-50.000 m	48.967	1578.868	13033.564	2649.514
	Centre X	12994.343 m				
	Centre Y	2680.525 m				
Droite 9	Gisement	304.9393 g	120.282	1627.835	12990.467	2630.675
Arc 9	Rayon	-50.000 m	98.903	1748.117	12870.547	2639.998
	Centre X	12874.422 m				
	Centre Y	2689.848 m				
Droite 10	Gisement	30.8663 g	48.890	1847.020	12830.185	2713.152
Arc 10	Rayon	70.000 m	178.680	1895.910	12852.971	2756.406
	Centre X	12791.039 m				
	Centre Y	2789.032 m				
Droite 11	Gisement	268.3647 g	119.023	2074.589	12757.668	2850.565
Arc 11	Rayon	-80.000 m	94.158	2193.612	12653.041	2793.824
	Centre X	12614.903 m				
	Centre Y	2864.148 m				
Droite 12	Gisement	343.2931 g	42.625	2287.770	12564.597	2801.945
Arc 12	Rayon	160.000 m	138.122	2330.396	12531.453	2828.749
	Centre X	12430.841 m				
	Centre Y	2704.342 m				
Droite 13	Gisement	288.3360 g	28.314	2468.518	12401.690	2861.664
Arc 13	Rayon	-150.000 m	80.904	2496.832	12373.849	2856.505
	Centre X	12346.520 m				
	Centre Y	3003.994 m				
Droite 14	Gisement	322.6727 g	49.285	2577.736	12294.221	2863.407
Arc 14	Rayon	100.000 m	79.551	2627.021	12248.029	2880.591
	Centre X	12213.163 m				
	Centre Y	2786.866 m				

## Annexes

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 15	Gisement	272.0290 g	48.535	2706.572	12170.626	2877.368
Arc 15	Rayon	-550.000 m	145.404	2755.107	12126.701	2856.723
	Centre X	11892.749 m				
	Centre Y	3354.484 m				
Droite 16	Gisement	288.8594 g	128.907	2900.512	11988.506	2812.884
Arc 16	Rayon	-70.000 m	57.327	3029.418	11861.568	2790.441
	Centre X	11849.381 m				
	Centre Y	2859.372 m				
Droite 17	Gisement	340.9957 g	43.078	3086.745	11807.355	2803.391
Arc 17	Rayon	250.000 m	239.523	3129.823	11772.904	2829.254
	Centre X	11622.813 m				
	Centre Y	2629.323 m				
Droite 18	Gisement	280.0018 g	57.441	3369.346	11545.565	2867.089
Arc 18	Rayon	-61.500 m	50.093	3426.786	11490.935	2849.340
	Centre X	11471.933 m				
	Centre Y	2907.831 m				
Droite 19	Gisement	331.8556 g	90.087	3476.879	11442.427	2853.871
Arc 19	Rayon	61.500 m	99.456	3566.967	11363.385	2897.092
	Centre X	11333.879 m				
	Centre Y	2843.132 m				
Droite 20	Gisement	228.9038 g	46.533	3666.422	11278.610	2870.105
Arc 20	Rayon	-77.000 m	181.929	3712.955	11258.201	2828.286
	Centre X	11189.002 m				
	Centre Y	2862.057 m				
Droite 21	Gisement	379.3189 g	68.373	3894.884	11116.029	2837.480
Arc 21	Rayon	61.500 m	89.068	3963.257	11094.206	2902.277
	Centre X	11035.923 m				
	Centre Y	2882.648 m				
Droite 22	Gisement	287.1200 g	97.626	4052.325	11023.565	2942.893
Arc 22	Rayon	58.000 m	103.214	4149.951	10927.930	2923.276
	Centre X	10939.585 m				
	Centre Y	2866.459 m				
Droite 23	Gisement	173.8305 g	149.969	4253.165	10886.416	2843.283
				4403.134	10946.343	2705.807
Longueur totale de l'axe 4403.134 mètre(s)						