



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



N° d'ordre : M ...../GCA/2022

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTERACADEMIQUE

**Filière : Travaux Publics**

**Spécialité : VOA**

**Thème**

**ETUDE D'UN TRACE ROUTIER DU CW14  
RELIZANE RELIANT LA DAIRA DE ZEMOURA  
A LA DAIRA DE AMMI MOUSSA SUR 5,2 KM**

**Présenté par :**

-Mme AYACHE Marwa

**Soutenu le 26/ 06/ 2022 devant les membres du jury composé de :**

**Président:** Mr BELGUESMIA NOUREDDINE

**Examineur :** Mr SOLTANE BENALLOU KADOUR

**Invité d'honneur :** Mr CHERIF MOURAD

**Encadrante :** Mme GUERZOU TOURKIA

**Co-Encadrant:** Mr ZELMAT YASSINE

**Année Universitaire : 2021 / 2022**

# Remerciements

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

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

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

Nous tenons également à remercier les membres du jury:

- **Mr CHERIF MOURAD**
- **Mr BELGUESMIA NOUREDDINE**
- **Mr SOLTANE BENALLOU KADOUR**

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

Nos plus grands remerciements vont:

- **Au D.T.P de Mostaganem.**

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

# *Dédicaces*

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

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

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

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

## RESUME

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tronçon routier qui consiste à étudier le tracé de la CW14 reliant la daïra de Zemoura avec la Daïra de Ammi moussa sur 5,2 Km et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier.

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

Avec la catégorie de notre route est la catégorie 03. Et

- TJMA=1100 v/j.
- Année de comptage : 2020
- Année de mise en service : 2025.
- Le pourcentage des poids lourds :  $Z = 35\%$ .
- Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau = 5\%$ .
- La durée de vie: 10ans.

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

## ABSTRACT

Our final study project is part of a road section which consists in studying the layout of the CW14 connecting the daïra of Zemoura with the Daïra of Ammi moussa over 5.9 km and this within the framework of the forecasts of the national land use plan of the road master plan.

In our road project, we have introduced along the two routes connecting curves, respecting the standards imposed by the B40 to ensure the comfort and safety of the user because any negligence can be fatal.

With the category of our road is the category 03. And

ADT=1100 v/d.

Year of counting: 2020

Year of operation: 2025.

The percentage of heavy trucks:  $Z = 35\%$ .

Annual traffic growth rate:  $\tau = 5\%$ .

Lifetime: 10 years.

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

## نبذة مختصرة

مشروع نهاية الدراسة هو جزء من مسار يتكون من الطريق الرابط بين دائرة زمورة ودائرة عمي موسى بطول 5.90 كم وهذا في إطار توقعات مخطط التخطيط الإقليمي الوطني للخطة الرئيسية للطريق في مشروع منحدر الطريق، قدمنا منحنيات اتصال على طولاً لمسارين، مع مراعاة المعايير التي تفرضها B40 لضمان راحة وأمان المستخدم لأن أي إهمال يمكن أن يكون قاتلاً.  
مع فئة طريقنا هي الفئة 03. مع

- متوسط الحركة اليومية  $TJMA (2020) = 1100$  س.ح.ث / يوم
- النسبة المئوية (%) من مركبات البضائع الثقيلة = 35%
- معدل نم والحركة السنوية = 5%
- وقت الدراسة والتنفيذ: ن = 4 سنوات
- عمر الطريق: 10 سنة

يتم إجراء العمليات الحسابية يدوياً و على طريق برنامج COVADIS 2013

# SOMMAIRE

Dédicace

Remerciement

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale ..... 01

## Chapitre I : Présentation et contexte du projet

I-1- Contexte de projet ..... 02

I-2 - Découpage administratif .....02

I-3 - Infrastructures routières ..... 04

I-4 -Infrastructures portuaires ..... 03

I-5-Donnes de base ..... 03

I-5-1- levé topographique ..... 03

I-5-2-Catégorie de la route ..... 04

I-5-3-Trafic ..... 04

## Chapitre II : Etude des variantes

II-1-Tracé En Plan ..... 06

II-1-1-Définition ..... 06

II-1-2-Règles à respecter dans le tracé en plan ..... 06

II-1-3-Les éléments de tracé en plan ..... 06

II-1-3-1-Alignement droit ..... 07

II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements ..... 07

II-1-3-3- Arcs en cercle ..... 07

II-1-4- Les variantes ..... 08

II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre ..... 08

II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires .....	09
II-1-4-3- Environnement de la route .....	10
II-1-4-4- La vitesse de référence .....	10
II-1-4-5- Courbes en plan .....	10
II-1-4-6- Calcul des Cubatures Approchées .....	11
II-2- Etude des variantes.....	13
II-2-1- Etude de la variante 1 .....	13
II-2-1-1- Introduction .....	13
II-2-1-2- Les coordonnées des sommets .....	14
II-2-1-3- Calcul de gisements et des angles au centre .....	15
II-2-1-4- Environnement de la route .....	17
II-2-1-5- La vitesse de référence .....	29
II-2-1-6- Stabilité en courbe .....	30
II-2-1-7- Détermination des éléments des raccordements circulaire .....	33
II-2-1-8- Cubatures Approchées .....	35
II-2-2-Etude de la variante 2 .....	43
II-2-2-1- les coordonnées des sommets .....	43
II-2-2-2- Calcul de gisements et des angles au centre .....	43
II-2-2-3- Environnement de la route .....	44
II-2-2-4- La vitesse de référence .....	53
II-2-2-5- Stabilité en courbe .....	53
II-2-2-6- Détermination des éléments des raccordements circulaire .....	55
II-2-2-7- Cubatures Approchées .....	56
II-2-3- Le choix de la variante .....	61
II-3- Conclusion .....	61

### **Chapitre III : Profil en long**

III-1- Définition .....	63
III-2- La ligne de projet (ligne rouge) .....	63
III-3- Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	63
III-4- Les éléments de composition du profil en long .....	64
III-5- Coordination entre le tracé en plan et le profil en long .....	64
III-6- Déclivité .....	64
III-7- Les raccordements en profil en long .....	66

III-8- Eléments nécessaire au calcul du profil en long .....	69
III-9- Détermination pratique du profil en long .....	69
III-10- Application du projet .....	71

## **Chapitre IV : Les raccordements progressif**

IV-1- Introduction .....	76
IV-2- Définition de la Clothoïde .....	76
IV-3- Les éléments de la clothoïde .....	76
IV-4- Propriétés de la clothoïde .....	77
IV-5- Les conditions de raccordement .....	77
IV-5-1- Condition de confort optique .....	78
IV-5-2- Condition de confort dynamique .....	78
IV-5-3- Condition de gauchissement.....	78
IV-5-4- La Vérification de non chevauchement .....	78
IV-6- Notion de devers .....	78
IV-6 -1- Devers en alignement .....	79
IV-6 -2- Devers en courbe .....	79
IV-6-3- Rayon de courbure .....	79
IV-6 -4- Calcul des devers .....	79
IV-7- Application de projet .....	80
IV-7-1- Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie .....	80
IV-7-2- Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement .....	81
IV-7-3 : Calcul des paramètres des deux clothoïde .....	82

## **Chapitre V : Etude du trafic**

V-1- Introduction .....	85
V-2- Analyse de trafic .....	85
V-3- Mesure des trafics .....	85
V-4- Différents types de trafic .....	86
V-4-1- Trafic normal.....	86
V-4-2 Trafic dévie .....	86
V-4-3 Trafic induit .....	86
V-4-4- Trafic total .....	87
V-5- Calcul de la capacité .....	87



V-5-1- Définition de la capacité .....	87
V-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon .....	87
V-5-3- Calcul de trafic effectif .....	87
V-5-4- débit de point horaire normal .....	88
V-5-5- Débit horaire admissible .....	88
V-5-6- Déterminations du nombre des voies .....	89
V-6- Application de projet .....	89
V-6-1- Projection future de trafic .....	89
V.6.2 Calcul du trafic effectif .....	90
V-6-3- Débit de pointe horaire normal .....	90
V-6-4- La capacité admissible .....	90
V.6.5 : Le nombre des voies .....	91
V-7- Conclusion .....	91

## **Chapitre VI : Paramètres cinématiques**

VI-1- Définition .....	93
VI-2- Distance de freinage .....	93
VI-2-1 Application .....	94
VI-3- Temps de perception et de réaction .....	95
VI-4- Distance d'arrêt .....	96
VI.4.1 Application .....	96
VI-5- Distance de perception .....	96

## **Chapitre VII : Dimensionnement du corps de chaussée**

VII-1- Introduction .....	99
VII-2- La chaussée .....	99
VII-2-1 Définition .....	99
VII-2-2 Différents types de chaussées .....	100
VII-2-2-1- Chaussée souple .....	100
VIII-2-2-2- Chaussée semi-rigide .....	101
VII-2-2-3 - Chaussée rigide .....	102
VII-3- Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement .....	102
VII-3-1 - Trafic .....	103
VII-3-2 – Environnement .....	103

VII-3-3 - Le Sol Support .....	103
VII-3-4 – Matériaux .....	104
VII-4- Méthodes De Dimensionnement .....	104
VII-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) .....	104
VII-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials) .....	106
VII-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	106
VII-5- Application au Projet .....	106
VII-5- 1- Données de l'étude .....	106
VII-5- 2- Répartition de trafic .....	107
VII-5- 3- Calcul d'épaisseur .....	107
VII-5- 4- Epaisseur équivalente .....	107

## **Chapitre VIII : Profil en travers**

VIII-1- Définition .....	110
VIII-2- Types De Profil En Travers .....	110
VIII-2-1- profil en travers type .....	110
VIII-2-2- profil en travers courants .....	110
VIII-3- Les éléments de composition du profil en travers .....	110
VIII-4- Application au projet .....	112

## **Chapitre IX : Cubatures et mouvements des terres**

IX-1- Introduction .....	114
IX-2- Cubatures terrassements .....	114
IX-3- Méthode utilisée .....	114
IX-3-1- Description de la Méthode .....	114
IX-4- Mouvement des terres .....	115
IX-4-1- Métré de terrassement .....	115
IX-4-2- Foisonnement .....	116
IX-4-3- Moment de transport .....	116
IX-4-4- Distance moyenne de transport .....	116
IX-4-5- Epure de LALANNE .....	116
IX-4-6- Principe de l'épure de LALANNE .....	117
IX-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE .....	117
IX-4-8- Ligne de répartition des sens de transport .....	117

IX-5- Calculs des cubatures .....	118
-----------------------------------	-----

## **Chapitre XI : Signalisation routière**

XI -1- Introduction .....	124
XI-2- L'objectif de la signalisation routière .....	124
XI-3- Règles à respecter pour la signalisation .....	124
XI-4- Types de signalisations .....	124
XI -5- Caractéristiques générales des marques .....	127
XI-6- Application au projet .....	127
XI-7- Eclairage .....	129
XI-7-1- Introduction.....	129
XI-7-2- Catégorie d'éclairage.....	129
XI-7-3- Paramètre de l'implantation des luminaires.....	129
XI-7-4- Application au projet.....	130
XI-7- Conclusion .....	130

## **Chapitre XI : Estimation Du Coût Du Projet**

XI-1 : Calcul du cout du projet.....	132
<b>Conclusion générale</b> .....	133

## **ANNEXE**

## *Liste des figures*

<b>Figure I.1</b> Tronçon de notre projet .....	02
<b>Figure I.2</b> levé topographique .....	03
<b>Figure II.1</b> Les éléments de tracé en plan .....	06
<b>Figure II.2</b> Détermination de l'angle au centre .....	09
<b>Figure II.3</b> Les éléments d'un raccordement circulaire .....	09
<b>Figure II.4</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	12
<b>Figure II.5</b> Calcul de surfaces cas de remblai .....	12
<b>Figure II.6</b> Calcul de surfaces cas de déblai .....	13
<b>Figure II.7</b> La dénivelée cumulée moyenne H/L .....	19
<b>Figure III.1</b> Eléments du profil en long .....	69
<b>Figure III.2</b> Pratiques du profil en long .....	70
<b>Figure IV.1</b> Les éléments de la clothoïde .....	76
<b>Figure IV.2</b> La propriété de clothoïde .....	77
<b>Figure VI.1</b> Distance de freinage .....	93
<b>Figure VI.2</b> Temps de perception-réaction .....	96
<b>Figure VI.3</b> Distance de perception .....	97
<b>Figure VII.1</b> Structure type d'une chaussée souple .....	101
<b>Figure VII.2</b> Structure type d'une chaussée semi-rigide .....	102
<b>Figure VII.3</b> Structure type d'une chaussée rigide .....	102
<b>Figure VII.4</b> La structure de chaussée .....	108
<b>Figure VIII.1</b> Les éléments constitutifs du profil en travers .....	111
<b>Figure VIII.2</b> Le profil en travers .....	112
<b>Figure VIII.3</b> Dimensions du fossé .....	112
<b>Figure IX.1</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	115
<b>Figure IX.2</b> L'épure de LALANNE .....	117
<b>Figure IX.3</b> Sens de transport .....	117
<b>Figure X.1</b> Types de modulation .....	126
<b>Figure X.2</b> Flèche de signalisations.....	127
<b>Figure X.3</b> Signalisations Verticales.....	128
<b>Figure X.4</b> Paramètres de l'implantation des luminaires.....	130

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau II.1:</b> Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1 .....	14
<b>Tableau II.2 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01" .....	15
<b>Tableau II.3 :</b> dénivelé de profil "variante 01 " .....	17
<b>Tableau II.4 :</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01 " .....	28
<b>Tableau II.5:</b> Sinuosité "variante 01" .....	28
<b>Tableau II.6 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01" .....	29
<b>Tableau II.7 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante 01 " .....	29
<b>Tableau II.8:</b> Devers en fonction de l'environnement .....	21
<b>Tableau II.9 :</b> Valeur du coefficient ft .....	30
<b>Tableau II.10 :</b> Valeur du coefficient « F"» .....	30
<b>Tableau II.11:</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 1" .....	33
<b>Tableau II.12:</b> Cubatures approchées de la 'variante 01' .....	35
<b>Tableau II.13 :</b> les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2" .....	43
<b>Tableau II.14 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 " .....	43
<b>Tableau II.15 :</b> dénivelé de profil 'variante 02' .....	44
<b>Tableau II.16:</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée 'variante 02' .....	52
<b>Tableau II.17 :</b> Sinuosité 'variante 02' .....	52
<b>Tableau II.18 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02' .....	32
<b>Tableau II.19 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' variante 02' .....	53
<b>Tableau II.20 :</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 2 " .....	55
<b>Tableau II.21 :</b> Cubatures approchées de la 'variante 02 ' .....	34
<b>Tableau II.22 :</b> Comparaison entre les deux variantes .....	56
<b>Tableau III.1:</b> Valeur de déclivité maximal .....	65
<b>Tableau III.2 :</b> Rayons convexes .....	67
<b>Tableau- III.3 :</b> Rayons concaves (angle rentrant). Cat3, V80 .....	68
<b>Tableau III.4 :</b> Caractéristique des rayons verticaux .....	71
<b>Tableau III.5:</b> les valeurs de tangente et la flèche .....	74
<b>Tableau IV.1 :</b> Devers .....	79
<b>Tableau IV.2:</b> Longueur de la clothoïde .....	82
<b>Tableau IV.3:</b> Paramètres de clothoïde .....	82

<b>Tableau V.1</b> coefficient d'équivalence "p" (selon le B40) .....	88
<b>Tableau V.2</b> : Coefficient « K1 » .....	88
<b>Tableau V.3</b> : Coefficient « K2» .....	88
<b>Tableau V.4</b> : valeurs de <i>Cth</i> capacité théorique du profil en travers en régime stable .....	89
<b>Tableau V.5</b> : résultats du calcul de trafic .....	91
<b>Tableau VI.1</b> : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40) .....	93
<b>Tableau VII. 1</b> : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR .....	103
<b>Tableau VII. 2</b> : Les classes de portance des sols .....	104
<b>Tableau VII.3</b> : Coefficient d'équivalence .....	105
<b>Tableau VII.4</b> : épaisseurs du corps de chaussée .....	108
<b>Tableau IX.1</b> : cubatures détaillées .....	118
<b>Tableau. X.1</b> : Caractéristiques des lignes discontinues .....	126

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

De tous temps, la communication est restée le principal souci de l'homme. En effet une grande partie des réalisations humaines s'est portée vers le moyen de se déplacer, de s'informer et d'échanger.

Actuellement la richesse d'un pays peut se mesurer à la puissance de ses moyens de communication. De ce fait notre pays a fourni, depuis l'aube de l'indépendance, un effort pour le développement du réseau routier.

La route reste donc un moyen de communication très important dans la vie économique, industrielle et même sociale.

Depuis des siècles, l'homme a pensé à ce moyen de communication et les tracés étaient différemment conçus selon les moyens de transports de chaque époque.

Les routes modernes doivent permettre une circulation commode et sûre des véhicules et en même temps une réalisation économique, à bon marché. Les conditions actuelles dans lesquelles se développe aujourd'hui la circulation sont caractérisées par certains facteurs de base (le trafic, la vitesse de circulation...). Ces éléments conditionnent les caractéristiques des véhicules et en même temps la conception et les structures des routes.

Certains tracés ne répondent pas au trafic actuel et sont composés de virages qui n'obéissent pas aux normes assurant confort et sécurité de l'utilisateur.

C'est dans ce contexte que le présent mémoire fera objet d'une étude d'un tronçon du CW14 reliant la daïra de Zemoura au la Daïra de Ammi moussa sur 5,2 Km.

# **Chapitre I**

## **Présentation Et Contexte**

### **Du Projet**



## PRESENTATION ET CONTEXTE DU PROJET

Suite à la demande de la direction des travaux publics de la wilaya de Relizane désignée par le terme « client », le projet concernant consiste à étudier le tracé du chemin de wilaya CW14 reliant la daïra de Zemoura avec la Daïra de Ammi moussa sur 5,2 Km.

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



**Figure I.1:**Tronçon de notre projet.

### I-1 - CONTEXTE DE PROJET :

La wilaya est située au Nord-ouest du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au nord par la wilaya de Mostaganem et Chlef ;
- Au sud par la wilaya de Mascara et Tiaret ;
- A l'ouest par la wilaya de Mascara, Mostaganem;
- A l'est par la wilaya de Chlef, Tiaret et Tissemsilt

Le Chef lieu de la wilaya est située à 280 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La wilaya s'étend sur une superficie de 4 851,21 km<sup>2</sup>.

### I-2 - DECOUPAGE ADMINISTRATIF :

Daïras et nombre de communes :

- 13Daïras.
- 38Communes.
- 6Subdivisionsdetravauxpublics(STP).
- 14Unités d'Intervention Routière(UIR).

- 10 Maisons cantonnières.

### **I-3-INFRASTRUCTURES ROUTIERES:**

- RN : 314,677 kms
- CW: 476,36 kms
- CC: 2083 Kms
- Autoroute est-ouest : 84.7 kms
- Pénétrante: 28 kms
- Les ouvrages d'art sur RN : 46
- Les ouvrages d'art sur CW : 44.
- Les ouvrages d'art sur CC : 55
- Les ouvrages d'art sur Autoroute est-ouest: 56
- Les ouvrages d'art sur pénétrante: 14
- 02 trimé au centre-ville
- Aéroport de classe C : fermé à la circulation

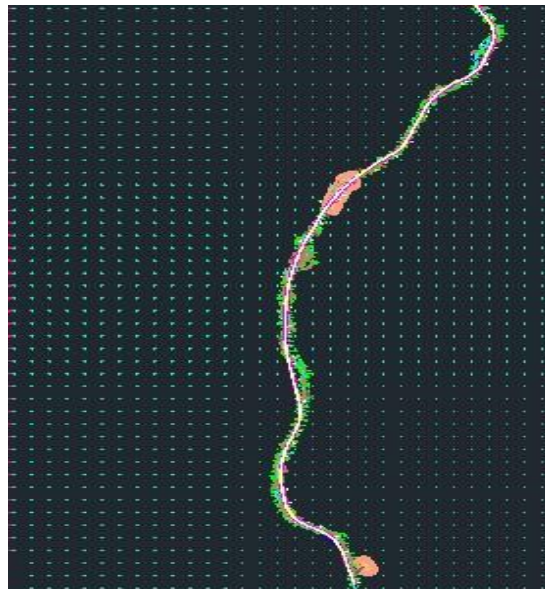
L'objet de l'étude d'une trace neuf sur 5,9 kms du chemin de willaya (CW14) reliant Zemmora à Ammi Moussa.

### **I-4- DONNES DE BASE:**

#### **I-4-1- Levé topographique:**

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

**Figure I.2:Levétopographiq**



### **I-4-2-Catégorie de la route:**

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

Les routes Algériennes ont classées cinq catégories fonctionnelles et sont comme suit:

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économique et les centres industriels lourdes considérés deux a deux, et liaison assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons deraccordementdespôlesd'industrieslégersdiversifiéesavecleréseau précédent.
- **Catégorie3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1et2.
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie5** : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

### **I-4-3-TRAFFIC:**

- TJMA=1100 v/j.
- Année de comptage : 2020
- Année de mise en service : 2025.
- Le pourcentage des poids lourds :  $Z = 35\%$ .
- Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau = 5\%$ .
- La durée de vie: 10 ans.

# **Chapitre II**

## **Etude Des Variantes**

## II-1- TRACE EN PLAN :

### II-1-1- Définition :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale. Le tracé en plan d'une route constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

### II-1-2- Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan, suivant les normes, on doit respecter certaines recommandations :

- Respecter les normes de l'ARP (l'aménagement des routes principales) ;
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants ;
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques. Si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement;
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;
- De recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et une visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversée).

### II-1-3- Les éléments de tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments géométriques:

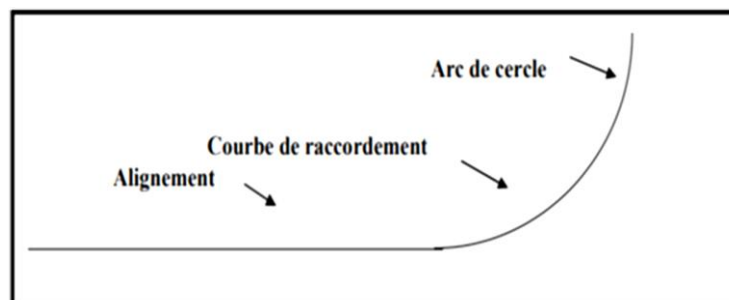


Figure II.1 : Les éléments de tracé en plan.

### II-1-3-1- Alignement droit:

Bien que le principe de la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes modernes est restreint. La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- Eblouissement causé par les phares ;
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents ;
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne ;
- Des sinuosités avant et après l'alignement ;
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 80 %.

### II-1-3-2- 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.

- $L_{min} = 5 \times \frac{VB}{3.6}$  : vitesse de base en **km/h**

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

- $L_{max} = 60 \times \frac{VB}{3.6}$

### II-1-3-3- Arcs en cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

### II-1-4- Les variantes :

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

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

#### II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

##### ❖ Gisement :

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

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

##### • Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

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

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

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

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

##### ❖ Distance :

La distance  $S_1S_2$  est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

❖ L'angle au centre :

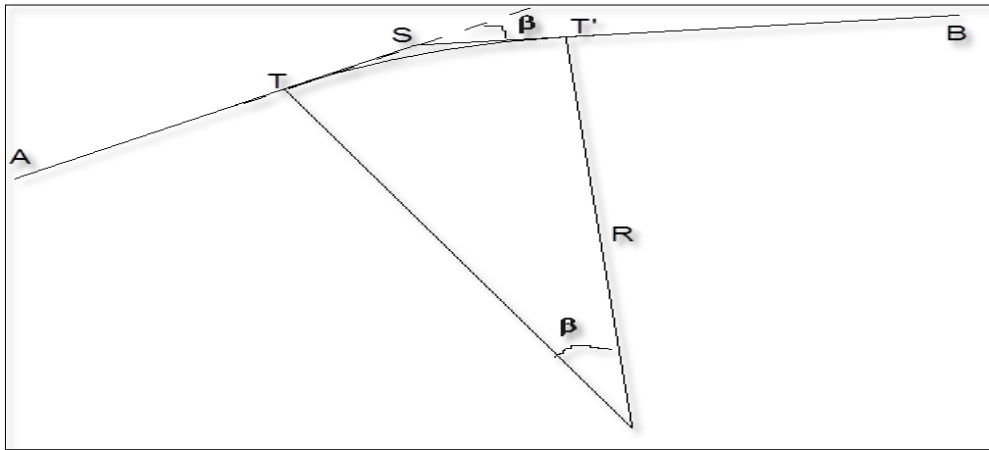


Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre.

D'après le cas de Figure. II.1, l'angle au centre  $\beta$  est donné par :  $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires :

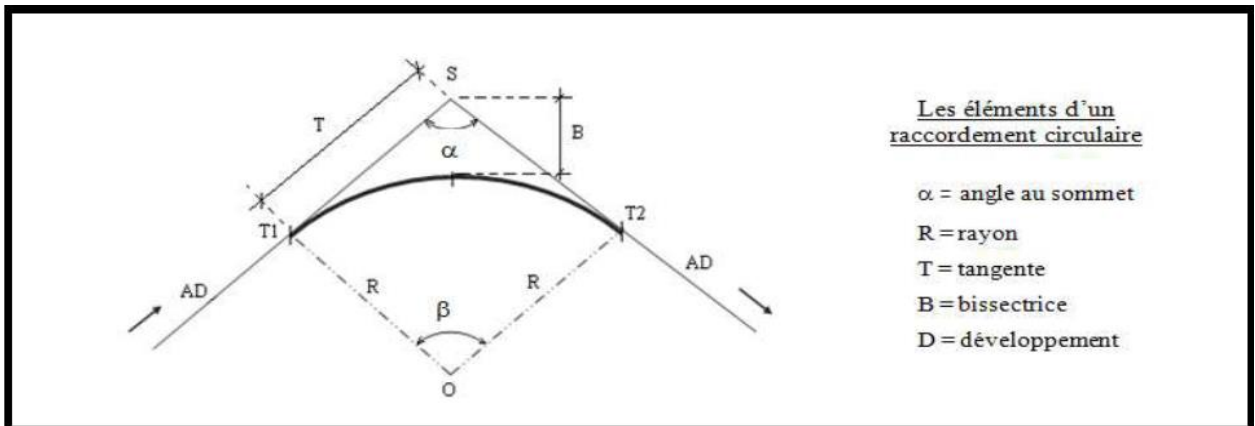


Figure II. 3 : Les éléments d'un raccordement circulaire.

• angles de déviation au sommet  $\alpha$  :

Quand on prolonge les alignements droits confondus avec l'axe de route.

❖ La tangente

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

❖ Bissectrice :

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



❖ **La développée :**

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$$

❖ **La flèche :**

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

**II-1-4-3- Environnement de la route : « Ei »**

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

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

**II-1-4-4- La vitesse de référence :**

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

- La catégorie.
- L'environnement.

**II-1-4-5- Courbes en plan :**

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

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

❖ **Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :**

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

$$RHm = \frac{Vr(\text{km/h})^2}{127(f_t + d_{\text{max}})}$$

❖ **Le rayon minimal normal (RHN) :**

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

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

❖ **Le rayon au devers minimal RHd :**

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

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

$D_{\min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$D_{\min} = 3\%$  en catégorie 3 – 4

❖ **Le rayon non déversé RHnd :**

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

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

### II-1-4-6- Calcul des Cubatures approchés :

❖ **Méthode de calcul approximatif :**

$$V_t = \left( \frac{S_1 + S_2}{2} \right) d_1 + \left( \frac{S_2 + S_3}{2} \right) d_2 + \dots + \left( \frac{S_n + S_{n+1}}{2} \right) d_{n+1}$$

Par conséquent

$$V_t = \left( \frac{d_1}{2} \right) S_1 + \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right) S_2 + \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right) S_3 + \dots + \left( \frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) S_{n+1}$$

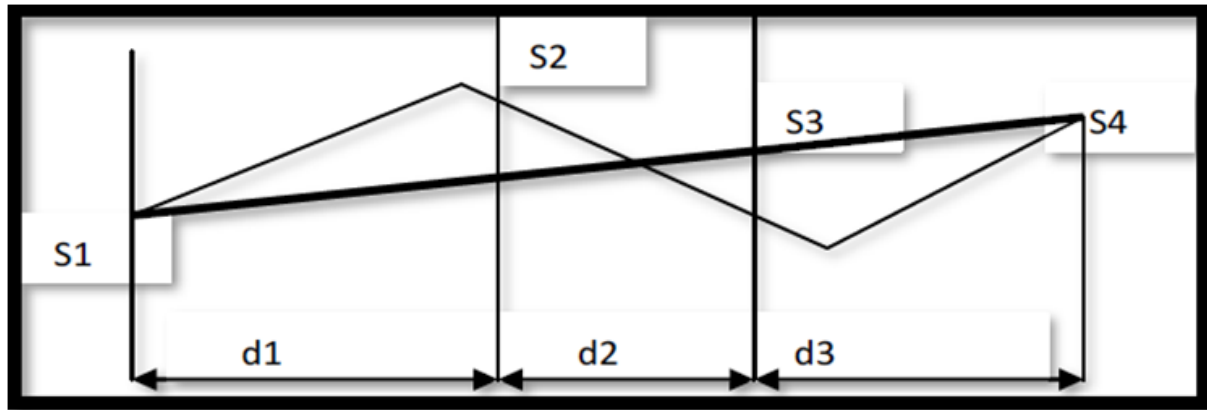


Figure II.4 : Schéma représentant la surface entre profil.

❖ Calcul des surfaces :

• En remblai :

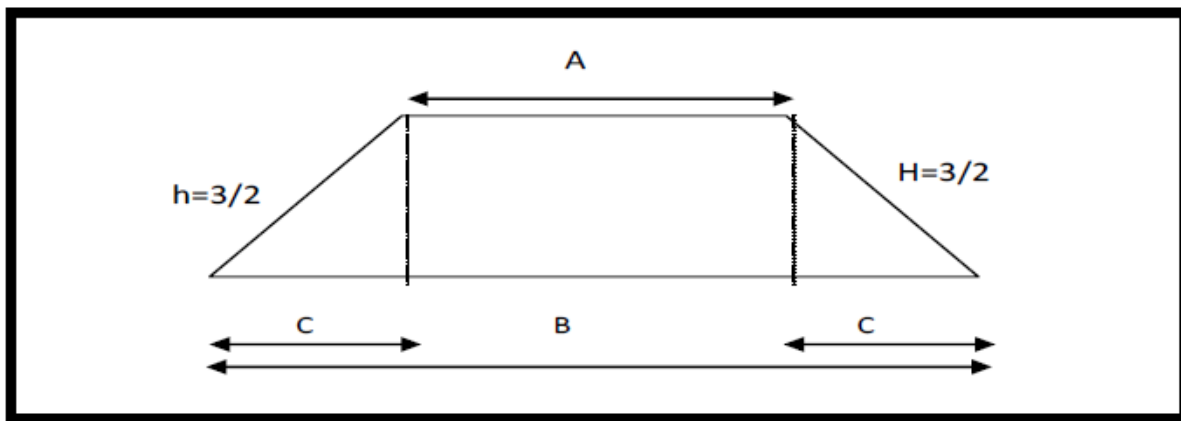


Figure II.5: Calcul de surfaces cas de remblai.

Avec :

- $A$  : largeur de la chaussée les 2 Accotements.
- $Tg \alpha = P = 2/3 = h/c$
- $c = 3h / 2$
- $h$  : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- $B = A + 2c = A + 3h$

D'où:  $S = (A + B) h/2 \Rightarrow SR = Ah + 3 h^2/2$

- En déblai :

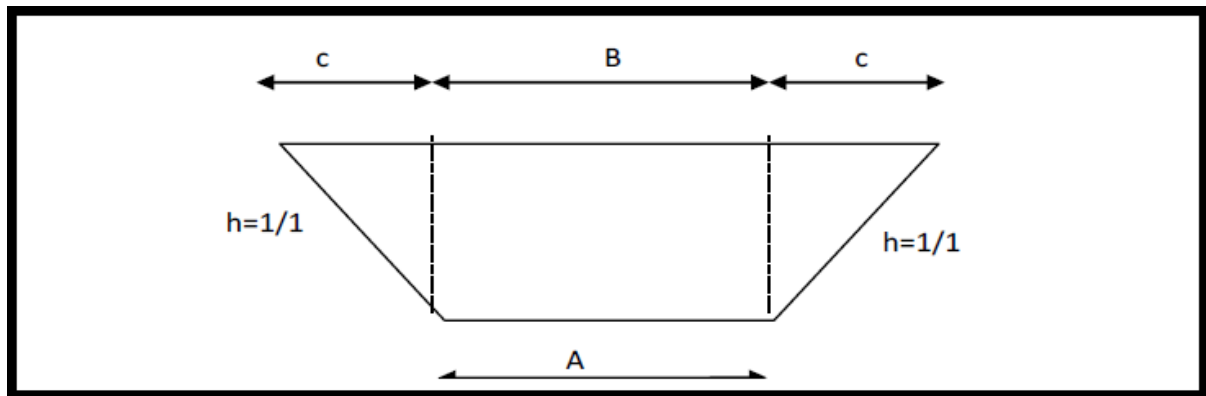


Figure II.6: Calcul de surfaces cas de déblai.

Avec :

- ✓ **h** : différence entre C.T.N et C.P.
- ✓ **A** : largeur de la chaussée + 2 accotements
- ✓ **SD** =  $Ah + h^2$

## II-2- Etude des variantes :

### II-2-1- Etude de la variante 1 :

#### II-2-1-1- Introduction :

Définir les caractéristique d'une route, c'est conserver les trois éléments géométrique simples qui la composent :

- Le tracé en plan, projection de la route sur u plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le Cylindre à génératrice.
- Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.
- Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments.

L'exigence qui prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures a écouler le trafic qu'elles supportent.

Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de courbes. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan

### II-2-1-2- Les coordonnées des sommets :

**Tableau II.1:** Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1".

Points	X	Y
A	601831,8744	885029,1391
S1	601811,1465	885217,5738
S2	601748,0140	885384,3262
S3	601710,5492	885420,0834
S4	601620,1750	885458,3615
S5	601555,3405	885499,6348
S6	601501,3433	885525,7162
S7	601467,3285	885555,3281
S8	601395,6683	885714,1757
S9	601390,5967	885758,1511
S10	601392,5216	885947,3045
S11	601533,3485	886354,2979
S12	601549,7933	886707,3517
S13	601533,4551	886754,1876
S14	601491,4402	886798,3333
S15	601441,9274	886904,1156
S16	601434,8370	886973,7406
S17	601450,4151	887049,7693
S18	601432,6058	887262,1766
S10	601446,9624	887401,8522
S20	601448,8795	887455,8394
S21	601462,5672	887507,5359
S22	601567,0061	887616,9271
S23	601532,0345	887720,0745
S24	601541,2675	887770,8020
S25	601607,7092	887836,6732
S26	601740,5796	888187,6026
S27	601913,2661	888309,3426
S28	602085,6626	888480,8396

S29	602266,6815	888887,7121
S30	602324,4728	888950,6080
S31	602421,9685	888996,9375
S32	602498,1043	889059,4866
S33	602517,8295	889103,9994
S34	602530,9292	889251,6178
S35	602641,5904	889387,8761
S36	602641,5526	889451,3853
B	602495,9910	889668,0587

### II-2-1-3- Calcul de gisements et des angles au centre :

Tableau II.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01".

Points	DX	DY	gisement g	G	distance	Bit
A-S1	-20,7278	188,4347	6,9748	393,0252	189,5713	
S1-S2	-63,1325	166,7524	23,0408	376,9592	178,3033	16,065979
S2-S3	-37,4648	35,7572	51,4844	348,5156	51,7899	28,443648
S3-S4	-90,3742	38,2781	74,4943	325,5057	98,1463	23,009852
S4-S5	-64,8344	41,2733	63,9104	336,0896	76,8569	10,583864
S5-S6	-53,9972	26,0814	71,3542	328,6458	59,9662	7,4438238
S6-S7	-34,0148	29,6118	54,3984	345,6016	45,0984	16,955783
S7-S8	-71,6601	158,8477	26,9792	373,0208	174,2635	27,419195
S8-S9	-5,0716	43,9754	7,3098	392,6902	44,2669	19,66947
S9-S10	1,9249	189,1534	0,6478	0,6478	189,1632	7,957594
S10-S11	140,8269	406,9934	21,2073	21,2073	430,6690	20,559435
S11-S12	16,4448	353,0538	2,9631	2,9631	353,4366	18,244107
S12-S13	-16,3382	46,8359	21,3675	378,6325	49,6038	24,330637
S13-S14	-42,0150	44,1457	48,4260	351,5740	60,9434	27,058516
S14-S15	-49,5127	105,7823	27,8695	372,1305	116,7964	20,556522
S15-S16	-7,0905	69,6250	6,4609	393,5391	69,9851	21,40855
S16-S17	15,5781	76,0287	12,8661	12,8661	77,6083	19,327072

S17-S18	-17,8093	212,4073	5,3253	394,6747	213,1526	18,191424
S18-S19	14,3566	139,6756	6,5206	6,5206	140,4114	11,845892
S19-S20	1,9171	53,9872	2,2597	2,2597	54,0212	4,260938
S20-S21	13,6877	51,6965	16,4777	16,4777	53,4779	14,21805
S21-S22	104,4389	109,3912	48,5259	48,5259	151,2413	32,048148
S22-S23	-34,9717	103,1475	20,8100	379,1900	108,9147	69,33585
S23-S24	9,2330	50,7275	11,4618	11,4618	51,5609	32,271765
S24-S25	66,4417	65,8712	50,2745	50,2745	93,5602	38,812714
S25-S26	132,8704	350,9294	23,0421	23,0421	375,2413	27,232401
S26-S27	172,6865	121,7400	60,9078	60,9078	211,2848	37,865718
S27-S28	172,3965	171,4970	50,1665	50,1665	243,1703	10,741291
S28-S29	181,0189	406,8725	26,6494	26,6494	445,3236	23,517145
S29-S30	57,7913	62,8959	47,3089	47,3089	85,4150	20,659546
S30-S31	97,4957	46,3295	71,7591	71,7591	107,9437	24,450157
S31-S32	76,1358	62,5491	56,2170	56,2170	98,5345	15,542065
S32-S33	19,7252	44,5128	26,5554	26,5554	48,6875	29,661631
S33-S34	13,0997	147,6184	5,6346	5,6346	148,1985	20,920782
S34-S35	110,6612	136,2583	43,4239	43,4239	175,5341	37,789303
S35-S36	-0,0378	63,5092	0,0379	399,9621	63,5092	43,461764
S36-B	-145,5616	216,6733	37,6592	362,3408	261,0278	37,621359

### II-2-1-4- Environnement de la route :

#### A)- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » :

Tableau II.3 : dénivelé de profil "variante 01 ".

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,0000	12,5000	601831,8744	885029,1391	523,5606	0
P2	25,0000	25,0000	601829,1408	885053,9892	523,7324	0,1718
P3	50,0000	25,0000	601826,4073	885078,8393	523,8659	0,1335
P4	75,0000	22,2147	601823,6738	885103,6894	523,9578	0,0918
P5	94,4294	12,5000	601821,5494	885123,0023	524,0004	0,0426
P6	100,0000	15,2853	601820,9197	885128,5372	524,0080	0,0076
P7	125,0000	25,0000	601817,5885	885153,3131	524,0165	0,0085
P8	150,0000	25,0000	601813,4334	885177,9642	523,9833	-0,0332
P9	175,0000	25,0000	601808,4590	885202,4631	523,9085	-0,0748
P10	200,0000	25,0000	601802,6710	885226,7827	523,7920	-0,1165
P11	225,0000	25,0000	601796,0756	885250,8958	523,6339	-0,1582
P12	250,0000	25,0000	601788,6803	885274,7757	523,4340	-0,1998
P13	275,0000	16,8511	601780,4932	885298,3959	523,1925	-0,2415
P14	283,7023	12,5000	601777,4593	885306,5522	523,0987	-0,0938
P15	300,0000	16,0221	601771,6887	885321,7941	522,9094	-0,1893
P16	315,7464	12,5000	601766,1133	885336,5204	522,7096	-0,1997
P17	325,0000	17,1268	601762,6598	885345,1047	522,5845	-0,1251
P18	350,0000	25,0000	601751,5980	885367,5099	522,2180	-0,3665
P19	375,0000	25,0000	601738,1201	885388,5505	521,8098	-0,4082
P20	400,0000	20,6373	601722,3923	885407,9668	521,3599	-0,4499
P21	416,2746	8,2909	601711,0357	885419,6190	521,0446	-0,3153
P22	416,5818	0,5150	601710,8135	885419,8311	521,0385	-0,0061



P23	417,3046	4,2091	601710,2127	885420,2259	521,0241	-0,0144
P24	425,0000	15,5635	601703,1267	885423,2272	520,8683	-0,1558
P25	448,4316	12,5000	601681,5507	885432,3657	520,3697	-0,4986
P26	450,0000	13,2842	601680,1070	885432,9789	520,3350	-0,0347
P27	475,0000	25,0000	601657,2627	885443,1320	519,7601	-0,5750
P28	500,0000	25,0000	601634,7468	885453,9940	519,1434	-0,6167
P29	525,0000	25,0000	601612,5813	885465,5541	518,4850	-0,6584
P30	550,0000	25,0000	601590,7877	885477,8012	517,7849	-0,7001
P31	575,0000	15,7162	601569,3875	885490,7232	517,0431	-0,7418
P32	581,4324	3,9279	601563,9475	885494,1557	516,8455	-0,1976
P33	582,8558	9,2838	601562,7467	885494,9201	516,8014	-0,0441
P34	600,0000	8,7695	601547,7902	885503,2811	516,2596	-0,5418
P35	600,3949	4,0217	601547,4349	885503,4533	516,2469	-0,0127
P36	608,0434	12,3026	601540,5477	885506,7800	515,9986	-0,2483
P37	625,0000	20,9783	601525,4782	885514,5499	515,4343	-0,5643
P38	650,0000	25,0000	601504,0485	885527,4130	514,5673	-0,8670
P39	675,0000	22,3021	601483,6707	885541,8849	513,6586	-0,9088
P40	694,6042	10,0354	601468,5054	885554,3035	512,9167	-0,7418
P41	695,0709	1,3101	601468,1534	885554,6099	512,8988	-0,0180
P42	697,2244	2,4646	601466,8787	885556,3250	512,8156	-0,0831
P43	700,0000	13,8878	601465,7373	885558,8551	512,7081	-0,1076
P44	725,0000	25,0000	601455,4569	885581,6435	511,7158	-0,9923
P45	750,0000	25,0000	601445,1765	885604,4320	510,6942	-1,0216
P46	775,0000	25,0000	601434,8960	885627,2204	509,7049	-0,9893
P47	800,0000	25,0000	601424,6156	885650,0088	508,7782	-0,9267
P48	825,0000	13,7850	601414,3352	885672,7973	507,9141	-0,8641
P49	827,5699	12,5000	601413,2784	885675,1398	507,8288	-0,0853
P50	850,0000	23,7150	601404,8983	885695,9390	507,1126	-0,7162
P51	875,0000	25,0000	601397,5900	885719,8379	506,3737	-0,7389

P52	900,0000	18,7680	601392,4815	885744,3016	505,6974	-0,6763
P53	912,5359	6,3635	601390,7620	885756,7180	505,3818	-0,3156
P54	912,7269	1,3455	601390,7401	885756,9077	505,3771	-0,0047
P55	915,2269	6,1365	601390,6094	885759,4026	505,3161	-0,0610
P56	925,0000	12,5100	601390,7089	885769,1752	505,0836	-0,2325
P57	940,2469	12,5000	601390,8640	885784,4213	504,7400	-0,3436
P58	950,0000	17,3766	601391,0108	885794,1733	504,5324	-0,2076
P59	975,0000	25,0000	601391,8214	885819,1595	504,0437	-0,4887
P60	1000,0000	25,0000	601393,2563	885844,1176	503,6176	-0,4261
P61	1025,0000	25,0000	601395,3146	885869,0321	503,2540	-0,3636
P62	1050,0000	25,0000	601397,9951	885893,8873	502,9529	-0,3011
P63	1075,0000	25,0000	601401,2961	885918,6678	502,7143	-0,2386
P64	1100,0000	25,0000	601405,2155	885943,3580	502,5383	-0,1761
P65	1125,0000	25,0000	601409,7509	885967,9425	502,4247	-0,1136
P66	1150,0000	25,0000	601414,8993	885992,4059	502,3736	-0,0511
P67	1175,0000	25,0000	601420,6577	886016,7331	502,3851	0,0114
P68	1200,0000	25,0000	601427,0224	886040,9086	502,4590	0,0739
P69	1225,0000	25,0000	601433,9895	886064,9175	502,5954	0,1364
P70	1250,0000	19,0969	601441,5545	886088,7448	502,7944	0,1989
P71	1263,1937	12,5000	601445,7865	886101,2413	502,9245	0,1302
P72	1275,0000	18,4031	601449,6470	886112,3985	503,0558	0,1313
P73	1300,0000	19,7773	601457,8219	886136,0242	503,3798	0,3240
P74	1314,5547	12,5000	601462,5813	886149,7787	503,5972	0,2174
P75	1325,0000	17,7227	601465,9624	886159,6616	503,7662	0,1691
P76	1350,0000	25,0000	601473,7749	886183,4093	504,2152	0,4490
P77	1375,0000	25,0000	601481,1905	886207,2838	504,7268	0,5115
P78	1400,0000	25,0000	601488,2072	886231,2787	505,3009	0,5741
P79	1425,0000	25,0000	601494,8230	886255,3871	505,9375	0,6366
P80	1450,0000	25,0000	601501,0361	886279,6024	506,6367	0,6992

P81	1475,0000	25,0000	601506,8448	886303,9180	507,3769	0,7402
P82	1500,0000	25,0000	601512,2474	886328,3269	508,1181	0,7411
P83	1525,0000	25,0000	601517,2425	886352,8225	508,8592	0,7411
P84	1550,0000	25,0000	601521,8286	886377,3980	509,6004	0,7411
P85	1575,0000	25,0000	601526,0045	886402,0465	510,3415	0,7411
P86	1600,0000	25,0000	601529,7691	886426,7611	511,0826	0,7411
P87	1625,0000	25,0000	601533,1212	886451,5350	511,8238	0,7411
P88	1650,0000	25,0000	601536,0600	886476,3614	512,5649	0,7411
P89	1675,0000	25,0000	601538,5847	886501,2333	513,2628	0,6979
P90	1700,0000	25,0000	601540,6945	886526,1439	513,8248	0,5620
P91	1725,0000	22,2107	601542,3888	886551,0861	514,2479	0,4230
P92	1744,4213	12,5000	601543,4180	886570,4800	514,4806	0,2327
P93	1750,0000	15,2893	601543,6776	886576,0526	514,5320	0,0514
P94	1775,0000	25,0000	601544,8408	886601,0255	514,6772	0,1452
P95	1800,0000	25,0000	601546,0040	886625,9985	514,6835	0,0063
P96	1825,0000	16,5391	601547,1672	886650,9714	514,5509	-0,1326
P97	1833,0782	12,5000	601547,5430	886659,0409	514,4783	-0,0725
P98	1850,0000	20,9609	601547,7579	886675,9580	514,2794	-0,1990
P99	1875,0000	25,0000	601545,9816	886700,8844	513,8690	-0,4104
P100	1900,0000	25,0000	601541,7257	886725,5089	513,3196	-0,5494
P101	1925,0000	14,3122	601535,0327	886749,5855	512,6312	-0,6884
P102	1928,6244	1,8931	601533,8638	886753,0162	512,5198	-0,1113
P103	1928,7861	1,1434	601533,8105	886753,1689	512,5148	-0,0050
P104	1930,9113	2,4929	601532,7114	886754,9691	512,4481	-0,0667
P105	1933,7720	9,5444	601530,7392	886757,0413	512,3566	-0,0914
P106	1950,0000	20,6140	601519,8279	886769,0515	511,9996	-0,3571
P107	1975,0000	25,0000	601504,1387	886788,5088	512,9997	1,0001
P108	2000,0000	25,0000	601489,8782	886809,0362	514,3669	1,3672
P109	2025,0000	23,3937	601477,1191	886830,5289	515,7342	1,3672

P110	2046,7873	11,0846	601467,2749	886849,9615	516,9257	1,1915
P111	2047,1692	1,6063	601467,1130	886850,3074	516,9466	0,0209
P112	2050,0000	13,9154	601465,9234	886852,8761	517,1014	0,1548
P113	2075,0000	25,0000	601456,3290	886875,9560	518,4686	1,3672
P114	2100,0000	25,0000	601448,4062	886899,6617	519,8359	1,3672
P115	2125,0000	25,0000	601442,1955	886923,8725	521,2031	1,3672
P116	2150,0000	19,9344	601437,7284	886948,4648	522,5703	1,3672
P117	2164,8688	7,7500	601435,9083	886963,2206	523,3835	0,8132
P118	2165,5000	5,0656	601435,8443	886963,8486	523,4180	0,0345
P119	2175,0000	9,8666	601435,5747	886973,3363	523,9376	0,5195
P120	2185,2333	6,5818	601436,8328	886983,4813	524,4972	0,5597
P121	2188,1636	7,3834	601437,4210	886986,3520	524,6575	0,1603
P122	2200,0000	18,4182	601439,6442	886997,9774	525,3048	0,6473
P123	2225,0000	25,0000	601443,3307	887022,7008	526,6720	1,3672
P124	2250,0000	25,0000	601445,6387	887047,5908	528,0393	1,3672
P125	2275,0000	25,0000	601446,5611	887072,5706	529,4065	1,3672
P126	2300,0000	20,8756	601446,0950	887097,5630	530,7737	1,3672
P127	2316,7512	12,5000	601445,0064	887114,2778	531,6898	0,9161
P128	2325,0000	15,8921	601444,3172	887122,4978	532,1409	0,4511
P129	2348,5354	12,5000	601442,3508	887145,9510	533,4281	1,2871
P130	2350,0000	13,2323	601442,2293	887147,4105	533,5082	0,0801
P131	2375,0000	25,0000	601440,4189	887172,3444	534,8754	1,3672
P132	2400,0000	25,0000	601439,1076	887197,3096	536,1825	1,3071
P133	2425,0000	25,0000	601438,2958	887222,2960	537,3505	1,1680
P134	2450,0000	25,0000	601437,9839	887247,2936	538,3793	1,0288
P135	2475,0000	25,0000	601438,1719	887272,2925	539,2689	0,8896
P136	2500,0000	25,0000	601438,8599	887297,2826	540,0193	0,7504
P137	2525,0000	25,0000	601440,0475	887322,2540	540,6307	0,6114
P138	2550,0000	25,0000	601441,7342	887347,1966	541,1031	0,4724

P139	2575,0000	15,5645	601443,9195	887372,1005	541,4366	0,3335
P140	2581,1290	3,2362	601444,5312	887378,1989	541,4971	0,0605
P141	2581,4725	9,4355	601444,5663	887378,5405	541,5003	0,0031
P142	2600,0000	21,7638	601446,2166	887396,9939	541,6311	0,1309
P143	2625,0000	14,1620	601447,6682	887421,9504	541,6868	0,0557
P144	2628,3239	2,9385	601447,7940	887425,2719	541,6837	-0,0031
P145	2630,8769	10,8380	601447,8846	887427,8233	541,6797	-0,0040
P146	2650,0000	22,0615	601449,2932	887446,8898	541,6036	-0,0762
P147	2675,0000	18,3555	601453,3235	887471,5522	541,3814	-0,2221
P148	2686,7111	6,3626	601456,0547	887482,9392	541,2296	-0,1518
P149	2687,7251	6,6445	601456,3143	887483,9195	541,2150	-0,0146
P150	2700,0000	18,6374	601460,2128	887495,5498	541,0204	-0,1946
P151	2725,0000	17,7746	601472,5908	887517,1875	540,5204	-0,5000
P152	2735,5492	12,5000	601479,4373	887525,2060	540,2677	-0,2527
P153	2750,0000	10,4113	601489,4162	887535,6581	539,8814	-0,3863
P154	2756,3718	12,5000	601493,8163	887540,2667	539,6963	-0,1851
P155	2775,0000	21,8141	601505,9392	887554,3989	539,1034	-0,5930
P156	2800,0000	25,0000	601519,7192	887575,2327	538,2460	-0,8574
P157	2825,0000	25,0000	601530,3928	887597,8161	539,2414	0,9954
P158	2850,0000	25,0000	601537,7424	887621,6892	541,6195	2,3781
P159	2875,0000	25,0000	601541,6182	887646,3654	543,8469	2,2274
P160	2900,0000	25,0000	601541,9414	887671,3420	545,9163	2,0694
P161	2925,0000	23,4843	601538,7053	887696,1103	547,8279	1,9117
P162	2946,9687	11,1523	601532,9741	887717,3033	549,3778	1,5498
P163	2947,3046	1,5157	601532,8662	887717,6214	549,4005	0,0228
P164	2950,0000	2,5346	601532,3531	887720,2592	549,5821	0,1816
P165	2952,3738	2,0741	601532,4983	887722,6230	549,7405	0,1584
P166	2954,1482	11,3131	601532,8161	887724,3687	549,8579	0,1175
P167	2975,0000	22,9259	601537,9616	887744,5583	551,1538	1,2958

P168	3000,0000	25,0000	601547,7406	887767,5349	552,1894	1,0356
P169	3025,0000	22,7992	601561,1959	887788,5709	552,5992	0,4098
P170	3045,5985	10,6747	601574,7838	887804,0305	552,4671	-0,1321
P171	3046,3494	2,2008	601575,3171	887804,5592	552,4543	-0,0128
P172	3050,0000	14,3253	601577,8871	887807,1518	552,3838	-0,0704
P173	3075,0000	25,0000	601594,2263	887826,0539	551,5430	-0,8409
P174	3100,0000	25,0000	601608,2050	887846,7629	550,3283	-1,2146
P175	3125,0000	18,0901	601619,6252	887868,9854	551,0639	0,7356
P176	3136,1802	12,5000	601623,8604	887879,3309	551,4841	0,4202
P177	3150,0000	19,4099	601628,7539	887892,2553	551,9683	0,4842
P178	3175,0000	25,0000	601637,6063	887915,6356	552,7361	0,7679
P179	3200,0000	25,0000	601646,4586	887939,0158	553,3649	0,6288
P180	3225,0000	25,0000	601655,3109	887962,3961	553,8548	0,4898
P181	3250,0000	16,9652	601664,1633	887985,7764	554,2057	0,3509
P182	3258,9304	12,5000	601667,3254	887994,1281	554,2973	0,0917
P183	3275,0000	20,5348	601673,1939	888009,0875	554,4176	0,1203
P184	3300,0000	25,0000	601683,0271	888032,0709	554,4907	0,0731
P185	3325,0000	25,0000	601693,7045	888054,6745	554,4249	-0,0658
P186	3350,0000	25,0000	601705,2116	888076,8671	554,2201	-0,2047
P187	3375,0000	25,0000	601717,5325	888098,6185	553,8765	-0,3436
P188	3400,0000	25,0000	601730,6505	888119,8988	553,3939	-0,4826
P189	3425,0000	25,0000	601744,5474	888140,6787	552,7723	-0,6216
P190	3450,0000	25,0000	601759,2042	888160,9297	552,0117	-0,7606
P191	3475,0000	25,0000	601774,6008	888180,6242	551,1120	-0,8997
P192	3500,0000	25,0000	601790,7162	888199,7351	550,0730	-1,0389
P193	3525,0000	25,0000	601807,5281	888218,2361	549,4751	-0,5979
P194	3550,0000	25,0000	601825,0136	888236,1019	550,6041	1,1290
P195	3575,0000	25,0000	601843,1486	888253,3079	551,8992	1,2951
P196	3600,0000	25,0000	601861,9083	888269,8307	553,1944	1,2951

P197	3625,0000	25,0000	601881,2670	888285,6475	554,4895	1,2951
P198	3650,0000	17,7079	601901,1980	888300,7366	555,7846	1,2951
P199	3660,4158	5,2972	601909,6644	888306,8036	556,3242	0,5396
P200	3660,5944	4,3074	601909,8104	888306,9064	556,3335	0,0092
P201	3669,0306	7,2028	601916,2636	888312,3246	556,7705	0,4370
P202	3675,0000	7,3714	601920,4957	888316,5345	557,0798	0,3092
P203	3683,7735	12,5000	601926,7157	888322,7220	557,5343	0,4545
P204	3700,0000	20,6133	601938,1418	888334,2433	558,3749	0,8406
P205	3725,0000	25,0000	601955,4382	888352,2936	559,6700	1,2951
P206	3750,0000	25,0000	601972,3549	888370,7002	560,9651	1,2951
P207	3775,0000	25,0000	601988,8844	888389,4552	562,2603	1,2951
P208	3800,0000	25,0000	602005,0197	888408,5506	563,5554	1,2951
P209	3825,0000	25,0000	602020,7536	888427,9779	564,8505	1,2951
P210	3850,0000	25,0000	602036,0795	888447,7287	566,1456	1,2951
P211	3875,0000	25,0000	602050,9905	888467,7945	567,4394	1,2937
P212	3900,0000	25,0000	602065,4803	888488,1666	568,7224	1,2830
P213	3925,0000	25,0000	602079,5426	888508,8362	569,9928	1,2704
P214	3950,0000	25,0000	602093,1713	888529,7942	571,2506	1,2579
P215	3975,0000	25,0000	602106,3604	888551,0315	572,4959	1,2453
P216	4000,0000	25,0000	602119,1042	888572,5390	573,7287	1,2328
P217	4025,0000	25,0000	602131,3972	888594,3073	574,9489	1,2202
P218	4050,0000	25,0000	602143,2341	888616,3270	576,1566	1,2077
P219	4075,0000	25,0000	602154,6097	888638,5884	577,3517	1,1951
P220	4100,0000	25,0000	602165,5191	888661,0821	578,5343	1,1826
P221	4125,0000	13,5306	602175,9575	888683,7980	579,7044	1,1701
P222	4127,0612	12,5000	602176,7970	888685,6806	579,8003	0,0959
P223	4150,0000	23,9694	602186,1214	888706,6387	580,8619	1,0616
P224	4175,0000	25,0000	602196,2836	888729,4801	582,0069	1,1450
P225	4200,0000	25,0000	602206,4458	888752,3215	583,1393	1,1324

P226	4225,0000	25,0000	602216,6080	888775,1629	584,2592	1,1199
P227	4250,0000	20,6681	602226,7702	888798,0043	585,3666	1,1074
P228	4266,3361	12,5000	602233,4107	888812,9299	586,0869	0,7203
P229	4275,0000	16,8319	602237,0008	888820,8148	586,4689	0,3820
P230	4300,0000	25,0000	602248,1193	888843,2034	587,5713	1,1023
P231	4325,0000	25,0000	602260,3429	888865,0083	588,6736	1,1023
P232	4350,0000	25,0000	602273,6410	888886,1751	589,7759	1,1023
P233	4375,0000	25,0000	602287,9803	888906,6507	590,8783	1,1023
P234	4400,0000	25,0000	602303,3251	888926,3841	591,9806	1,1023
P235	4425,0000	14,2979	602319,6370	888945,3259	593,0829	1,1023
P236	4428,5958	2,1225	602322,0603	888947,9825	593,2415	0,1586
P237	4429,2450	3,2051	602322,4996	888948,4605	593,2701	0,0286
P238	4435,0059	10,3775	602327,1069	888951,8597	593,5241	0,2540
P239	4450,0000	12,6436	602340,6497	888958,2952	594,1852	0,6611
P240	4460,2931	12,5000	602349,9466	888962,7130	594,6391	0,4539
P241	4475,0000	19,8534	602363,1574	888969,1749	595,2876	0,6485
P242	4500,0000	25,0000	602385,2675	888980,8397	596,3899	1,1023
P243	4525,0000	25,0000	602406,9127	888993,3460	597,4922	1,1023
P244	4550,0000	25,0000	602428,0610	889006,6754	598,5946	1,1023
P245	4575,0000	25,0000	602448,6811	889020,8080	599,6969	1,1023
P246	4600,0000	21,9902	602468,7426	889035,7232	600,7992	1,1023
P247	4618,9804	9,9898	602483,5822	889047,5560	601,6361	0,8369
P248	4619,9796	3,0098	602484,3543	889048,1903	601,6802	0,0441
P249	4625,0000	15,0102	602488,1239	889051,5046	601,9015	0,2214
P250	4650,0000	14,9619	602503,1727	889071,3230	603,0025	1,1010
P251	4654,9239	3,4000	602505,3139	889075,7560	603,2078	0,2053
P252	4656,8000	10,0381	602506,0740	889077,4713	603,2828	0,0750
P253	4675,0000	21,6000	602512,5697	889094,4638	603,9191	0,6363
P254	4700,0000	19,6545	602518,5486	889118,7164	604,5228	0,6036



P255	4714,3090	9,4027	602520,3944	889132,9019	604,7276	0,2048
P256	4718,8053	5,3455	602520,7918	889137,3806	604,7708	0,0432
P257	4725,0000	15,5973	602521,3903	889143,5462	604,8138	0,0430
P258	4750,0000	25,0000	602524,8376	889168,3027	604,7922	-0,0215
P259	4775,0000	25,0000	602529,9265	889192,7746	604,4581	-0,3341
P260	4800,0000	25,0000	602536,6344	889216,8530	603,8114	-0,6468
P261	4825,0000	25,0000	602544,9314	889240,4312	602,8786	-0,9328
P262	4850,0000	25,0000	602554,7807	889263,4042	603,8755	0,9969
P263	4875,0000	25,0000	602566,1384	889285,6701	605,7180	1,8425
P264	4900,0000	25,0000	602578,9543	889307,1299	607,5605	1,8425
P265	4925,0000	20,7014	602593,1713	889327,6882	609,4029	1,8425
P266	4941,4027	11,9813	602603,2303	889340,6429	610,6118	1,2089
P267	4948,9626	4,2986	602607,9962	889346,5112	611,1690	0,5572
P268	4950,0000	13,0187	602608,6474	889347,3188	611,2454	0,0765
P269	4975,0000	25,0000	602622,5787	889368,0425	613,0879	1,8425
P270	5000,0000	25,0000	602632,8790	889390,7902	614,9304	1,8425
P271	5025,0000	25,0000	602639,2628	889414,9315	616,7729	1,8425
P272	5050,0000	13,1835	602641,5533	889439,7973	618,6153	1,8425
P273	5051,3669	1,2282	602641,5587	889441,1642	618,7161	0,1007
P274	5052,4564	9,4091	602641,5580	889442,2537	618,7964	0,0803
P275	5070,1851	11,2718	602636,4604	889458,9653	620,1030	1,3066
P276	5075,0000	14,9075	602633,7753	889462,9621	620,4578	0,3549
P277	5100,0000	25,0000	602619,8341	889483,7140	622,3003	1,8425
P278	5125,0000	25,0000	602605,8929	889504,4660	624,1428	1,8425
P279	5150,0000	25,0000	602591,9517	889525,2179	625,9853	1,8425
P280	5175,0000	25,0000	602578,0105	889545,9698	627,8278	1,8425
P281	5200,0000	25,0000	602564,0693	889566,7218	629,6702	1,8425
P282	5225,0000	25,0000	602550,1281	889587,4737	631,5127	1,8425
P283	5250,0000	25,0000	602536,1869	889608,2257	633,3552	1,8425

P284	5275,0000	25,0000	602522,2457	889628,9776	635,1977	1,8425
P285	5300,0000	23,5406	602508,3045	889649,7295	637,0402	1,8425
P286	5322,0812	11,0406	602495,9910	889668,0587	638,6675	1,6274
<b>L Total</b>	<b>5322,0812</b>				<b>DH Total</b>	<b>115,1070</b>

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur total de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

$$D_c = \frac{|\sum_{P_i > 0} P_i L_i + \sum_{P_i < 0} P_i L_i|}{L}$$

**P** : pente du terrain.

**L** : longueur de l'itinéraire ( $L=L_1+L_2+L_3+\dots+L_n$ ).

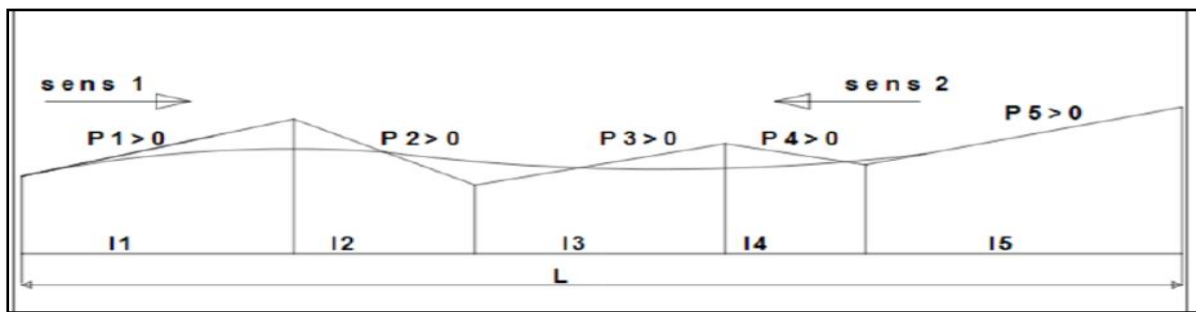


Figure II.7: La dénivelée cumulée moyenne H/L.

### ❖ Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

- $\Sigma \Delta H = 115,1070$  m
- $\Sigma \text{Distance} = 5322,0812$  m

$$D_c = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{Distance}} = \frac{115,1070}{5322,0812} = 0,0216 \quad \longrightarrow \quad \boxed{D_c=2,16\%}$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

**Tableau II.4 :** Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01".

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	plat	$Dc < 1.5\%$
2	Plat mais inondable	$Dc = 1.5\%$
3	Terrain vallonné	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief : **Terrain vallonné**

### B)-Sinuosité :

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire (la longueur sinueuse  $L_s$  est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m).

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

Avec :

- **L<sub>s</sub>**: la somme des développées des rayons inférieurs ou égale a 200m ( $R \leq 200m$ ).
- **L** : la longueur total de la route.

Alors  $L_s = 606,498 \text{ m}$

Donc  $\sigma = 0,1139588 \text{ m}$  ;

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

**Tableau II.5:** Sinuosité "variante 01".

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

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité moyenne**.


### Environnement de la route :

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

**Tableau II.6 :** Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante01".

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

**Dans notre cas, nous avons :**

Terrain Vallonné  
Sinuosité faible  Environnement E2

#### II-2-1-5- La vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT3** et environnement **E2** (Voir Tableau III.7)

**Tableau II.7 :** VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante 01".

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

À partir du **tableau II.7**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =80 Km/h.**

**II-2-1-6- Stabilité en courbe :**

✓ **Détermination des dévers  $d_{max}$  et  $d_{min}$ :**

**Tableau II.8:** Devers en fonction de l'environnement.

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

✓ **Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :**

**Tableau II.9 :** Valeur du coefficient  $f_t$ .

Vr	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	0.13	0.11	0.1	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

✓ **Détermination du coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie :**

**Tableau II.10 :** Valeur du coefficient «  $F''$  ».

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
$F''$	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

✓ **Tableau récapitulatif :**

Vitesse réf	Dmax	dmin	d=dmax-2%	Ft	$f''$
80 km/h	8%	.3%	6%	0.15	0.07

▪ **Détermination des rayons en plan :**

❖ **Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :**

$$RHm = \frac{80^2}{127 (0,15 + 0,08)} \longrightarrow RHm = 219 \text{ m}$$

❖ **Le rayon minimal normal (RHN) :**

$$RHN = \frac{(80+20)^2}{127 (0,15 + 0,08)} \longrightarrow RHN = 342 \text{ m}$$

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$\text{RHd} = \frac{80^2}{127 \cdot 2 \cdot 0,030} \longrightarrow \boxed{\text{RHd} = 840 \text{ m}}$$

❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$\text{RHnd} = \frac{80^2}{127 (0,07 - 0,030)} \longrightarrow \boxed{\text{RHnd} = 1260 \text{ m}}$$

▪ Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers **B40**, pour un environnement E2 et une catégorie **C3** et une vitesse de base **VB = 80 km/h** on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8 %)	219	220
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6 %)	342	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3 %)	840	800
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-3 %)	1260	1200

▪ **Choix des rayons:**

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

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

Rayons Choisis(m)	
<b>R1</b>	750
<b>R2</b>	225
<b>R3</b>	2
<b>R4</b>	800
<b>R5</b>	150
<b>R6</b>	325
<b>R7</b>	5

<b>R8</b>	275
<b>R9</b>	20
<b>R10</b>	1000
<b>R11</b>	1500
<b>R12</b>	250
<b>R13</b>	5
<b>R14</b>	350
<b>R15</b>	350
<b>R16</b>	65
<b>R17</b>	450
<b>R18</b>	1250
<b>R19</b>	700
<b>R20</b>	250
<b>R21</b>	95
<b>R22</b>	175
<b>R23</b>	10
<b>R24</b>	150
<b>R25</b>	210
<b>R26</b>	675
<b>R27</b>	50
<b>R28</b>	1200
<b>R29</b>	500
<b>R30</b>	15
<b>R31</b>	650
<b>R32</b>	75
<b>R33</b>	175
<b>R34</b>	375
<b>R35</b>	150
<b>R36</b>	30

### II-2-1-7- Détermination des éléments des raccordements circulaire:

Tableau des résultats :

**Tableau II.11:** Eléments des raccordements circulaires "variante 1".

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
1	95,14191155	756,0105709	5,962784594	189,272856
2	51,11726535	230,7335581	5,591083392	100,52815
3	0,365424776	2,033109963	0,032570551	0,72287582
4	66,6539743	802,7719184	2,762346727	133,0007576
5	8,779553427	150,2567155	0,256279616	17,53909662
6	43,53890601	327,9032825	2,877576604	86,56076538
7	1,093708894	5,11822264	0,11549153	2,153498539
8	42,82421859	278,3144152	3,274944182	84,96601174
9	1,251606003	20,03912467	0,039048283	2,499951894
10	162,8916224	1013,179984	13,00853208	322,9468576
11	216,4164808	1515,531621	15,37244795	429,8666321
12	48,36321395	254,6350338	4,550663925	95,54618768
13	1,078876495	5,115073264	0,112484472	2,125173672
14	57,00384562	354,6116727	4,551698574	113,0153802
15	59,41076719	355,0065341	4,93592869	117,6996504
16	9,943126646	65,75610821	0,74741397	19,73328142
17	64,7348831	454,6323846	4,585183815	128,5875969
18	116,6334937	1255,429557	5,406074635	232,5935494
19	23,43015098	700,3921579	0,391938304	46,85146064
20	28,03369804	251,5668663	1,557107196	55,8341518
21	24,43015098	98,09093881	2,993540389	47,8240578
22	105,9884954	204,5936487	25,313061651	190,5968729
23	2,590327623	10,33004362	0,319498585	5,069237055
24	47,19617401	157,249734	6,915497225	91,45030288
25	45,61305019	214,8966039	4,785030525	89,83076746



26	206,8781034	705,9911824	29,63074987	401,4854815
27	4,228130327	50,17845241	0,177817767	8,436190224
28	224,1992273	1220,764225	20,41104229	443,2877398
29	81,84942847	506,6550394	6,567623801	162,2596964
30	2,916403115	15,28088372	0,275720685	5,760932591
31	79,74005476	654,8728704	4,836611619	158,6872169
32	17,7952368	77,08223176	2,025984177	34,94428553
33	29,01610104	177,3892165	2,357036636	57,50900371
34	114,6861253	392,1452631	16,39564276	222,5973717
35	53,22812356	159,1842458	8,654354353	102,4043682
36	9,131635234	31,3589981	1,300103497	17,7286472

- **Longueur totale des alignements droits : Lad**

$$Lad = AT1 + T1T2 + T2T3 + T3T4 + \dots + T36B$$

$$Lad = 94,42943066 \text{ m} + 32,044138 \text{ m} + 0,30719164 \text{ m} + 31,12694946 \text{ m} + \dots$$

$$+ 251,8961863 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \boxed{Lad = 1099,142667 \text{ m}}$$

- **Longueur totale des arcs de cercles : Lc**

$$Lc = D1 + D2 + D3 + \dots + D36$$

$$Lc = 189,272856 \text{ m} + 100,52815 \text{ m} + 0,72287582 \text{ m} + \dots + 17,7286472$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{Lc = 4221,916057 \text{ m}}$$

- **Longueur totale du tronçon : LT**

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT = 1099,142667 \text{ m} + 4221,916057 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \boxed{LT = 5321,058724 \text{ m}}$$

Pourcentage Alignement droit      % alig\_Droit = 20%

Pourcentage Courbe                      % courbe = 79 %

**II-2-1-8- Cubatures :**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,000	12,500	11,301	5,247	16,548	206,855	206,855	0,042	0,036	0,079	0,985	0,985
P2	25,000	25,000	21,243	11,413	32,656	816,411	1023,266	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P3	50,000	25,000	28,226	22,518	50,744	1268,607	2291,873	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P4	75,000	22,215	38,255	31,915	70,170	1558,808	3850,681	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P5	94,429	12,500	46,687	36,275	82,962	1037,025	4887,706	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P6	100,000	15,285	48,690	38,263	86,953	1329,096	6216,803	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P7	125,000	25,000	52,645	47,502	100,148	2503,689	8720,491	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P8	150,000	25,000	65,826	56,225	122,050	3051,259	11771,751	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P9	175,000	25,000	65,406	55,801	121,207	3030,183	14801,933	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P10	200,000	25,000	63,272	52,277	115,549	2888,726	17690,660	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P11	225,000	25,000	58,800	44,672	103,473	2586,817	20277,477	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P12	250,000	25,000	53,240	40,796	94,036	2350,904	22628,380	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P13	275,000	16,851	50,011	38,270	88,281	1487,629	24116,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P14	283,702	12,500	54,392	36,384	90,776	1134,695	25250,704	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P15	300,000	16,022	53,201	30,927	84,127	1347,896	26598,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P16	315,746	12,500	51,374	28,533	79,907	998,835	27597,435	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P17	325,000	17,127	49,428	29,105	78,533	1345,015	28942,450	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P18	350,000	25,000	55,093	39,880	94,973	2374,332	31316,782	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P19	375,000	25,000	60,082	38,930	99,013	2475,319	33792,101	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P20	400,000	20,637	42,493	17,588	60,081	1239,913	35032,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,985
P21	416,275	8,291	25,885	4,891	30,776	255,160	35287,174	0,000	5,438	5,438	45,084	46,070
P22	416,582	0,515	25,439	4,822	30,261	15,585	35302,759	0,000	5,687	5,687	2,929	48,999
P23	417,305	4,209	27,372	4,566	31,937	134,428	35437,188	0,000	7,403	7,403	31,161	80,159
P24	425,000	15,563	27,500	6,982	34,482	536,662	35973,850	0,000	4,383	4,383	68,220	148,380
P25	448,432	12,500	8,551	0,000	8,551	106,893	36080,743	1,605	20,090	21,694	271,181	419,561
P26	450,000	13,284	8,565	0,000	8,565	113,782	36194,525	1,867	25,091	26,957	358,108	777,669
P27	475,000	25,000	3,707	0,000	3,707	92,672	36287,197	4,926	36,953	41,879	1046,963	1824,632
P28	500,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	19,316	40,874	60,190	1504,744	3329,376
P29	525,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	19,156	33,781	52,937	1323,420	4652,796
P30	550,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	16,717	35,746	52,463	1311,573	5964,369
P31	575,000	15,716	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	23,989	34,134	58,123	913,477	6877,846
P32	581,432	3,928	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	26,221	36,632	62,853	246,880	7124,725
P33	582,856	9,284	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	26,701	37,202	63,903	593,266	7717,991
P34	600,000	8,770	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	31,737	47,852	79,589	697,962	8415,953
P35	600,395	4,022	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	31,698	48,107	79,805	320,954	8736,908

P36	608,043	12,303	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	30,573	51,290	81,864	1007,131	9744,039
P37	625,000	20,978	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	40,247	58,990	99,237	2081,832	11825,871
P38	650,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	44,022	58,390	102,412	2560,297	14386,168
P39	675,000	22,302	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	44,571	57,166	101,737	2268,954	16655,123
P40	694,604	10,035	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	40,743	58,863	99,605	999,582	17654,705
P41	695,071	1,310	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	40,475	58,955	99,429	130,261	17784,966
P42	697,224	2,465	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	41,745	57,281	99,025	244,054	18029,020
P43	700,000	13,888	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	43,303	60,732	104,035	1444,821	19473,841
P44	725,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	45,732	52,842	98,574	2464,349	21938,190
P45	750,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	37,617	53,379	90,996	2274,894	24213,084
P46	775,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	32,140	44,181	76,321	1908,025	26121,109
P47	800,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	25,153	31,621	56,774	1419,358	27540,467
P48	825,000	13,785	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	29,138	34,833	63,970	881,827	28422,295
P49	827,570	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	29,638	34,662	64,300	803,746	29226,041
P50	850,000	23,715	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	35,392	42,251	77,643	1841,303	31067,344
P51	875,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	45,249	55,393	100,642	2516,049	33583,393
P52	900,000	18,768	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	53,490	61,423	114,913	2156,685	35740,078
P53	912,536	6,363	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	58,816	63,717	122,533	779,736	36519,814
P54	912,727	1,345	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	58,876	63,749	122,625	164,991	36684,805
P55	915,227	6,137	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	60,063	63,995	124,058	761,285	37446,089
P56	925,000	12,510	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	64,328	66,706	131,035	1639,243	39085,332
P57	940,247	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	76,661	70,668	147,329	1841,613	40926,945
P58	950,000	17,377	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	71,702	68,163	139,865	2430,367	43357,312
P59	975,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	71,962	62,809	134,770	3369,261	46726,573
P60	1000,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	49,228	51,198	100,426	2510,659	49237,231
P61	1025,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	32,826	38,916	71,743	1793,563	51030,794
P62	1050,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	23,744	29,898	53,643	1341,063	52371,858
P63	1075,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	21,718	34,462	56,180	1404,508	53776,366
P64	1100,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	28,579	48,836	77,416	1935,389	55711,755
P65	1125,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	28,811	33,835	62,646	1566,143	57277,898
P66	1150,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	25,806	27,152	52,957	1323,936	58601,834
P67	1175,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	22,620	18,327	40,947	1023,677	59625,511
P68	1200,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36287,197	15,567	9,070	24,636	615,907	60241,418
P69	1225,000	25,000	0,000	6,001	6,001	150,027	36437,224	7,155	0,911	8,066	201,657	60443,075
P70	1250,000	19,097	0,000	11,030	11,030	210,634	36647,858	4,846	0,763	5,609	107,115	60550,190
P71	1263,194	12,500	0,158	16,063	16,221	202,759	36850,617	0,911	0,578	1,490	18,621	60568,811
P72	1275,000	18,403	2,401	18,924	21,325	392,443	37243,061	0,617	0,286	0,904	16,631	60585,442
P73	1300,000	19,777	9,590	24,797	34,387	680,078	37923,139	0,000	0,000	0,000	0,000	60585,442
P74	1314,555	12,500	12,678	18,634	31,311	391,391	38314,530	0,000	0,000	0,000	0,000	60585,442

P75	1325,000	17,723	14,207	21,243	35,450	628,271	38942,801	0,000	0,000	0,000	0,000	60585,442
P76	1350,000	25,000	13,627	24,542	38,169	954,216	39897,017	0,000	0,000	0,000	0,000	60585,442
P77	1375,000	25,000	1,400	15,763	17,163	429,074	40326,090	1,354	0,000	1,354	33,845	60619,287
P78	1400,000	25,000	0,000	0,414	0,414	10,351	40336,441	13,826	3,310	17,136	428,407	61047,694
P79	1425,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	23,327	10,228	33,555	838,865	61886,559
P80	1450,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	36,950	22,591	59,540	1488,512	63375,071
P81	1475,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	38,922	25,928	64,851	1621,263	64996,334
P82	1500,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	42,081	31,686	73,767	1844,181	66840,515
P83	1525,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	41,482	32,449	73,931	1848,282	68688,797
P84	1550,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	39,274	29,991	69,265	1731,631	70420,428
P85	1575,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	30,048	20,881	50,929	1273,217	71693,645
P86	1600,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	40336,441	21,032	11,084	32,116	802,909	72496,554
P87	1625,000	25,000	0,000	0,677	0,677	16,927	40353,369	13,688	4,765	18,453	461,329	72957,884
P88	1650,000	25,000	0,089	5,891	5,980	149,489	40502,858	3,504	0,385	3,889	97,216	73055,100
P89	1675,000	25,000	3,744	11,114	14,859	371,466	40874,324	0,072	0,042	0,114	2,848	73057,948
P90	1700,000	25,000	10,075	17,473	27,548	688,706	41563,031	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P91	1725,000	22,211	11,565	17,305	28,870	641,217	42204,248	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P92	1744,421	12,500	16,564	19,815	36,379	454,744	42658,991	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P93	1750,000	15,289	18,101	21,485	39,586	605,244	43264,235	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P94	1775,000	25,000	26,813	33,023	59,835	1495,881	44760,116	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P95	1800,000	25,000	32,388	36,763	69,151	1728,774	46488,890	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P96	1825,000	16,539	27,679	23,432	51,112	845,339	47334,229	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P97	1833,078	12,500	24,797	18,900	43,697	546,212	47880,441	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P98	1850,000	20,961	12,875	9,480	22,355	468,587	48349,028	0,000	0,000	0,000	0,000	73057,948
P99	1875,000	25,000	0,000	2,639	2,639	65,972	48415,000	7,250	0,629	7,879	196,974	73254,922
P100	1900,000	25,000	0,000	2,299	2,299	57,474	48472,473	2,783	0,806	3,589	89,713	73344,635
P101	1925,000	14,312	0,185	0,103	0,288	4,129	48476,603	3,034	2,631	5,665	81,085	73425,720
P102	1928,624	1,893	0,558	0,004	0,562	1,063	48477,666	1,869	2,223	4,092	7,747	73433,467
P103	1928,786	1,143	0,589	0,011	0,599	0,685	48478,351	1,817	2,178	3,995	4,568	73438,035
P104	1930,911	2,493	0,920	0,605	1,525	3,802	48482,153	1,375	1,509	2,884	7,189	73445,224
P105	1933,772	9,544	1,082	1,735	2,817	26,885	48509,038	1,243	0,751	1,994	19,029	73464,253
P106	1950,000	20,614	1,733	2,720	4,453	91,801	48600,839	1,189	0,474	1,662	34,267	73498,521
P107	1975,000	25,000	0,342	0,000	0,342	8,556	48609,395	3,169	16,710	19,879	496,971	73995,492
P108	2000,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	13,809	26,704	40,513	1012,820	75008,312
P109	2025,000	23,394	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	24,816	37,516	62,332	1458,174	76466,486
P110	2046,787	11,085	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	29,216	39,526	68,742	761,973	77228,459
P111	2047,169	1,606	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	29,267	39,530	68,797	110,510	77338,969
P112	2050,000	13,915	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	29,631	39,569	69,200	962,947	78301,916
P113	2075,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	31,973	38,825	70,798	1769,959	80071,875

P114	2100,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	30,508	36,981	67,489	1687,227	81759,103
P115	2125,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	25,924	31,725	57,649	1441,225	83200,327
P116	2150,000	19,934	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	18,980	23,228	42,208	841,399	84041,726
P117	2164,869	7,750	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	14,637	15,806	30,443	235,932	84277,658
P118	2165,500	5,066	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	14,440	15,496	29,936	151,642	84429,300
P119	2175,000	9,867	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	10,316	12,345	22,661	223,588	84652,888
P120	2185,233	6,582	0,000	0,000	0,000	0,000	48609,395	4,421	11,044	15,464	101,783	84754,671
P121	2188,164	7,383	0,426	0,000	0,426	3,142	48612,538	3,445	10,610	14,055	103,775	84858,446
P122	2200,000	18,418	2,679	0,000	2,679	49,334	48661,871	1,456	8,385	9,841	181,249	85039,695
P123	2225,000	25,000	4,323	0,000	4,323	108,065	48769,936	2,669	8,253	10,921	273,036	85312,730
P124	2250,000	25,000	9,578	0,439	10,017	250,429	49020,366	0,666	3,854	4,520	113,006	85425,736
P125	2275,000	25,000	8,431	0,843	9,274	231,848	49252,214	0,549	3,785	4,335	108,365	85534,102
P126	2300,000	20,876	12,250	2,766	15,015	313,457	49565,671	0,000	0,748	0,748	15,610	85549,712
P127	2316,751	12,500	23,533	9,051	32,583	407,294	49972,965	0,000	0,023	0,023	0,291	85550,003
P128	2325,000	15,892	18,803	8,863	27,667	439,680	50412,644	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P129	2348,535	12,500	17,811	9,200	27,011	337,636	50750,280	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P130	2350,000	13,232	18,117	9,568	27,685	366,331	51116,611	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P131	2375,000	25,000	26,840	14,925	41,765	1044,115	52160,726	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P132	2400,000	25,000	34,835	13,321	48,156	1203,889	53364,615	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P133	2425,000	25,000	25,260	11,273	36,533	913,314	54277,929	0,000	0,000	0,000	0,000	85550,003
P134	2450,000	25,000	23,738	3,859	27,596	689,901	54967,831	0,000	2,759	2,759	68,963	85618,966
P135	2475,000	25,000	20,935	0,414	21,348	533,711	55501,542	0,000	11,209	11,209	280,218	85899,183
P136	2500,000	25,000	34,329	7,911	42,240	1056,004	56557,546	0,000	0,420	0,420	10,490	85909,674
P137	2525,000	25,000	41,224	26,384	67,607	1690,186	58247,732	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P138	2550,000	25,000	48,800	43,543	92,343	2308,584	60556,316	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P139	2575,000	15,564	68,320	45,602	113,923	1773,152	62329,468	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P140	2581,129	3,236	63,565	48,668	112,233	363,210	62692,678	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P141	2581,472	9,436	63,241	48,845	112,086	1057,586	63750,264	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P142	2600,000	21,764	72,822	47,106	119,928	2610,092	66360,356	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P143	2625,000	14,162	51,297	41,583	92,880	1315,363	67675,718	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P144	2628,324	2,938	50,077	39,430	89,508	263,015	67938,734	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P145	2630,877	10,838	49,163	37,806	86,970	942,580	68881,314	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P146	2650,000	22,062	42,395	24,992	67,387	1486,650	70367,965	0,000	0,000	0,000	0,000	85909,674
P147	2675,000	18,356	23,806	4,329	28,135	516,429	70884,393	0,000	0,523	0,523	9,606	85919,280
P148	2686,711	6,363	14,401	0,089	14,490	92,197	70976,590	0,362	4,649	5,011	31,881	85951,160
P149	2687,725	6,644	13,569	0,031	13,600	90,363	71066,953	0,425	5,225	5,650	37,540	85988,700
P150	2700,000	18,637	6,289	0,000	6,289	117,202	71184,155	1,512	13,277	14,788	275,619	86264,319
P151	2725,000	17,775	3,512	0,000	3,512	62,427	71246,582	1,092	14,119	15,211	270,378	86534,697
P152	2735,549	12,500	0,948	0,000	0,948	11,851	71258,433	1,218	10,772	11,990	149,878	86684,575

P153	2750,000	10,411	3,736	0,000	3,736	38,901	71297,334	1,822	14,522	16,344	170,159	86854,734
P154	2756,372	12,500	4,999	0,000	4,999	62,493	71359,827	1,199	9,415	10,614	132,674	86987,408
P155	2775,000	21,814	12,118	6,473	18,592	405,559	71765,386	0,000	0,000	0,000	0,000	86987,408
P156	2800,000	25,000	1,099	16,404	17,504	437,593	72202,979	10,750	0,000	10,750	268,738	87256,146
P157	2825,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	72202,979	69,832	29,360	99,193	2479,814	89735,960
P158	2850,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	72202,979	35,068	86,602	121,670	3041,742	92777,702
P159	2875,000	25,000	1,355	0,000	1,355	33,875	72236,853	24,954	59,558	84,512	2112,790	94890,492
P160	2900,000	25,000	27,640	11,427	39,067	976,669	73213,523	0,000	0,000	0,000	0,000	94890,492
P161	2925,000	23,484	4,526	12,925	17,451	409,825	73623,348	1,538	0,000	1,538	36,118	94926,610
P162	2946,969	11,152	2,542	13,940	16,483	183,820	73807,168	4,574	0,000	4,574	51,012	94977,622
P163	2947,305	1,516	2,434	13,969	16,403	24,861	73832,030	4,745	0,000	4,745	7,191	94984,813
P164	2950,000	2,535	2,632	13,326	15,958	40,447	73872,476	5,218	0,000	5,218	13,226	94998,039
P165	2952,374	2,074	4,427	13,200	17,627	36,560	73909,036	2,628	0,000	2,628	5,451	95003,490
P166	2954,148	11,313	5,633	15,050	20,684	233,996	74143,032	1,191	0,000	1,191	13,472	95016,962
P167	2975,000	22,926	8,326	19,714	28,040	642,845	74785,878	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P168	3000,000	25,000	16,973	33,345	50,318	1257,952	76043,829	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P169	3025,000	22,799	20,764	34,239	55,003	1254,022	77297,851	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P170	3045,598	10,675	18,109	29,277	47,387	505,838	77803,689	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P171	3046,349	2,201	17,951	28,654	46,606	102,567	77906,256	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P172	3050,000	14,325	16,846	26,309	43,155	618,207	78524,464	0,000	0,000	0,000	0,000	95016,962
P173	3075,000	25,000	3,041	19,132	22,172	554,312	79078,776	3,295	0,000	3,295	82,374	95099,337
P174	3100,000	25,000	0,020	19,039	19,059	476,483	79555,259	9,618	0,057	9,675	241,874	95341,211
P175	3125,000	18,090	9,128	23,354	32,482	587,600	80142,860	0,011	0,000	0,011	0,198	95341,409
P176	3136,180	12,500	10,818	24,999	35,817	447,709	80590,569	0,000	0,000	0,000	0,000	95341,409
P177	3150,000	19,410	7,092	25,365	32,457	629,994	81220,562	0,000	0,000	0,000	0,000	95341,409
P178	3175,000	25,000	8,222	28,925	37,147	928,680	82149,243	1,397	0,000	1,397	34,913	95376,322
P179	3200,000	25,000	12,612	27,078	39,690	992,240	83141,483	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P180	3225,000	25,000	10,998	25,989	36,987	924,675	84066,158	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P181	3250,000	16,965	23,218	31,840	55,058	934,071	85000,228	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P182	3258,930	12,500	25,971	34,195	60,167	752,082	85752,310	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P183	3275,000	20,535	31,612	38,829	70,440	1446,480	87198,790	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P184	3300,000	25,000	40,253	47,930	88,183	2204,581	89403,371	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P185	3325,000	25,000	43,944	49,856	93,800	2344,992	91748,363	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P186	3350,000	25,000	35,237	41,266	76,504	1912,589	93660,952	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P187	3375,000	25,000	25,868	28,791	54,659	1366,477	95027,429	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P188	3400,000	25,000	20,195	30,614	50,809	1270,227	96297,656	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P189	3425,000	25,000	19,225	22,689	41,915	1047,865	97345,520	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P190	3450,000	25,000	15,153	16,154	31,306	782,660	98128,180	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P191	3475,000	25,000	8,913	10,222	19,135	478,373	98606,552	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322

P192	3500,000	25,000	11,146	7,211	18,357	458,928	99065,481	0,000	0,000	0,000	0,000	95376,322
P193	3525,000	25,000	9,534	0,980	10,514	262,845	99328,326	0,284	0,371	0,655	16,368	95392,690
P194	3550,000	25,000	0,455	0,000	0,455	11,377	99339,703	2,313	9,647	11,960	299,004	95691,695
P195	3575,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	99339,703	6,164	8,901	15,066	376,641	96068,335
P196	3600,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	99339,703	9,186	7,981	17,167	429,167	96497,502
P197	3625,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	99339,703	6,987	5,759	12,746	318,649	96816,151
P198	3650,000	17,708	0,000	1,234	1,234	21,851	99361,554	6,233	3,559	9,792	173,391	96989,542
P199	3660,416	5,297	1,483	5,748	7,231	38,304	99399,858	0,543	0,516	1,058	5,605	96995,147
P200	3660,594	4,307	1,544	5,851	7,395	31,853	99431,711	0,535	0,508	1,043	4,493	96999,640
P201	3669,031	7,203	3,347	11,402	14,749	106,234	99537,945	0,080	0,020	0,100	0,722	97000,363
P202	3675,000	7,371	5,512	14,584	20,096	148,137	99686,082	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P203	3683,773	12,500	9,109	18,881	27,990	349,879	100035,961	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P204	3700,000	20,613	15,088	20,186	35,274	727,122	100763,083	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P205	3725,000	25,000	23,943	34,344	58,287	1457,166	102220,249	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P206	3750,000	25,000	29,467	38,991	68,458	1711,449	103931,699	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P207	3775,000	25,000	35,960	44,605	80,565	2014,127	105945,825	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P208	3800,000	25,000	39,466	50,818	90,284	2257,100	108202,925	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P209	3825,000	25,000	36,989	50,826	87,815	2195,377	110398,302	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P210	3850,000	25,000	31,501	42,654	74,155	1853,877	112252,179	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P211	3875,000	25,000	30,668	39,311	69,979	1749,475	114001,654	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P212	3900,000	25,000	35,542	50,631	86,173	2154,330	116155,984	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P213	3925,000	25,000	34,259	47,631	81,890	2047,241	118203,226	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P214	3950,000	25,000	33,015	44,104	77,119	1927,981	120131,207	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P215	3975,000	25,000	32,062	44,005	76,066	1901,655	122032,862	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P216	4000,000	25,000	28,460	44,018	72,479	1811,968	123844,829	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P217	4025,000	25,000	20,690	36,115	56,805	1420,135	125264,964	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P218	4050,000	25,000	7,993	25,276	33,269	831,728	126096,692	0,000	0,000	0,000	0,000	97000,363
P219	4075,000	25,000	2,437	21,564	24,001	600,026	126696,719	0,121	0,000	0,121	3,032	97003,395
P220	4100,000	25,000	2,982	14,602	17,584	439,592	127136,311	4,931	0,000	4,931	123,276	97126,671
P221	4125,000	13,531	5,422	17,054	22,476	304,119	127440,430	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P222	4127,061	12,500	6,323	16,767	23,090	288,624	127729,055	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P223	4150,000	23,969	19,662	28,140	47,802	1145,787	128874,842	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P224	4175,000	25,000	25,415	29,832	55,247	1381,177	130256,020	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P225	4200,000	25,000	29,091	37,862	66,953	1673,818	131929,838	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P226	4225,000	25,000	31,494	31,776	63,271	1581,764	133511,601	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P227	4250,000	20,668	37,228	27,511	64,739	1338,026	134849,627	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P228	4266,336	12,500	33,129	21,060	54,188	677,353	135526,980	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P229	4275,000	16,832	33,011	17,729	50,740	854,055	136381,036	0,000	0,000	0,000	0,000	97126,671
P230	4300,000	25,000	5,788	0,000	5,788	144,711	136525,746	0,522	5,949	6,471	161,770	97288,441

P231	4325,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	136525,746	12,978	33,245	46,223	1155,569	98444,010
P232	4350,000	25,000	0,190	0,000	0,190	4,750	136530,496	9,455	37,963	47,418	1185,442	99629,452
P233	4375,000	25,000	0,033	0,000	0,033	0,814	136531,310	10,868	38,034	48,903	1222,563	100852,015
P234	4400,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	34,155	58,648	92,802	2320,061	103172,077
P235	4425,000	14,298	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	48,053	74,096	122,150	1746,483	104918,559
P236	4428,596	2,123	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	111,768	1543,613	1655,381	3513,548	108432,107
P237	4429,245	3,205	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	234,466	1920,724	2155,190	6907,513	115339,620
P238	4435,006	10,377	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	54,275	744,610	798,885	8290,432	123630,052
P239	4450,000	12,644	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	46,509	56,052	102,560	1296,730	124926,782
P240	4460,293	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	33,699	50,412	84,110	1051,381	125978,163
P241	4475,000	19,853	0,000	0,000	0,000	0,000	136531,310	18,863	43,250	62,113	1233,148	127211,311
P242	4500,000	25,000	0,102	0,000	0,102	2,542	136533,852	17,019	26,885	43,904	1097,596	128308,907
P243	4525,000	25,000	6,788	0,000	6,788	169,696	136703,548	2,117	13,172	15,289	382,228	128691,135
P244	4550,000	25,000	8,572	0,000	8,572	214,310	136917,858	4,275	9,815	14,089	352,235	129043,370
P245	4575,000	25,000	26,375	1,695	28,070	701,753	137619,611	0,000	1,903	1,903	47,587	129090,957
P246	4600,000	21,990	11,790	1,162	12,952	284,821	137904,433	0,581	2,909	3,491	76,763	129167,720
P247	4618,980	9,990	20,445	6,495	26,940	269,121	138173,554	0,000	0,147	0,147	1,469	129169,189
P248	4619,980	3,010	19,237	6,344	25,581	76,994	138250,548	0,000	0,122	0,122	0,366	129169,555
P249	4625,000	15,010	14,122	6,939	21,061	316,123	138566,671	0,000	0,001	0,001	0,016	129169,571
P250	4650,000	14,962	20,039	14,105	34,144	510,864	139077,535	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P251	4654,924	3,400	20,577	15,870	36,447	123,920	139201,455	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P252	4656,800	10,038	20,720	16,365	37,085	372,266	139573,721	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P253	4675,000	21,600	21,662	13,852	35,514	767,098	140340,818	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P254	4700,000	19,655	41,659	15,178	56,837	1117,095	141457,914	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P255	4714,309	9,403	33,291	23,985	57,276	538,545	141996,459	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P256	4718,805	5,345	32,410	20,191	52,601	281,178	142277,637	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P257	4725,000	15,597	33,733	14,924	48,657	758,921	143036,559	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P258	4750,000	25,000	36,653	22,126	58,779	1469,464	144506,023	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P259	4775,000	25,000	37,223	16,733	53,957	1348,914	145854,937	0,000	0,000	0,000	0,000	129169,571
P260	4800,000	25,000	34,752	2,628	37,380	934,511	146789,448	0,000	1,857	1,857	46,432	129216,003
P261	4825,000	25,000	24,109	1,177	25,286	632,155	147421,603	0,000	2,524	2,524	63,111	129279,114
P262	4850,000	25,000	34,587	4,061	38,647	966,186	148387,788	0,000	3,003	3,003	75,085	129354,199
P263	4875,000	25,000	44,145	16,109	60,254	1506,344	149894,132	0,000	0,037	0,037	0,919	129355,118
P264	4900,000	25,000	36,698	9,706	46,404	1160,111	151054,243	0,000	0,325	0,325	8,117	129363,235
P265	4925,000	20,701	32,715	10,962	43,677	904,169	151958,412	0,000	0,108	0,108	2,244	129365,478
P266	4941,403	11,981	28,232	14,093	42,324	507,097	152465,509	0,000	0,000	0,000	0,000	129365,478
P267	4948,963	4,299	25,720	5,779	31,498	135,401	152600,910	0,000	0,943	0,943	4,054	129369,532
P268	4950,000	13,019	25,292	4,988	30,280	394,204	152995,114	0,000	1,519	1,519	19,769	129389,301
P269	4975,000	25,000	34,334	3,371	37,704	942,610	153937,724	0,000	3,956	3,956	98,905	129488,206



<b>P270</b>	5000,000	25,000	41,604	8,487	50,091	1252,284	155190,008	0,000	0,000	0,000	0,000	129488,206
<b>P271</b>	5025,000	25,000	72,381	12,088	84,469	2111,734	157301,742	0,000	0,235	0,235	5,885	129494,091
<b>P272</b>	5050,000	13,183	33,776	5,619	39,394	519,356	157821,098	0,380	0,380	0,760	10,018	129504,109
<b>P273</b>	5051,367	1,228	32,215	5,738	37,953	46,613	157867,711	0,366	0,344	0,710	0,872	129504,981
<b>P274</b>	5052,456	9,409	31,188	5,761	36,949	347,653	158215,364	0,225	0,217	0,441	4,154	129509,135
<b>P275</b>	5070,185	11,272	23,394	3,158	26,552	299,290	158514,654	0,000	0,489	0,489	5,516	129514,651
<b>P276</b>	5075,000	14,907	21,785	7,543	29,328	437,203	158951,857	0,000	0,000	0,000	0,000	129514,651
<b>P277</b>	5100,000	25,000	11,899	4,470	16,369	409,237	159361,095	0,298	0,307	0,605	15,134	129529,785
<b>P278</b>	5125,000	25,000	11,846	0,000	11,846	296,159	159657,254	0,751	8,023	8,774	219,348	129749,133
<b>P279</b>	5150,000	25,000	15,470	0,882	16,352	408,812	160066,066	0,074	2,957	3,030	75,762	129824,895
<b>P280</b>	5175,000	25,000	12,323	0,920	13,242	331,057	160397,123	0,210	2,614	2,825	70,620	129895,515
<b>P281</b>	5200,000	25,000	9,359	0,000	9,359	233,980	160631,103	0,804	8,452	9,256	231,394	130126,909
<b>P282</b>	5225,000	25,000	9,359	0,000	9,359	233,979	160865,082	0,762	5,486	6,248	156,199	130283,108
<b>P283</b>	5250,000	25,000	4,369	0,000	4,369	109,219	160974,301	2,142	11,382	13,524	338,106	130621,214
<b>P284</b>	5275,000	25,000	2,939	0,000	2,939	73,473	161047,774	1,961	4,435	6,396	159,892	130781,106
<b>P285</b>	5300,000	23,541	4,227	0,000	4,227	99,495	161147,270	1,095	4,350	5,445	128,179	130909,285
<b>P286</b>	5322,081	11,041	8,733	4,420	13,153	145,214	161292,483	0,033	0,018	0,050	0,557	130909,842

- **Volume de déblai total :161292,483 m<sup>3</sup>.**
- **Volume de remblai total :130909,842m<sup>3</sup>.**
- **Excès de déblai :30382,641m<sup>3</sup>.**

**II-2-2-Etude de la variante 2 :****II-2-1-2- Les coordonnées des sommets :****Tableau II.13 :** les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2"

Points	X	Y
A	601831,8643	885034,0142
S1	601736,3500	885398,0157
S2	601459,0836	885555,8443
S3	601393,4393	885973,6354
S4	601539,7550	886363,0166
S5	601436,4544	886929,8376
S6	601452,7880	887511,4405
S7	601744,8838	888203,6488
S8	602107,0815	888492,1422
S9	602290,6329	888945,0321
S10	602531,7492	889090,6884
S11	602652,6757	889411,8767
B	602496,8377	889669,2234

**II-2-1-3- Calcul de gisements et des angles au centre :****Tableau II.14 :** Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02".

Points	DX	DY	gisement g	G	distance	Bitam
A-S1	-95,5143	364,0015	16,3366	383,6634	376,3245	
S1-S2	-277,2665	157,8286	67,0557	332,9443	319,0401	50,7191
S2-S3	-65,6443	417,7911	9,9216	390,0784	422,9167	57,1341
S3-S4	146,3157	389,3811	22,8827	22,8827	415,9639	32,8043
S4-S5	-103,3006	566,8210	11,4762	388,5238	576,1571	34,3589
S5-S6	16,3335	581,6030	1,7874	1,7874	581,8323	13,2635
S6-S7	292,0959	692,2082	25,4207	25,4207	751,3137	23,6333
S7-S8	362,1977	288,4935	57,1804	57,1804	463,0504	31,7597
S8-S9	183,5514	452,8899	24,5135	24,5135	488,6721	32,6669

S9-S10	241,1162	145,6563	65,4046	65,4046	281,6963	40,8911
S10-S11	120,9266	321,1882	22,9236	22,9236	343,1984	42,4811
S11-B	-155,8380	257,3467	34,6637	365,3363	300,8535	57,5872

#### II-2-1-4- Environnement de la route :

##### A)- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » :

Tableau II.15 : dénivelé de profil 'variante 02'

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,000	12,500	601831,864	885034,014	524,073	0
P2	25,000	25,000	601825,519	885058,196	524,451	0,379
P3	50,000	25,000	601819,174	885082,377	524,830	0,379
P4	75,000	25,000	601812,829	885106,558	525,209	0,379
P5	100,000	25,000	601806,483	885130,740	525,588	0,379
P6	125,000	25,000	601800,138	885154,921	525,967	0,379
P7	150,000	25,000	601793,793	885179,102	526,346	0,379
P8	175,000	25,000	601787,448	885203,284	526,725	0,379
P9	200,000	25,000	601781,103	885227,465	527,104	0,379
P10	225,000	25,000	601774,757	885251,646	527,483	0,379
P11	250,000	12,535	601768,412	885275,828	527,862	0,379
P12	250,071	12,500	601768,394	885275,896	527,863	0,001
P13	275,000	24,965	601761,073	885299,719	528,241	0,378
P14	300,000	25,000	601751,771	885322,916	528,620	0,379
P15	325,000	25,000	601740,570	885345,258	528,994	0,375
P16	350,000	25,000	601727,548	885366,590	528,989	-0,005
P17	375,000	25,000	601712,796	885386,765	528,358	-0,631
P18	400,000	25,000	601696,416	885405,642	527,127	-1,231
P19	425,000	25,000	601678,521	885423,089	525,737	-1,390
P20	450,000	25,000	601659,236	885438,987	524,347	-1,390
P21	475,000	19,539	601638,695	885453,224	522,957	-1,390
P22	489,079	12,500	601626,627	885460,473	522,174	-0,783

<b>P23</b>	500,000	17,961	601617,136	885465,876	521,566	-0,607
<b>P24</b>	525,000	25,000	601595,410	885478,243	520,176	-1,390
<b>P25</b>	550,000	18,246	601573,683	885490,611	518,786	-1,390
<b>P26</b>	561,493	12,500	601563,695	885496,296	518,147	-0,639
<b>P27</b>	575,000	19,254	601552,142	885503,292	517,396	-0,751
<b>P28</b>	600,000	25,000	601531,826	885517,843	516,006	-1,390
<b>P29</b>	625,000	25,000	601513,064	885534,349	514,615	-1,390
<b>P30</b>	650,000	25,000	601496,043	885552,646	513,225	-1,390
<b>P31</b>	675,000	25,000	601480,934	885572,551	511,835	-1,390
<b>P32</b>	700,000	25,000	601467,888	885593,864	510,445	-1,390
<b>P33</b>	725,000	25,000	601457,034	885616,374	509,054	-1,390
<b>P34</b>	750,000	25,000	601448,482	885639,855	507,664	-1,390
<b>P35</b>	775,000	17,929	601442,317	885664,072	506,274	-1,390
<b>P36</b>	785,858	12,500	601440,400	885674,758	505,672	-0,602
<b>P37</b>	800,000	19,571	601438,204	885688,729	504,919	-0,753
<b>P38</b>	825,000	25,000	601434,324	885713,426	503,685	-1,234
<b>P39</b>	850,000	25,000	601430,444	885738,123	502,577	-1,108
<b>P40</b>	875,000	20,388	601426,563	885762,820	501,594	-0,983
<b>P41</b>	890,776	12,500	601424,114	885778,405	501,039	-0,556
<b>P42</b>	900,000	17,112	601422,739	885787,525	500,737	-0,302
<b>P43</b>	925,000	25,000	601419,575	885812,323	500,005	-0,732
<b>P44</b>	950,000	25,000	601417,240	885837,213	499,397	-0,607
<b>P45</b>	975,000	25,000	601415,736	885862,166	498,915	-0,482
<b>P46</b>	1000,000	25,000	601415,064	885887,156	498,558	-0,357
<b>P47</b>	1025,000	25,000	601415,225	885912,154	498,326	-0,232
<b>P48</b>	1050,000	25,000	601416,219	885937,134	498,219	-0,107
<b>P49</b>	1075,000	25,000	601418,045	885962,066	498,237	0,018
<b>P50</b>	1100,000	25,000	601420,702	885986,923	498,380	0,143
<b>P51</b>	1125,000	25,000	601424,185	886011,678	498,648	0,268
<b>P52</b>	1150,000	25,000	601428,491	886036,303	499,039	0,391
<b>P53</b>	1175,000	25,000	601433,615	886060,771	499,472	0,434

<b>P54</b>	1200,000	25,000	601439,552	886085,055	499,906	0,434
<b>P55</b>	1225,000	25,000	601446,295	886109,127	500,339	0,434
<b>P56</b>	1250,000	25,000	601453,837	886132,961	500,773	0,434
<b>P57</b>	1275,000	13,622	601462,168	886156,531	501,206	0,434
<b>P58</b>	1277,243	12,500	601462,954	886158,632	501,245	0,039
<b>P59</b>	1300,000	23,878	601470,959	886179,934	501,640	0,395
<b>P60</b>	1325,000	25,000	601479,753	886203,337	502,073	0,434
<b>P61</b>	1350,000	25,000	601488,547	886226,739	502,507	0,434
<b>P62</b>	1375,000	17,470	601497,340	886250,141	502,940	0,434
<b>P63</b>	1384,941	12,500	601500,837	886259,447	503,113	0,172
<b>P64</b>	1400,000	20,030	601505,868	886273,640	503,374	0,261
<b>P65</b>	1425,000	25,000	601513,028	886297,588	503,807	0,434
<b>P66</b>	1450,000	25,000	601518,679	886321,937	504,241	0,434
<b>P67</b>	1475,000	25,000	601522,798	886346,591	504,674	0,434
<b>P68</b>	1500,000	25,000	601525,369	886371,455	505,108	0,434
<b>P69</b>	1525,000	25,000	601526,382	886396,430	505,541	0,434
<b>P70</b>	1550,000	25,000	601525,834	886421,420	505,975	0,434
<b>P71</b>	1575,000	25,000	601523,725	886446,327	506,409	0,434
<b>P72</b>	1600,000	12,912	601520,065	886471,053	506,842	0,434
<b>P73</b>	1600,824	12,500	601519,918	886471,864	506,856	0,014
<b>P74</b>	1625,000	24,588	601515,583	886495,648	507,276	0,419
<b>P75</b>	1650,000	25,000	601511,101	886520,243	507,709	0,434
<b>P76</b>	1675,000	25,000	601506,619	886544,838	508,143	0,434
<b>P77</b>	1700,000	25,000	601502,137	886569,433	508,576	0,434
<b>P78</b>	1725,000	25,000	601497,654	886594,028	509,010	0,434
<b>P79</b>	1750,000	25,000	601493,172	886618,623	509,443	0,434
<b>P80</b>	1775,000	25,000	601488,690	886643,218	509,877	0,434
<b>P81</b>	1800,000	25,000	601484,207	886667,813	510,310	0,434
<b>P82</b>	1825,000	25,000	601479,725	886692,407	510,744	0,434
<b>P83</b>	1850,000	25,000	601475,243	886717,002	511,177	0,434
<b>P84</b>	1875,000	25,000	601470,760	886741,597	511,611	0,434

<b>P85</b>	1900,000	17,258	601466,278	886766,192	512,066	0,455
<b>P86</b>	1909,516	12,500	601464,572	886775,554	512,265	0,200
<b>P87</b>	1925,000	20,242	601461,874	886790,801	512,626	0,360
<b>P88</b>	1950,000	25,000	601457,852	886815,475	513,300	0,674
<b>P89</b>	1975,000	25,000	601454,241	886840,213	514,088	0,788
<b>P90</b>	2000,000	25,000	601451,043	886865,007	514,989	0,902
<b>P91</b>	2025,000	25,000	601448,258	886889,851	516,005	1,016
<b>P92</b>	2050,000	25,000	601445,888	886914,738	517,135	1,130
<b>P93</b>	2075,000	25,000	601443,933	886939,661	518,378	1,243
<b>P94</b>	2100,000	25,000	601442,394	886964,614	519,667	1,290
<b>P95</b>	2125,000	25,000	601441,271	886989,588	520,957	1,290
<b>P96</b>	2150,000	25,000	601440,564	887014,578	522,246	1,290
<b>P97</b>	2175,000	25,000	601440,274	887039,576	523,536	1,290
<b>P98</b>	2200,000	23,515	601440,400	887064,575	524,826	1,290
<b>P99</b>	2222,031	12,500	601440,857	887086,601	525,962	1,136
<b>P100</b>	2225,000	13,985	601440,940	887089,569	526,115	0,153
<b>P101</b>	2250,000	25,000	601441,642	887114,559	527,405	1,290
<b>P102</b>	2275,000	25,000	601442,344	887139,549	528,694	1,290
<b>P103</b>	2300,000	25,000	601443,046	887164,540	529,984	1,290
<b>P104</b>	2325,000	25,000	601443,748	887189,530	531,273	1,290
<b>P105</b>	2350,000	20,186	601444,449	887214,520	532,563	1,290
<b>P106</b>	2365,372	12,500	601444,881	887229,886	533,356	0,793
<b>P107</b>	2375,000	17,314	601445,182	887239,509	533,853	0,497
<b>P108</b>	2400,000	25,000	601446,252	887264,486	535,142	1,290
<b>P109</b>	2425,000	25,000	601447,739	887289,441	536,309	1,167
<b>P110</b>	2450,000	25,000	601449,641	887314,369	537,297	0,988
<b>P111</b>	2475,000	25,000	601451,958	887339,261	538,284	0,987
<b>P112</b>	2500,000	25,000	601454,690	887364,111	539,270	0,987
<b>P113</b>	2525,000	25,000	601457,836	887388,912	540,257	0,987
<b>P114</b>	2550,000	25,000	601461,394	887413,657	541,244	0,987
<b>P115</b>	2575,000	25,000	601465,365	887438,339	542,231	0,987

<b>P116</b>	2600,000	25,000	601469,746	887462,952	543,216	0,985
<b>P117</b>	2625,000	25,000	601474,537	887487,488	544,164	0,948
<b>P118</b>	2650,000	25,000	601479,736	887511,942	545,062	0,898
<b>P119</b>	2675,000	25,000	601485,342	887536,305	545,909	0,848
<b>P120</b>	2700,000	25,000	601491,353	887560,571	546,707	0,798
<b>P121</b>	2725,000	25,000	601497,768	887584,734	547,454	0,748
<b>P122</b>	2750,000	25,000	601504,584	887608,786	548,152	0,697
<b>P123</b>	2775,000	25,000	601511,801	887632,722	548,799	0,647
<b>P124</b>	2800,000	25,000	601519,415	887656,533	549,397	0,597
<b>P125</b>	2825,000	25,000	601527,425	887680,215	549,944	0,547
<b>P126</b>	2850,000	25,000	601535,829	887703,760	550,441	0,497
<b>P127</b>	2875,000	25,000	601544,624	887727,162	550,889	0,447
<b>P128</b>	2900,000	23,609	601553,808	887750,413	551,286	0,397
<b>P129</b>	2922,219	12,500	601562,294	887770,948	551,597	0,311
<b>P130</b>	2925,000	13,891	601563,375	887773,510	551,633	0,036
<b>P131</b>	2950,000	25,000	601573,095	887796,543	551,930	0,297
<b>P132</b>	2975,000	25,000	601582,814	887819,576	552,177	0,247
<b>P133</b>	3000,000	25,000	601592,534	887842,610	552,375	0,197
<b>P134</b>	3025,000	25,000	601602,253	887865,643	552,522	0,147
<b>P135</b>	3050,000	24,217	601611,973	887888,676	552,619	0,097
<b>P136</b>	3073,435	12,500	601621,084	887910,267	552,665	0,046
<b>P137</b>	3075,000	13,283	601621,693	887911,709	552,666	0,001
<b>P138</b>	3100,000	25,000	601631,671	887934,631	552,663	-0,003
<b>P139</b>	3125,000	25,000	601642,105	887957,349	552,611	-0,053
<b>P140</b>	3150,000	25,000	601652,992	887979,854	552,508	-0,103
<b>P141</b>	3175,000	25,000	601664,326	888002,136	552,355	-0,153
<b>P142</b>	3200,000	25,000	601676,104	888024,188	552,152	-0,203
<b>P143</b>	3225,000	25,000	601688,321	888045,999	551,899	-0,253
<b>P144</b>	3250,000	25,000	601700,971	888067,562	551,597	-0,302
<b>P145</b>	3275,000	25,000	601714,050	888088,867	551,276	-0,321
<b>P146</b>	3300,000	25,000	601727,552	888109,907	550,955	-0,321

<b>P147</b>	3325,000	25,000	601741,472	888130,672	550,635	-0,321
<b>P148</b>	3350,000	25,000	601755,805	888151,155	550,314	-0,321
<b>P149</b>	3375,000	25,000	601770,545	888171,347	549,993	-0,321
<b>P150</b>	3400,000	25,000	601785,686	888191,241	549,676	-0,318
<b>P151</b>	3425,000	25,000	601801,221	888210,827	549,613	-0,063
<b>P152</b>	3450,000	25,000	601817,145	888230,099	549,967	0,354
<b>P153</b>	3475,000	25,000	601833,451	888249,049	550,738	0,771
<b>P154</b>	3500,000	25,000	601850,133	888267,668	551,904	1,166
<b>P155</b>	3525,000	25,000	601867,184	888285,951	553,166	1,261
<b>P156</b>	3550,000	25,000	601884,597	888303,888	554,427	1,261
<b>P157</b>	3575,000	25,000	601902,365	888321,474	555,689	1,261
<b>P158</b>	3600,000	25,000	601920,482	888338,701	556,950	1,261
<b>P159</b>	3625,000	25,000	601938,939	888355,563	558,212	1,261
<b>P160</b>	3650,000	25,000	601957,730	888372,051	559,473	1,261
<b>P161</b>	3675,000	23,518	601976,847	888388,161	560,735	1,261
<b>P162</b>	3697,036	12,500	601993,961	888402,041	561,847	1,112
<b>P163</b>	3700,000	13,982	601996,280	888403,888	561,996	0,150
<b>P164</b>	3725,000	25,000	602015,835	888419,464	563,258	1,261
<b>P165</b>	3750,000	25,000	602035,390	888435,039	564,519	1,261
<b>P166</b>	3775,000	13,033	602054,945	888450,615	565,781	1,261
<b>P167</b>	3776,067	12,500	602055,780	888451,280	565,834	0,054
<b>P168</b>	3800,000	24,467	602073,758	888467,064	567,042	1,208
<b>P169</b>	3825,000	25,000	602090,837	888485,306	568,303	1,261
<b>P170</b>	3850,000	25,000	602106,009	888505,163	569,565	1,261
<b>P171</b>	3875,000	25,000	602119,123	888526,435	570,826	1,261
<b>P172</b>	3900,000	14,675	602130,048	888548,910	572,088	1,261
<b>P173</b>	3904,349	12,500	602131,717	888552,926	572,307	0,219
<b>P174</b>	3925,000	22,825	602139,473	888572,065	573,349	1,042
<b>P175</b>	3950,000	25,000	602148,864	888595,234	574,611	1,261
<b>P176</b>	3975,000	25,000	602158,254	888618,404	575,872	1,261
<b>P177</b>	4000,000	25,000	602167,644	888641,573	577,134	1,261



<b>P178</b>	4025,000	25,000	602177,035	888664,743	578,395	1,261
<b>P179</b>	4050,000	25,000	602186,425	888687,912	579,657	1,261
<b>P180</b>	4075,000	25,000	602195,815	888711,082	580,918	1,261
<b>P181</b>	4100,000	25,000	602205,206	888734,251	582,179	1,261
<b>P182</b>	4125,000	25,000	602214,596	888757,420	583,441	1,261
<b>P183</b>	4150,000	18,049	602223,986	888780,590	584,702	1,261
<b>P184</b>	4161,097	12,500	602228,154	888790,874	585,262	0,560
<b>P185</b>	4175,000	19,451	602233,555	888803,685	585,964	0,702
<b>P186</b>	4200,000	25,000	602244,154	888826,324	587,225	1,261
<b>P187</b>	4225,000	25,000	602255,871	888848,405	588,487	1,261
<b>P188</b>	4250,000	25,000	602268,678	888869,873	589,748	1,261
<b>P189</b>	4275,000	25,000	602282,541	888890,674	591,010	1,261
<b>P190</b>	4300,000	25,000	602297,426	888910,756	592,271	1,261
<b>P191</b>	4325,000	25,000	602313,297	888930,069	593,533	1,261
<b>P192</b>	4350,000	25,000	602330,113	888948,565	594,794	1,261
<b>P193</b>	4375,000	25,000	602347,832	888966,197	596,056	1,261
<b>P194</b>	4400,000	25,000	602366,410	888982,922	597,317	1,261
<b>P195</b>	4425,000	25,000	602385,802	888998,697	598,578	1,261
<b>P196</b>	4450,000	25,000	602405,957	889013,483	599,840	1,261
<b>P197</b>	4475,000	16,128	602426,826	889027,244	601,101	1,261
<b>P198</b>	4482,255	12,500	602433,009	889031,040	601,467	0,366
<b>P199</b>	4500,000	14,354	602448,197	889040,215	602,363	0,895
<b>P200</b>	4510,963	12,500	602457,581	889045,884	602,916	0,553
<b>P201</b>	4525,000	19,518	602469,386	889053,475	603,624	0,708
<b>P202</b>	4550,000	25,000	602489,286	889068,590	604,886	1,261
<b>P203</b>	4575,000	25,000	602507,578	889085,616	606,147	1,261
<b>P204</b>	4600,000	25,000	602524,079	889104,383	607,409	1,261
<b>P205</b>	4625,000	25,000	602538,623	889124,704	608,670	1,261
<b>P206</b>	4650,000	25,000	602551,067	889146,375	609,932	1,261
<b>P207</b>	4675,000	13,893	602561,285	889169,180	611,193	1,261
<b>P208</b>	4677,786	12,500	602562,281	889171,782	611,334	0,141

P209	4700,000	23,607	602570,108	889192,572	612,454	1,121
P210	4725,000	25,000	602578,917	889215,968	613,716	1,261
P211	4750,000	25,000	602587,726	889239,365	614,977	1,261
P212	4775,000	25,000	602596,534	889262,762	616,239	1,261
P213	4800,000	18,932	602605,343	889286,158	617,500	1,261
P214	4812,863	12,500	602609,875	889298,197	618,149	0,649
P215	4825,000	18,568	602613,875	889309,654	618,762	0,612
P216	4850,000	25,000	602620,336	889333,794	620,023	1,261
P217	4875,000	25,000	602624,355	889358,458	621,285	1,261
P218	4900,000	25,000	602625,892	889383,401	622,546	1,261
P219	4925,000	25,000	602624,931	889408,372	623,808	1,261
P220	4950,000	25,000	602621,482	889433,122	625,069	1,261
P221	4975,000	25,000	602615,579	889457,405	626,330	1,261
P222	5000,000	25,000	602607,281	889480,976	627,592	1,261
P223	5025,000	19,504	602596,672	889503,602	628,853	1,261
P224	5039,008	12,500	602589,756	889515,781	629,560	0,707
P225	5050,000	17,996	602584,062	889525,184	630,115	0,555
P226	5075,000	25,000	602571,112	889546,569	631,376	1,261
P227	5100,000	25,000	602558,163	889567,953	632,638	1,261
P228	5125,000	25,000	602545,213	889589,338	633,899	1,261
P229	5150,000	25,000	602532,263	889610,723	635,161	1,261
P230	5175,000	25,000	602519,314	889632,107	636,422	1,261
P231	5200,000	21,695	602506,364	889653,492	637,684	1,261
P232	5218,391	9,195	602496,838	889669,223	638,612	0,928
<b>L Total=</b>	<b>5218,391</b>				<b>DH Total=</b>	<b>114,539</b>

- $\Sigma \Delta H = 114,539m$  ;
- $\Sigma Distance = 5218,391m$  ;

$$Dc = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma Distance} = \frac{114,539}{5218,391} = 0.02194 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Dc = 2,19\%}$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

**Tableau II.16:** Classification de terrain et Dénivelée cumulée 'variante 02'.

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	plat	$D_c < 1.5\%$
2	Plat mais inondable	$D_c = 1.5\%$
3	Terrain vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief : **Terrain vallonné**

### B)-Sinuosité :

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

Avec :

Alors  $L_s = 0$  si aucun rayon n'est inférieur à 200m.

Donc  $\sigma = 0$ ;

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

**Tableau II.17 :** Sinuosité 'variante 02'.

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

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**.


### Environnement de la route :

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

**Tableau II.18** : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02'

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

**Dans notre cas, nous avons :**

Terrain Vallonné  
Sinuosité faible  Environnement E2

### II-2-1-5- La vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT3** et environnement **E2** (Voir Tableau III.7)

**Tableau II.19** : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' variante 02'

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

À partir du **tableau II.7**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =80 Km/h.**

### II-2-1-6- Stabilité en courbe :

✓ **Tableau récapitulatif :**

Vitesse réf	Dmax	dmin	d=dmax-2%	Ft	f''
80 km/h	8%	-3%	6%	0.15	0.07

## ▪ Détermination des rayons en plan :

### ❖ Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$\mathbf{RHm} = \frac{80^2}{127 (0,15 + 0,08)} \longrightarrow \boxed{\mathbf{RHm} = 220 \text{ m}}$$

### ❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

$$\mathbf{RHN} = \frac{(80+20)^2}{127 (0,15 + 0,08)} \longrightarrow \boxed{\mathbf{RHN} = 342 \text{ m}}$$

### ❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$\mathbf{RHd} = \frac{80^2}{127 * 2 * 0,030} \longrightarrow \boxed{\mathbf{RHd} = 840 \text{ m}}$$

### ❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$\mathbf{RHnd} = \frac{80^2}{127 (0,07 - 0,030)} \longrightarrow \boxed{\mathbf{RHnd} = 1260 \text{ m}}$$

## ▪ Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers **B40**, pour un environnement E2 et une catégorie **C3** et une vitesse de base **VB = 80 km/h** on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8 %)	220	220
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6 %)	342	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3 %)	840	800
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-3 %)	1260	1200

## ▪ Choix des rayons:

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

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

Rayons Choisis(m)	
R1	300
R2	250
R3	750
R4	400
R5	1500
R6	1500
R7	1250
R8	250
R9	500
R10	250
R11	250

### II-2-1-7- Détermination des éléments des raccords circulaires:

Tableau des résultats :

**Tableau II.20** : Eléments des raccords circulaires "variante 2 ".

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
1	126,2538	325,4850364	23,4889	239,0081
2	120,3725	277,4698764	24,7503	224,3651
3	197,6256	775,6003308	24,7553	386,4666
4	110,6405	415,0196509	14,4761	215,8833
5	156,8246	1508,175705	8,1314	312,5139
6	281,6655	1526,21605	25,7657	556,8465
7	318,4320	1289,922067	38,6865	623,6603
8	65,5868	258,4601001	8,1832	128,2826
9	166,3375	526,9422795	25,5647	321,1579
10	86,6509	264,5909557	13,7863	166,8229
11	121,4703	277,9478848	25,1377	226,1444

• **Longueur totale des alignements droits : Lad**

$Lad = AT1 + T1T2 + \dots + T11B$

$Lad = 250,0707 + 72,4138 + \dots + 179,3832 \implies Lad = 1817,299m$

• **Longueur totale des arcs de cercles : Lc**

$Lc = D1 + D2 + \dots + D10$

$Lc = 239,0081 + 224,3651 + \dots + 226,1444 \implies Lc = 3401,1516m$

• **Longueur totale du tronçon : LT**

$LT = Lad + Lc$

$LT = 1817,299m + 3401,1516m \implies LT = 5218,4506m$

- **Pourcentage Alignement droit : % alig\_Droit = 35%**
- **Pourcentage Courbe : % courbe = 65%**

**II-2-2-7- Cubatures :**

**Tableau II.21 : Cubatures**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,000	12,500	9,17	3,05	12,22	152,780	152,780	0,00	1,28	1,28	16,044	16,044
P2	25,000	25,000	17,84	9,88	27,72	692,988	845,768	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P3	50,000	25,000	26,72	17,90	44,62	1115,543	1961,311	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P4	75,000	25,000	37,23	28,09	65,31	1632,860	3594,171	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P5	100,000	25,000	43,25	38,29	81,54	2038,483	5632,654	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P6	125,000	25,000	30,49	39,86	70,35	1758,859	7391,513	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P7	150,000	25,000	47,06	48,16	95,23	2380,644	9772,157	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P8	175,000	25,000	44,16	42,30	86,46	2161,483	11933,641	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P9	200,000	25,000	38,37	38,28	76,66	1916,463	13850,104	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P10	225,000	25,000	32,40	32,60	65,00	1624,949	15475,053	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P11	250,000	12,535	27,37	22,44	49,81	624,339	16099,392	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P12	250,071	12,500	27,36	22,41	49,77	622,141	16721,533	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P13	275,000	24,965	23,74	14,85	38,60	963,532	17685,065	0,00	0,00	0,00	0,000	16,044
P14	300,000	25,000	18,59	7,35	25,94	648,512	18333,577	0,00	0,05	0,05	1,270	17,313
P15	325,000	25,000	12,96	2,78	15,74	393,497	18727,074	0,00	2,45	2,45	61,198	78,512
P16	350,000	25,000	8,04	3,04	11,08	277,070	19004,144	0,00	0,29	0,29	7,373	85,885
P17	375,000	25,000	1,86	3,36	5,22	130,580	19134,724	0,55	0,15	0,70	17,471	103,355
P18	400,000	25,000	0,24	0,00	0,24	5,927	19140,652	2,73	10,42	13,16	328,890	432,246
P19	425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	17,08	48,71	65,79	1644,819	2077,065
P20	450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	39,94	71,89	111,83	2795,646	4872,712
P21	475,000	19,539	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	58,64	82,99	141,63	2767,447	7640,158
P22	489,079	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	55,80	81,15	136,94	1711,797	9351,956
P23	500,000	17,961	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	53,82	73,92	127,74	2294,214	11646,169
P24	525,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	46,31	65,54	111,85	2796,234	14442,404
P25	550,000	18,246	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	42,79	52,96	95,75	1747,079	16189,483
P26	561,493	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	42,77	54,24	97,02	1212,688	17402,170
P27	575,000	19,254	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	45,55	57,90	103,45	1991,771	19393,941

P28	600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	53,61	70,15	123,76	3094,056	22487,997
P29	625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	56,65	77,51	134,17	3354,134	25842,131
P30	650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	63,94	83,82	147,76	3694,022	29536,153
P31	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	79,71	103,70	183,42	4585,409	34121,562
P32	700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	53,44	78,51	131,94	3298,561	37420,123
P33	725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	47,17	63,30	110,47	2761,651	40181,774
P34	750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	30,48	43,91	74,39	1859,675	42041,449
P35	775,000	17,929	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	24,27	40,70	64,97	1164,789	43206,238
P36	785,858	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	25,50	45,16	70,66	883,292	44089,529
P37	800,000	19,571	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	30,18	49,51	79,69	1559,720	45649,250
P38	825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	39,80	52,12	91,92	2297,996	47947,246
P39	850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	44,50	49,61	94,11	2352,819	50300,065
P40	875,000	20,388	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	47,43	41,82	89,25	1819,585	52119,649
P41	890,776	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	46,46	37,42	83,89	1048,602	53168,252
P42	900,000	17,112	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	43,40	35,49	78,89	1349,978	54518,230
P43	925,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	25,83	0,00	25,83	645,654	55163,883
P44	950,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	19140,652	14,98	25,35	40,33	1008,196	56172,079
P45	975,000	25,000	0,09	0,00	0,09	2,309	19142,960	2,42	42,53	44,95	1123,704	57295,782
P46	1000,000	25,000	9,81	0,99	10,79	269,872	19412,832	0,19	26,95	27,14	678,522	57974,305
P47	1025,000	25,000	9,45	0,14	9,59	239,637	19652,470	0,42	10,59	11,01	275,132	58249,437
P48	1050,000	25,000	3,37	0,00	3,37	84,192	19736,662	1,67	36,73	38,40	959,977	59209,414
P49	1075,000	25,000	7,11	0,00	7,11	177,802	19914,464	4,83	42,17	47,00	1174,890	60384,304
P50	1100,000	25,000	14,55	12,29	26,85	671,185	20585,649	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P51	1125,000	25,000	16,60	21,50	38,10	952,452	21538,101	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P52	1150,000	25,000	20,67	26,82	47,49	1187,215	22725,316	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P53	1175,000	25,000	24,84	36,48	61,31	1532,765	24258,081	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P54	1200,000	25,000	23,18	37,20	60,38	1509,520	25767,601	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P55	1225,000	25,000	25,32	40,72	66,04	1651,057	27418,658	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P56	1250,000	25,000	30,67	44,20	74,87	1871,746	29290,404	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P57	1275,000	13,622	37,63	43,97	81,61	1111,627	30402,031	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P58	1277,243	12,500	38,05	44,52	82,57	1032,140	31434,171	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P59	1300,000	23,878	39,13	51,95	91,08	2174,764	33608,935	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P60	1325,000	25,000	29,09	43,76	72,84	1821,117	35430,052	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P61	1350,000	25,000	18,39	30,29	48,68	1217,092	36647,144	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P62	1375,000	17,470	15,38	25,53	40,91	714,630	37361,774	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P63	1384,941	12,500	12,44	22,38	34,83	435,316	37797,090	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P64	1400,000	20,030	8,39	18,95	27,34	547,583	38344,672	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P65	1425,000	25,000	6,70	16,44	23,14	578,507	38923,179	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P66	1450,000	25,000	5,28	16,31	21,59	539,839	39463,018	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P67	1475,000	25,000	6,23	15,09	21,32	532,980	39995,997	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P68	1500,000	25,000	9,00	19,28	28,27	706,806	40702,804	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P69	1525,000	25,000	17,08	27,09	44,17	1104,259	41807,063	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P70	1550,000	25,000	23,71	36,41	60,13	1503,215	43310,278	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P71	1575,000	25,000	31,11	42,24	73,35	1833,789	45144,068	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P72	1600,000	12,912	33,77	47,55	81,32	1050,004	46194,072	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P73	1600,824	12,500	33,75	47,55	81,31	1016,325	47210,397	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P74	1625,000	24,588	31,95	47,62	79,57	1956,496	49166,893	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P75	1650,000	25,000	30,53	47,45	77,98	1949,580	51116,473	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P76	1675,000	25,000	30,66	44,80	75,46	1886,593	53003,065	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P77	1700,000	25,000	30,92	43,74	74,66	1866,500	54869,566	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P78	1725,000	25,000	31,08	41,97	73,05	1826,258	56695,824	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P79	1750,000	25,000	31,01	40,07	71,08	1776,953	58472,776	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304



P80	1775,000	25,000	30,75	37,72	68,47	1711,851	60184,627	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P81	1800,000	25,000	30,30	34,93	65,24	1630,952	61815,579	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P82	1825,000	25,000	29,67	31,70	61,37	1534,256	63349,835	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P83	1850,000	25,000	28,63	28,24	56,87	1421,763	64771,598	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P84	1875,000	25,000	27,08	24,72	51,80	1295,116	66066,714	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P85	1900,000	17,258	24,97	20,93	45,90	792,150	66858,864	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P86	1909,516	12,500	23,81	19,55	43,36	541,964	67400,828	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P87	1925,000	20,242	21,45	19,04	40,49	819,625	68220,454	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P88	1950,000	25,000	15,85	8,95	24,79	619,799	68840,252	0,00	0,00	0,00	0,000	60384,304
P89	1975,000	25,000	5,30	0,22	5,52	137,963	68978,215	0,56	0,66	1,22	30,478	60414,782
P90	2000,000	25,000	1,82	0,14	1,96	49,075	69027,290	0,71	1,30	2,01	50,327	60465,109
P91	2025,000	25,000	3,24	0,45	3,69	92,196	69119,486	0,42	2,05	2,47	61,858	60526,967
P92	2050,000	25,000	9,09	1,07	10,16	253,895	69373,381	0,22	0,76	0,99	24,710	60551,677
P93	2075,000	25,000	16,69	7,40	24,09	602,130	69975,511	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P94	2100,000	25,000	25,84	18,78	44,62	1115,494	71091,005	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P95	2125,000	25,000	35,47	29,21	64,68	1616,928	72707,934	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P96	2150,000	25,000	44,32	35,16	79,49	1987,211	74695,145	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P97	2175,000	25,000	58,90	42,66	101,56	2539,076	77234,220	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P98	2200,000	23,515	62,28	46,41	108,69	2555,913	79790,134	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P99	2222,031	12,500	63,19	40,86	104,06	1300,710	81090,844	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P100	2225,000	13,985	64,07	41,36	105,43	1474,467	82565,311	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P101	2250,000	25,000	77,61	58,62	136,23	3405,756	85971,067	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P102	2275,000	25,000	70,31	55,75	126,05	3151,313	89122,380	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P103	2300,000	25,000	65,16	59,04	124,20	3105,037	92227,417	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P104	2325,000	25,000	74,86	51,01	125,87	3146,862	95374,279	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P105	2350,000	20,186	63,33	46,49	109,81	2216,711	97590,989	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P106	2365,372	12,500	61,37	41,20	102,57	1282,183	98873,172	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P107	2375,000	17,314	55,16	33,49	88,66	1534,975	100408,147	0,00	0,00	0,00	0,000	60551,677
P108	2400,000	25,000	38,40	9,56	47,95	1198,814	101606,962	0,00	0,19	0,19	4,748	60556,425
P109	2425,000	25,000	39,04	16,66	55,70	1392,598	102999,560	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P110	2450,000	25,000	58,20	27,31	85,51	2137,835	105137,395	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P111	2475,000	25,000	66,37	43,68	110,04	2751,116	107888,511	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P112	2500,000	25,000	63,88	47,87	111,75	2793,652	110682,163	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P113	2525,000	25,000	58,74	38,84	97,58	2439,457	113121,620	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P114	2550,000	25,000	44,35	16,35	60,70	1517,595	114639,215	0,00	0,00	0,00	0,000	60556,425
P115	2575,000	25,000	9,21	0,00	9,21	230,192	114869,407	1,41	13,23	14,64	366,005	60922,430
P116	2600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	25,07	42,62	67,69	1692,164	62614,593
P117	2625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	51,63	64,58	116,21	2905,200	65519,793
P118	2650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	61,14	74,66	135,81	3395,146	68914,939
P119	2675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	60,93	71,50	132,44	3310,902	72225,841
P120	2700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	63,98	66,34	130,32	3258,042	75483,884
P121	2725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	139,35	132,85	272,20	6804,900	82288,783
P122	2750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	290,45	216,90	507,35	12683,854	94972,637
P123	2775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	166,20	127,20	293,40	7334,914	102307,551
P124	2800,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	44,26	25,81	70,07	1751,654	104059,205
P125	2825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	51,08	24,13	75,21	1880,204	105939,409
P126	2850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	114869,407	16,44	12,15	28,58	714,601	106654,010
P127	2875,000	25,000	13,69	28,35	42,04	1051,106	115920,513	0,00	0,00	0,00	0,000	106654,010
P128	2900,000	23,609	35,50	49,22	84,72	2000,085	117920,597	0,00	0,00	0,00	0,000	106654,010
P129	2922,219	12,500	41,37	58,15	99,52	1244,047	119164,644	0,00	0,00	0,00	0,000	106654,010
P130	2925,000	13,891	37,84	54,87	92,72	1287,893	120452,537	0,00	0,00	0,00	0,000	106654,010
P131	2950,000	25,000	31,50	45,44	76,94	1923,408	122375,946	0,00	0,00	0,00	0,000	106654,010

P132	2975,000	25,000	4,43	17,53	21,97	549,148	122925,093	0,43	0,00	0,43	10,867	106664,877
P133	3000,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	122925,093	53,05	34,05	87,10	2177,470	108842,346
P134	3025,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	122925,093	48,70	25,85	74,55	1863,869	110706,216
P135	3050,000	24,217	0,00	0,75	0,75	18,163	122943,256	30,76	9,31	40,07	970,455	111676,671
P136	3073,435	12,500	0,00	0,74	0,74	9,288	122952,544	23,30	6,32	29,62	370,257	112046,928
P137	3075,000	13,283	0,00	1,03	1,03	13,661	122966,205	23,60	6,30	29,90	397,166	112444,094
P138	3100,000	25,000	0,00	11,82	11,82	295,619	123261,825	13,79	1,02	14,81	370,334	112814,429
P139	3125,000	25,000	1,25	20,02	21,27	531,655	123793,480	2,69	0,00	2,69	67,332	112881,760
P140	3150,000	25,000	23,67	37,53	61,21	1530,141	125323,620	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P141	3175,000	25,000	43,61	51,83	95,44	2385,980	127709,601	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P142	3200,000	25,000	59,77	65,49	125,26	3131,506	130841,107	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P143	3225,000	25,000	72,00	79,33	151,33	3783,151	134624,258	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P144	3250,000	25,000	68,90	73,23	142,14	3553,421	138177,679	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P145	3275,000	25,000	60,49	64,48	124,97	3124,133	141301,813	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P146	3300,000	25,000	47,81	61,96	109,77	2744,343	144046,155	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P147	3325,000	25,000	47,37	52,46	99,82	2495,612	146541,768	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P148	3350,000	25,000	37,49	41,00	78,49	1962,236	148504,003	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P149	3375,000	25,000	26,98	28,57	55,55	1388,820	149892,823	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P150	3400,000	25,000	18,52	16,20	34,71	867,855	150760,679	0,00	0,00	0,00	0,000	112881,760
P151	3425,000	25,000	8,33	3,70	12,03	300,821	151061,500	0,20	0,24	0,44	10,913	112892,674
P152	3450,000	25,000	4,86	0,00	4,86	121,380	151182,880	0,75	3,98	4,73	118,176	113010,850
P153	3475,000	25,000	3,01	0,00	3,01	75,323	151258,203	0,81	2,42	3,24	80,910	113091,760
P154	3500,000	25,000	0,00	0,99	0,99	24,633	151282,836	5,15	2,00	7,15	178,728	113270,488
P155	3525,000	25,000	0,00	2,26	2,26	56,531	151339,367	6,72	0,97	7,69	192,244	113462,732
P156	3550,000	25,000	0,00	2,25	2,25	56,300	151395,667	2,79	0,74	3,54	88,381	113551,113
P157	3575,000	25,000	2,24	8,39	10,63	265,838	151661,505	0,31	0,25	0,55	13,815	113564,927
P158	3600,000	25,000	8,36	17,00	25,36	633,972	152295,477	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P159	3625,000	25,000	19,17	27,23	46,40	1160,114	153455,590	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P160	3650,000	25,000	30,42	36,51	66,93	1673,327	155128,917	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P161	3675,000	23,518	41,08	44,56	85,64	2014,109	157143,026	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P162	3697,036	12,500	48,26	55,54	103,80	1297,559	158440,585	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P163	3700,000	13,982	48,65	57,26	105,91	1480,851	159921,435	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P164	3725,000	25,000	51,57	63,54	115,11	2877,643	162799,078	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P165	3750,000	25,000	53,65	66,74	120,39	3009,675	165808,753	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P166	3775,000	13,033	52,79	63,49	116,28	1515,563	167324,316	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P167	3776,067	12,500	52,70	63,34	116,04	1450,472	168774,788	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P168	3800,000	24,467	69,89	78,71	148,60	3635,788	172410,576	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P169	3825,000	25,000	74,69	86,65	161,34	4033,414	176443,990	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P170	3850,000	25,000	78,00	92,63	170,63	4265,695	180709,685	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P171	3875,000	25,000	73,22	91,35	164,58	4114,386	184824,072	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P172	3900,000	14,675	69,61	84,69	154,29	2264,210	187088,282	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P173	3904,349	12,500	68,05	82,55	150,59	1882,397	188970,679	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P174	3925,000	22,825	60,43	74,78	135,22	3086,324	192057,003	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P175	3950,000	25,000	45,62	60,47	106,09	2652,266	194709,269	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P176	3975,000	25,000	34,84	48,76	83,60	2089,878	196799,146	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P177	4000,000	25,000	25,83	41,70	67,53	1688,365	198487,512	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P178	4025,000	25,000	21,03	38,63	59,66	1491,423	199978,935	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P179	4050,000	25,000	22,27	34,73	57,00	1425,042	201403,976	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P180	4075,000	25,000	33,60	41,08	74,67	1866,863	203270,840	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P181	4100,000	25,000	31,94	40,30	72,23	1805,835	205076,674	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P182	4125,000	25,000	32,33	36,85	69,18	1729,517	206806,192	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P183	4150,000	18,049	31,39	33,24	64,63	1166,537	207972,729	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927

P184	4161,097	12,500	31,61	29,70	61,31	766,369	208739,098	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P185	4175,000	19,451	25,46	23,58	49,05	954,026	209693,125	0,00	0,00	0,00	0,000	113564,927
P186	4200,000	25,000	12,72	5,78	18,49	462,317	210155,442	0,11	0,14	0,25	6,274	113571,202
P187	4225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	16,14	33,77	49,91	1247,712	114818,914
P188	4250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	22,61	59,39	82,00	2049,924	116868,838
P189	4275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	33,50	58,63	92,13	2303,333	119172,171
P190	4300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	47,20	65,53	112,73	2818,168	121990,339
P191	4325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	55,86	103,62	159,48	3987,021	125977,360
P192	4350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	510,68	151,61	662,29	16557,131	142534,492
P193	4375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	210155,442	44,71	56,24	100,95	2523,874	145058,366
P194	4400,000	25,000	1,46	0,00	1,46	36,546	210191,988	3,62	33,07	36,70	917,473	145975,840
P195	4425,000	25,000	14,99	0,20	15,19	379,772	210571,761	0,00	12,93	12,93	323,345	146299,185
P196	4450,000	25,000	27,20	16,95	44,14	1103,609	211675,370	0,00	0,00	0,00	0,000	146299,185
P197	4475,000	16,128	35,81	17,86	53,67	865,637	212541,008	0,00	0,15	0,15	2,457	146301,642
P198	4482,255	12,500	37,62	18,61	56,23	702,844	213243,852	0,00	0,12	0,12	1,465	146303,106
P199	4500,000	14,354	36,23	17,51	53,74	771,406	214015,258	0,00	0,00	0,00	0,000	146303,106
P200	4510,963	12,500	30,99	8,74	39,73	496,624	214511,882	0,00	3,77	3,77	47,095	146350,201
P201	4525,000	19,518	24,17	3,32	27,49	536,482	215048,364	0,00	1,78	1,78	34,820	146385,021
P202	4550,000	25,000	15,09	0,00	15,09	377,344	215425,708	0,71	9,74	10,46	261,408	146646,429
P203	4575,000	25,000	4,45	0,00	4,45	111,130	215536,838	2,32	8,44	10,76	269,078	146915,507
P204	4600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	17,86	30,16	48,02	1200,500	148116,007
P205	4625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	37,64	56,32	93,96	2348,990	150464,998
P206	4650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	70,31	74,42	144,73	3618,180	154083,178
P207	4675,000	13,893	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	98,09	84,23	182,32	2532,940	156616,117
P208	4677,786	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	100,63	85,53	186,17	2327,078	158943,196
P209	4700,000	23,607	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	114,34	96,00	210,34	4965,497	163908,693
P210	4725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	125,44	106,91	232,35	5808,726	169717,419
P211	4750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	136,64	116,65	253,29	6332,192	176049,611
P212	4775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	146,01	126,95	272,96	6823,965	182873,577
P213	4800,000	18,932	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	140,27	138,23	278,49	5272,276	188145,853
P214	4812,863	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	139,30	141,38	280,67	3508,414	191654,267
P215	4825,000	18,568	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	141,12	140,38	281,49	5226,883	196881,150
P216	4850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	104,80	136,43	241,23	6030,706	202911,855
P217	4875,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	87,51	115,15	202,66	5066,490	207978,345
P218	4900,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	215536,838	39,78	64,92	104,70	2617,546	210595,891
P219	4925,000	25,000	11,85	0,78	12,63	315,687	215852,525	0,00	7,90	7,90	197,542	210793,433
P220	4950,000	25,000	15,37	16,48	31,85	796,202	216648,727	0,00	0,00	0,00	0,000	210793,433
P221	4975,000	25,000	21,91	0,58	22,49	562,137	217210,864	0,00	9,23	9,23	230,866	211024,300
P222	5000,000	25,000	3,55	0,00	3,55	88,773	217299,637	7,67	38,60	46,27	1156,742	212181,042
P223	5025,000	19,504	0,29	0,00	0,29	5,621	217305,259	10,07	41,73	51,80	1010,353	213191,394
P224	5039,008	12,500	0,21	0,00	0,21	2,635	217307,894	10,13	36,97	47,10	588,722	213780,117
P225	5050,000	17,996	0,15	0,00	0,15	2,778	217310,672	10,47	30,84	41,31	743,391	214523,507
P226	5075,000	25,000	0,01	0,00	0,01	0,293	217310,965	12,68	30,90	43,58	1089,526	215613,033
P227	5100,000	25,000	0,01	0,00	0,01	0,170	217311,135	11,57	30,38	41,95	1048,796	216661,829
P228	5125,000	25,000	0,40	0,00	0,40	10,117	217321,252	7,87	24,52	32,39	809,847	217471,677
P229	5150,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	217321,252	11,65	25,94	37,59	939,697	218411,374
P230	5175,000	25,000	0,28	0,00	0,28	7,091	217328,342	7,47	14,34	21,81	545,163	218956,537
P231	5200,000	21,695	2,54	0,00	2,54	55,129	217383,472	2,00	10,13	12,13	263,174	219219,712
P232	5218,391	9,195	8,97	3,90	12,87	118,366	217501,838	0,00	0,06	0,06	0,533	219220,245

- **Volume de déblai total** : 217501,838 m<sup>3</sup>
- **Volume de remblai total** : 219220,245 m<sup>3</sup>

**Excès de remblai:** 1718,407 m

### II-2-3- Le choix de la variante :

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

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

**Tableau II.22 :** Comparaison entre les deux variantes

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	V1	V2
Longueur totale de l'itinéraire	M	5321,058724	5218,4506	-	+
Pourcentage Alignement Droit	%	20%	35%	-	+
Pourcentage courbe	%	79%	65%	+	-
Rayon minimal	M	2	250	-	+
Rayon maximal	M	1500	1500	+	+
Nombre de courbes	/	36	11	-	+
Quantité de déblai	m <sup>3</sup>	161292,483	217501,838	+	-
Quantité de remblai	m <sup>3</sup>	130909,842	219220,245	+	-
				<b>4</b>	<b>5</b>

### **II-3- CONCLUSION :**

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est **la variante N°2** car elle présente plus d'avantages que deuxième variante (voir le tableau ci-dessus).

# **Chapitre III**

## **Profil En Long**

### III-1- DEFINITION :

C'est une coupe longitudinale de terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et de raccordements circulaires, ou parabolique. Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants.

La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

Les principes paramètres du choix d'un profil en long sont :

- Un bon écoulement des eaux pluviales
- Une limitation des déclivités suivant norme
- Un rayon de courbure minimum (condition de confort pour les angles rentrants et condition de visibilité pour les angles saillants).

### III-2- LA LIGNE DE PROJET (LIGNE ROUGE) :

Le profil en long donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permet de choisir la ligne du projet de façon à tenir en compte :

- Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité
- Assurer un confort dynamique.
- Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égales à 0.5%.

### III-3- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG:

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

- ✓ Eviter 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 versants 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.

✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.

✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la

✓ Combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règle notamment.

✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.

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

#### **III-4- LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :**

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

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

#### **III-5- COORDINATION ENTRE LE TRACE EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG :**

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel; ces objectifs incite à :

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

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

➤ Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

#### **III-6- DECLIVITE :**

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 la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

### A) Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales.la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieur à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

### B) Déclivité maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m Elle dépend 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.).
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules.
- Vitesse minimale du poids lourd.

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

**Tableau III.1:** Valeur de déclivité maximal.

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

Pour notre cas la vitesse **Vr = 80km/h** donc la pente maximale **Imax =6%**.

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

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



### III-7- LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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 y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types de raccordements :

#### A)-Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition (confort, visibilité):

##### ❖ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à «  $g/40$  (cat 1-2) et  $g/30$  (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/Rv < g/40 \quad g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Rv \geq 0,3 V^2 \text{ (cat. 1-2).} \\ \text{D'OU :} \\ Rv \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5).} \end{array} \right.$$

Dans notre cas  $Rv \text{ min} = 0.3 V^2$

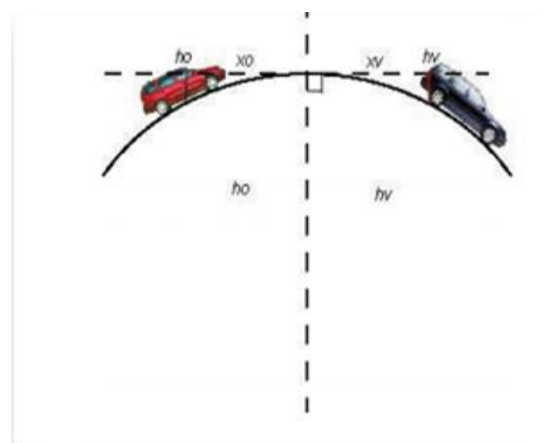
Tel que :

$Rv$ : c'est le rayon vertical (m) et  $V$ : vitesse de référence (km/h).

##### ❖ Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

Il faut deux véhicules circule en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance



d'arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 + h_1})}$$

- **d** : Distance d'arrêt (m).
- **h<sub>0</sub>** : Hauteur de l'œil (m).
- **h<sub>1</sub>** : Hauteur de l'obstacle (m).

**Dans le cas d'une route bidirectionnelle :**

$$h_0 = 1.1 \text{ m}, h_1 = 0.15 \text{ m}$$

**On trouve:**

- $Rv = a d^2 = 0.23$  pour cat 3-4 et 5
- $Rv = 0.23d^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base **Vb=80 (Km/h)** et pour la catégorie **3-4 et 5** on a :

**Tableau III.2 : Rayons convexes.**

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RV m 2	3500
Min- normal	RV N 2	8000
Dépassement	RVD	9000

**B)-Raccordements concaves (angle rentrant) :**

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

Cette condition s'exprime par la relation :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

**Avec :**

**Rv'** : rayon minimum absolue des raccordements paraboliques en angle rentrant

**d<sub>1</sub>** : distance d'arrêt.

$\frac{g}{30}$  pour la CAT 3-4 et 5

❖ **Rayon minimal absolu :**

$$R'V_m = c \times (V_r)^2 \quad c = 0,23 \text{ pour la CAT 3-4 et 5}$$

$$R_{vm} (V_r) = 0.23 \times (V_r)^2 = 0.23 \times (80)^2 = 1472m$$

❖ **Rayon minimal normal :**

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

$$R'VN(v_r) = R'Vm(v_r + 20).$$

$$R_{vn} = 0.23 (V_r + 20)^2$$

$$R_{vn} = 0.23 \times 10000 = 2300 \text{ m}$$

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

**Tableau- III.3 :** Rayons concaves (angle rentrant). Cat3, V80.

Rayon	Symbole	Valeur calculée	Valeur selon le B40
Min-absolu	R' Vm	1472	1600
Min -normal	R'VN	2300	2400

**Condition esthétique :**

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et (**b > 50**) pour des devers **d < 10%** (spécial échangeur).

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

**Avec :**

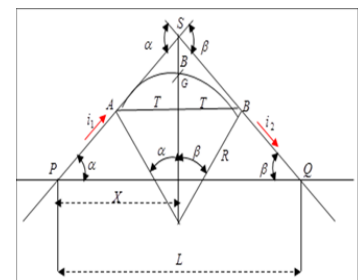
**d :** changement des devers.

**Rvmin :** rayon vertical minimal.

**III-8- ELEMENTS NECESSAIRE AU CALCUL**

**DU PROFIL EN LONG :**

Après la projection des pentes du profil en long on procède au



**Figure III.1** Eléments du profil en long

calcul des coordonnées des points de tangence en coordonnées rectangulaires.

**Avec :**

**A** et **B** : extrémité du raccordement

**G** : milieu de raccordement situé sur la variante

**B** : bissectrice.

**P, Q** : deux points connus sur  $i_1, i_2$

**Q** : centre du cercle de rayon  $R$

**T** : tangente de part et l'autre du sommet

**X** : distance entre le sommet et un point  $P$  sur  $i_1$

**S** : sommet ou point de changement de déclivité

**L** : distance entre les deux points

### **III-9- DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :**

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :  $X^2 + Y^2 - 2 R Y = 0$ .

À l'équation de la parabole  $X^2 - 2 R Y = 0 \Rightarrow Y = \frac{x^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A.D.
- Donnée La pente  $P_1$  de la droite (AS).
- Donnée la pente  $P_2$  de la droite (DS).
- Donnée le rayon  $R$ .

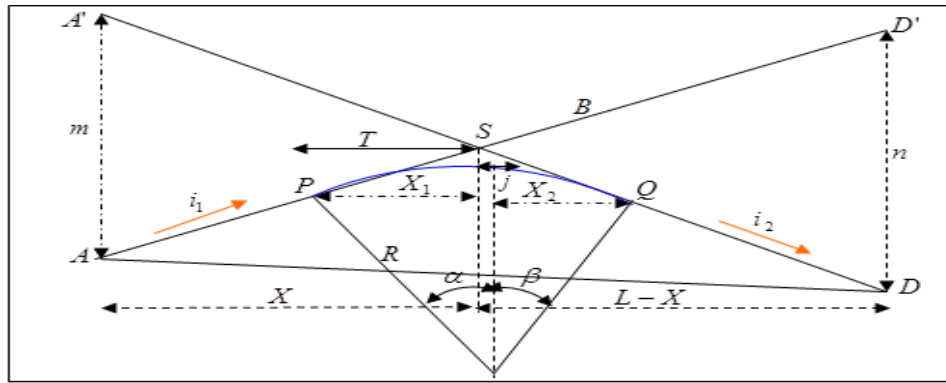


Figure III.2 : Pratiques du profil en long.

❖ Détermination de la position du point de rencontre(s) :

On a :

$$Z_A = Z_{D'} + Lp_2m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_D = Z_{A'} + Lp_1n = Z_D - Z_{D'}$$

Les deux triangles A'SA et SDD' sont semblables donc :

$$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m \cdot L / (n+m)$$

$$\left. \begin{array}{l} XS = X + XA \\ ZS = p_1X + ZA \end{array} \right\}$$

❖ Calculs De La Tangente :

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

L'équation de la parabole est :

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

$$\cos \alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos \alpha_1$$

$$\operatorname{tg} \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) = \frac{AS}{R} \Rightarrow AS = R \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

D'ou  $\alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos \alpha_1$

$$T = R \cdot \text{tg} \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$\text{tg} \alpha_1 \quad \alpha_1 = p_1, \quad \text{tg} \alpha_2 \quad \alpha_2 = p_2$

$$T = R \cdot \left( \frac{p_1 + p_2}{2} \right)$$

finalement :  $T = R \cdot \left| \frac{\Delta p}{2} \right|$

❖ Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :

$$LR = 2T$$

❖ Calcul De La Flèche :

$$H = T^2 / 2R$$



❖ Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un Point courant M Sur La courbe

:

$$HX = x^2 / 2R \quad \left\{ \begin{array}{l} ZM = ZB + X p_1 - X^2 / 2R \end{array} \right.$$

### III-10- APPLICATION DE PROJET :

Tableau III.4 : Caractéristique des rayons verticaux.

Catégorie	C3	
Environnement	E2	
Vitesse (km/h)	80	
<b>Rayon en angle saillant RV</b> 	Route Bidirectionnelle :	(1x1 voie)
	RVm1 (minimal absolu) en m	3500
	RVn1 (minimal normal) en m	8000
<b>Rayon en angle rentrant RV</b> 	Route Bidirectionnelle :	(1x1 voie)
	RVm1 (minimal absolu) en m	1600
	RVn1 (minimal normal) en m	2400
Déclivité maximale Imax (%)	6	

### 1. Calcul des tangentes :

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

$$T = T' = \frac{R}{2} |\Delta P|$$

➤ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = T' = \frac{Rv}{2} |P1 + P2|$$

➤ Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = \frac{Rv}{2} |P1 - P2|$$

#### Exemple 1:

Pour R = 1000m

**1- Condition de visibilité:** Pour les chaussées bi-directionnelles

$h1 = 0,2$  m  $h2 = 1,20$  m

$$D = 2R(h1 + h2) \longrightarrow D = 2 \times 1000(0,2 + 1,20) \longrightarrow \boxed{D = 2800 \text{ m}}$$

$$R_{\min} = \frac{D^2}{2(h1 + h2 + 2 \times \sqrt{h1 \times h2})} \longrightarrow R_{\min} = 1647200,083 \text{ m}$$

#### Exemple 2:

Pour R = 5000 m

$h1 = 0,2$  m

$h2 = 1,20$  m

$$D = 2R(h1 + h2) \longrightarrow D = 2 \times 5000(0,2 + 1,20) \longrightarrow \boxed{D = 14000 \text{ m}}$$

$$R_{\min} = \frac{D^2}{2(h1 + h2 + 2 \times \sqrt{h1 \times h2})} \longrightarrow R_{\min} = 75501957,64 \text{ m}$$

$$d = 0,01(Vr^2) + 0,4 \times Vr \longrightarrow d = 0,01 \times (80^2) + 0,4 \times 80 \longrightarrow \boxed{d = 96 \text{ m}}$$

$$R = 0,222d^2 \longrightarrow R = 0,222 \times (96)^2 \longrightarrow \boxed{R = 2045,95 \text{ m}}$$

## 2- Calcul les déclivités :

Pente / Rampe	$X_i = P_i \times R$	$Y_i = ((P_i)^2 \times R) / 2$
P1=1,516%	$X1 = 0,0156 \times 2045,95 = 31,91682m$	$Y1 = ((0,0156)^2 \times 2045,95) / 2 = 0,24895m$
P2=-5,561%	$X2 = -0,05561 \times 2045,95 = -113,7752795m$	$Y2 = ((-0,05561)^2 \times 2045,95) / 2 = 3,1635m$
P3=1,734%	$X3 = 0,01734 \times 2045,95 = 35,476773m$	$Y3 = ((0,01734)^2 \times 2045,95) / 2 = 0,3075m$
P4=5,158%	$X4 = 0,05158 \times 2045,95 = 105,530101m$	$Y4 = ((0,05158)^2 \times 2045,95) / 2 = 2,7216m$
P5=3,947%	$X5 = 0,03947 \times 2045,95 = 80,7536465m$	$Y5 = ((0,03947)^2 \times 2045,95) / 2 = 1,5936m$
P6=-1,283%	$X6 = -0,01283 \times 2045,95 = -26,2495385m$	$Y6 = ((-0,01283)^2 \times 2045,95) / 2 = 0,1683m$
P7=5,046%	$X7 = 0,05046 \times 2045,95 = 103,238637m$	$Y7 = ((0,05046)^2 \times 2045,95) / 2 = 2,6047m$

## 2- Calcul de la tangente :

$$T = (R(p1 + p2)) / 2$$

$$T1 = (1000(0,0156 - 0,05561)) / 2 = \underline{35,605m}$$

$$T2 = (5000(-0,05561 + 0,01734)) / 2 = \underline{182,375m}$$

$$T3 = (5500(0,01734 + 0,05158)) / 2 = \underline{189,53m}$$

$$T4 = (2000(0,05158 + 0,03947)) / 2 = \underline{91,05m}$$

$$T5 = (12500(0,03947 - 0,01283)) / 2 = \underline{326,875 m}$$

$$T6 = (1500(-0,01283 + 0,05046)) / 2 = \underline{47,4675m}$$

## 3- Calcul de la flèche :

$$F = \frac{T^2}{2RV}$$

$$F1 = \underline{0,63385m}$$

$$F2 = \underline{3,32606m}$$

$$F3 = \underline{3,26560m}$$

$$F4 = \underline{2,07252m}$$

$$F5 = \underline{4,27389m}$$

$$F6 = \underline{0,75105 m}$$



Le tableau ci-dessus récapitule les résultats des calculs des tangentes, les flèches du projet et La longueur du raccordement verticale (Tableau récapitulatif) :

**Tableau III.5:** les valeurs de tangente et la flèche.

Elément Sommet	P1 P2	Nature du rayon	Sens des pentés	Les rayons (m)	T (m)	F (m)
<b>S1</b>	1,516 -5,561	Rentrant	diff sens	1000	35,605	0,63385
<b>S2</b>	-5,561 1,734	Saillant	diff sens	5000	182,375	3,32606
<b>S3</b>	1,734 5,158	Rentrant	Mm sens	5500	189,53	3,26560
<b>S4</b>	5,158 3,947	Rentrant	Mm sens	2000	91,05	2,07252
<b>S5</b>	3,947 -1,283	Rentrant	diff sens	12500	326,875	4,27389
<b>S6</b>	-1,283 5,046	Saillant	diff sens	1500	47,4675	0,75105

**Chapitre IV**  
**Les Raccordements**  
**Progressif**

### IV-1- INTRODUCTION :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

### IV-2- DEFINITION DE LA CLOTHOÏDE :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbe décroît d'une façon continue de l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

### IV-3- Les éléments de la clothoïde :

**A** : Paramètre de la clothoïde.

**M** : Centre de cercle.

**R** : Rayon de cercle.

**K<sub>A</sub>** : Origine de la clothoïde.

**K<sub>E</sub>** : Extrémité de la clothoïde.

**L** : longueur de la branche de la clothoïde.

**ΔR**: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).

**X<sub>m</sub>** : Abscisse du centre du cercle.

**τ** : Angle des tangentes.

**X** : Abscisse de K<sub>E</sub>.

**Y** : Origine de K<sub>E</sub>.

**T<sub>K</sub>** : tangente courte.

**T<sub>L</sub>** : tangente longue.

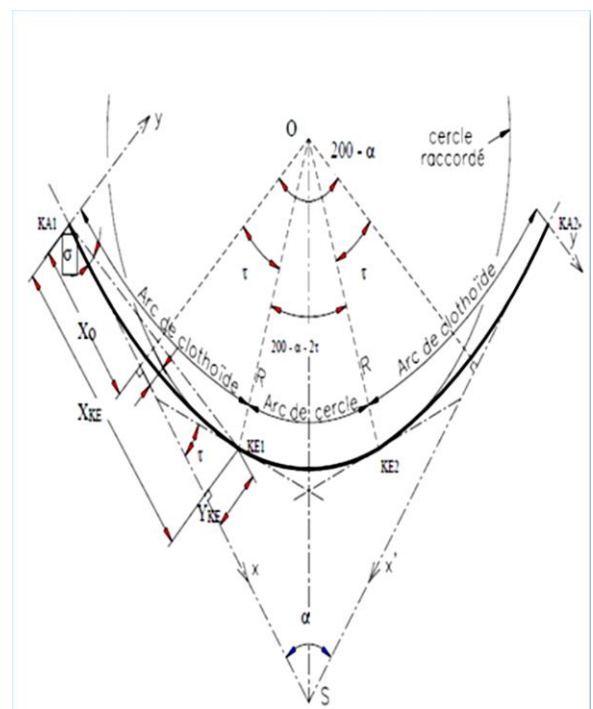


Figure IV.1 : Les éléments de la clothoïde.

$S_L$  : Corde ( $K_A - K_E$ ).

$\sigma$  : Angle polaire.

#### IV-4- PROPRIETES DE LA CLOTHOÏDE :

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie  $r$ , en un point donné P de la courbe.

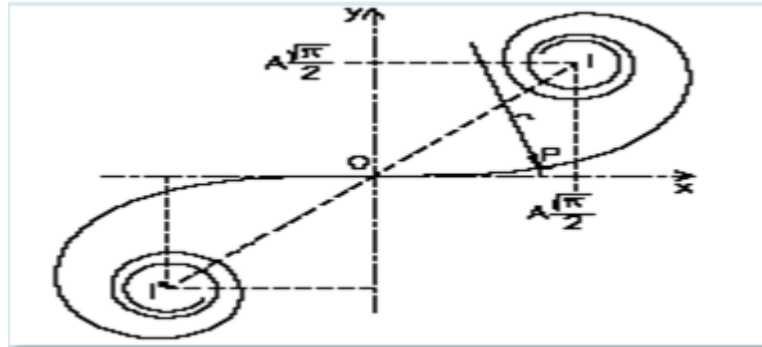


Figure IV.2 : La propriété de clothoïde.

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie,  $r$ , en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et  $r$ . L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = R.L$

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

#### IV-5- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

##### IV-5-1- Condition de confort optique :

Elle permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$ .

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$

- Pour  $1500 < R \leq 5000m$ ,  $\tau = 3^\circ$  c'est-à- dire  $L = R/9$
- Pour  $R > 5000m \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7,75 (R)^{1/2}$

**IV-5-2- Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

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

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

$R$  : le rayon (m).

$\Delta d$  : la variation de divers ( $\Delta d = d_{final} - d_{init}$ )

**IV-5-3- Condition de gauchissement :**

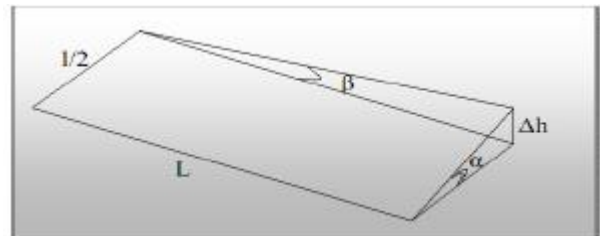
Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

$$L \geq (l \times \Delta d \times Vr)$$

$L$  : Longueur de raccordement.

$l$  : Largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

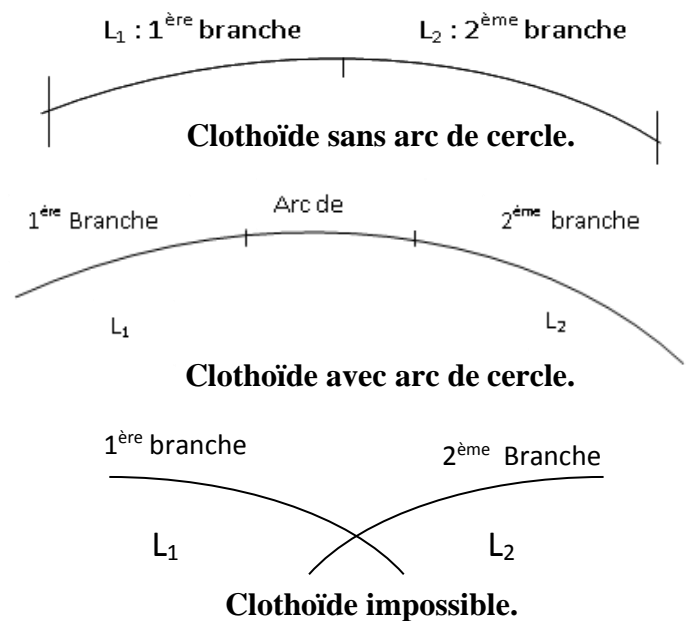


**IV-5-4- La Vérification de non chevauchement :**

1<sup>er</sup> cas :  $\tau = \frac{\beta}{2}$

2<sup>ème</sup> cas :  $\tau < \frac{\beta}{2}$

3<sup>ème</sup> cas :  $\tau > \frac{\beta}{2}$



**IV-6- NOTION DE DEVERS :**

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

#### IV-6 -1- Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à:  $d_{\min} = 2.5 \%$

#### IV-6 -2- Devers en courbe :

En courbe permet de :

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

#### IV-6-3- Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente; d'où le rayon de courbure.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau IV.1 : Devers.

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

#### IV-6 -4- Calcul des devers :



##### 1er cas :

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



##### 2ème cas :

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

**3ème cas :**

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

celui associé à RHd.

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

**4ème cas :**

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

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

Les rayons compris entre **RHd** et **RHnd** sont au dévers minimal mais des rayons supérieur à **RHnd** peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

**IV-7- APPLICATION DE PROJET :****IV-7-1- Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie :**

Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
RHm (8 %)	220	220
RHN (6 %)	342	375
RHd (3 %)	840	800
RHnd (-3 %)	1260	1200

- R2 dans le **2ème cas** et **3ème cas** : Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

Rayons Choisis (m)	
<b>R1</b>	300
<b>R2</b>	250

Devers associé d( R )	
<b>d(R1)</b>	7 %
<b>d(R2)</b>	7 %

### IV-7-2- Calcul de la longueur de Clothilde et la vérification de non chevauchement :

- Exemple pour  $R_1=300$  m :

#### a- Condition d'optique :

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \text{ Comme } R = 300 \text{ m} \leq 1500 \text{ m} \quad \Delta R = 1 \text{ m}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 300 \times 1} \quad \longrightarrow \quad \underline{L_1 \geq 84,85 \text{ m}}$$

#### b- Condition de gauchissement :

$$L_2 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r \text{ Avec : } \Delta d = 7 \%$$

- $L = 7$  m

- o  $V_r = 80$  Km/h

$$L_2 \geq 7 \times 0,07 \times 80 \quad \longrightarrow \quad \underline{L_2 \geq 39,2 \text{ m}}$$

#### c- Condition dynamique :

$$L_3 \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127 \times 300} - 0,095 \right) \quad \longrightarrow \quad \underline{L_3 \geq 25,94 \text{ m}}$$

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 84,85 \text{ m.}$$

- Exemple pour  $R_2=250$  m :

#### a- Condition d'optique :

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \text{ Comme } R = 250 \text{ m} \leq 1500 \text{ m} \quad \Delta R = 1 \text{ m}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 250 \times 1} \quad \longrightarrow \quad \underline{L_1 \geq 77,46 \text{ m}}$$

#### b- Condition de gauchissement :

$$L_2 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r \text{ Avec : } \Delta d = 0,07 \%$$

- $L = 7$  m

- $V_r = 80$  Km/h

$$L_2 \geq 7 \times 0,07 \times 80 \quad \longrightarrow \quad \underline{L_2 \geq 39,2 \text{ m}}$$

#### c- Condition dynamique :

$$L_3 \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127 \cdot 250} - 0,095 \right) \quad \longrightarrow \quad \underline{L_3 \geq 37,89 \text{ m}}$$

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 77,46 \text{ m.}$$



Tableau IV.2: Longueur de la clothoïde.

N° Virages	Conditions					Lmax (m)	L choisie (m)	Remarques
	Optique L1	gauchissement L2	dynamique L3	Non Chevauchement $\tau$ (g) $\beta/2$ (g r)				
1	84,85	39,2	25,94	0,1417	25,36	84,85	85	P.de che
2	77,46	39,2	37,89	0,1540	28,57	77,46	77	P.de che

## IV-7-3 : Calcul des paramètres des deux clothoïde :

Tableau IV.3: Paramètres de clothoïde.

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2
<b>R</b>	Rayon (m)	300	250
<b>L</b>	Longueur de la clothoïde (m)	85	77
<b><math>A = \sqrt{R.L}</math></b>	Paramètre de la clothoïde (m)	159,69	138,74
<b><math>\alpha = 200 - \beta</math></b>	Angle ausommet (gr)	149,28	142,87
<b><math>\beta = 200 - \alpha</math></b>	Angle au centre (gr)	50,72	57,13
<b><math>\tau = L/2.R</math></b>	Angle des tangentes (gr)	0,1417	0,1540
<b><math>\gamma = 200 - \alpha - 2 \tau</math></b>	Angle au centre Partie circulaire (gr)	50,4366	56,822
<b><math>X_{KE} = L - (L^3/40.R^2)</math></b>	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	84,83	76,82
<b><math>Y_{KE} = L^2/6.R</math></b>	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	4,01	3,95
<b><math>\Theta = \arctg(Y_{KE}/X_{KE})</math></b>	Angle Polaire (gr)	3,01	3,27
<b><math>L_{cercle} = \pi.R.\Theta/200</math></b>	Long, de la partie circulaire (m)	14,18	12,84

$SL = \sqrt{(X_{KE}^2 + Y_{KE}^2)}$	Longueur de la corde KA-KE (m)	84,92	76,92
$X_o = X_{KE} - R \cdot \sin \tau$	Abscisse du centre (m)	84,16	76,22
$Y_o = Y_{KE} + R \cdot \cos \tau$	Ordonnées du centre (m)	304,01	253,95
$\Delta R = L^2 / 24 \cdot R$	Ripage (m)	1,00	0,99
$D_{\text{cercle}} = \pi R \gamma / 200$	Développée de cercle	237,68	223,14
$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$	Développée totale (m)	407,68	377,14
$TK = Y_{KE} / \sin \tau$	Tangente longue (m)	1801,59	1632,89
$TL = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau)$	Tangente courte (m)	80,82	72,87
<b>Bissectrice</b>	Bissectrice (m)	25,68	27,47

# **Chapitre V**

## **Etude Du Trafic**

## **V-1- INTRODUCTION :**

Une étude de trafic est une étape très importante qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic, caractérisé par le trafic journalier moyen annuel (TJMA), et d'autre part, l'agressivité des véhicules poids lourds définie par le nombre de poids lourds circulant sur le tronçon de route étudié.

En réponse à ces insuffisances une réhabilitation du tronçon étudié a été envisagée en vue d'améliorer l'offre de transport et assurer une meilleure sécurité et fluidité de trafic.

Le trafic à prendre en compte pour un projet constitue une des données de base pour la définition des caractéristiques géométriques de la route ainsi que pour le dimensionnement de la chaussée.

Il décrit la méthodologie de l'enquête, les comptages du trafic, l'analyse des résultats et leur projection.

✓P1 : Véhicule particulier.

✓P2 : Taxis.

✓P3 : camionnette.

✓P4 : Camion à 2 essieux.

✓P5 : Camion à 3 essieux.

✓P6 : Autobus.

✓P7 : Tracteur.

## **V-2- ANALYSE DE TRAFIC :**

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

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

## **V-3- MESURE DES TRAFICS :**

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : sont permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : sont permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

### **a) Comptages :** (technique n'identifiant pas les véhicules)

- Comptages manuels.

- Comptages automatiques.
- Comptages directionnels.
- Comptage directionnel par numéro de voiture ou film.

### **b) Compactages manuels :**

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

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

#### **❖ Comptages automatiques :**

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

#### **❖ Compactages directionnels :**

Le comptage directionnel de trafic se fait aux intersections gérées par priorités, aux carrefours à feux et aux giratoires. Il permet de déterminer les flux en fonction de leur direction.

### **c) Enquêtes simplifiées :**

- ❖ Enquêtes par relève minéralogique
- ❖ Enquêtes par cartes
- ❖ Enquêtes papillons

### **d) Enquêtes complètes :**

- ❖ Enquêtes par interview le long de la route
- ❖ Enquête par interview à domicile ou enquêtes ménages

## **V-4- DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :**

### **V-4-1- Trafic normal :**

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

### **V-4-2 Trafic dévie :**

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

### **V-4-3 Trafic induit :**

C'est le trafic des nouveaux déplacements de personnes qui s'effectuent et qui en raison de

la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieure en tous s'effectuaient vers d'autres des tintions.

#### **V-4-4- Trafic total :**

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

#### **V-5- CALCUL DE LA CAPACITE :**

##### **V-5-1- Définition de la capacité :**

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend:

- ✓ Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la route.

##### **V-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :**

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

$$\text{TJMA}_h = \text{TJMA}_0 (1 + \tau)^n$$

avec :

**TJMA<sub>0</sub>**: le trafic à l'année zéro.

**TJMA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon.

**$\tau$** : le taux de croissance annuel du trafic.

##### **V-5-3- Calcul de trafic effectif :**

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

$$\text{Teff} = [(1-Z) + PZ].Tn$$

**Teff** : trafic effectif à l'horizon.

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

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

**Tableau V.1** coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

**V-5-4- débit de point horaire normal :**

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en (uvp) et donné par formule :

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

**Avec :**

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

$\left(\frac{1}{n}\right)$  : Coefficient de pointe prise égale 0.12.

**Q** : est exprimé en UVP/h

**V-5-5- Débit horaire admissible :**

Le débit horaire admissible est le nombre de véhicules toléré pouvant passer en un point donné pendant une heure, il est déterminé par la formule suivante :

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

**Avec :**

**K1** : coefficient lié à l'environnement.

**K2** : coefficient de réduction de capacité.

**C<sub>th</sub>** : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

- **Valeur de K1 :**

**Tableau V.2** : Coefficient « K1 ».

Environnement	E1	E2	E3
K <sub>1</sub>	0.75	0.85	0.90-0.95

- **Valeurs de K2:**

**Tableau V.3:** Coefficient « K2».

Env et CAT	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau V.4** : valeurs de **C<sub>th</sub>** capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées.	1500 à 1800 uvp/h

**V-5-6- Déterminations du nombre des voies :**

Le nombre de voies de circulation est variable selon le volume de circulation projeté à terme et les niveaux de services attendus.

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

On compare **Q** a **Q<sub>adm</sub>** en prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

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

On nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

$$N = S \cdot Q / Q_{adm}$$

**Avec :**

**n**: le nombre de voie.

**Q<sub>adm</sub>** : Débit admissible par voie.

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

**V-6- APPLICATION DE PROJET :**

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP de Mostaganem qui sont suivants :

- Le trafic à l'année de compactage 2020 **TJMA<sub>2020</sub>** = 1100 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté **τ** = 5 %
- La vitesse de base sur le tracé **V<sub>b</sub>** = 80 km/h
- Le pourcentage moyen de poids lourds **Z** = 35 %
- n= 5ans (étude + réalisation)
- L'année de mise en service sera en **2025**
- Environnement E2 – Catégorie **C3**
- La durée de vie estimée de **20 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **p=6**



**V-6-1- Projection future de trafic :**

L'année de mise en service (2025)

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

Avec :

**T<sub>n</sub>**: trafic à l'horizon (année de mise en service 2025)

**T<sub>0</sub>** : trafic à l'année zéro (origine 2020)

$$TMJA_{2025} = 1100(1+0.05)^5 = 1404 \text{ v/j}$$

Donc :

$$T_1 = 1404 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année horizon (2045) pour une durée de vie de 20 Ans :

$$TMJA_{2045} = 1404 (1+0,05)^{20} = 3725 \text{ v/j}$$

Donc :

$$T_{2045} = 3735 \text{ v/j}$$

**V.6.2 Calcul du trafic effectif :**

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ].TMJA$$

Avec :

- P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E2 on a P=6.
- Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 35 %.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.35) + (6 \times 0.35)] \times 3735 = 10244 \text{ uvp/j}$$

Donc :

$$T_{\text{eff}} = 10244 \text{ v/j}$$

**V-6-3- Débit de pointe horaire normal :**

➤ Année de mise en service :

$$Q (\text{uvp/h}) = 0,12 \times 10244 = 1229,25 \text{ uvp/j}$$

**V-6-4- La capacité admissible :**

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 0.85 pour E2 et Cat 1.

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 0,99 pour E2.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour route à 2 voies de 3,5 m

$$Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 1800$$

Donc :

$$Q_{adm} = 1514,7 \text{ v/j}$$

### V.6.5 : Le nombre des voies :

$$N = (2/3) \times \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

$$N = \left( \frac{2}{3} \right) \times \left( \frac{1229,25}{1514,7} \right) = 0,81 \text{ Donc : } N = 1 \text{ voie /sens}$$

Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau V.5 : résultats du calcul de trafic**

<i>TJMA</i> 2020 (v/j)	<i>TJMA</i> 2025 (v/j)	<i>TJMA</i> <sub>2045</sub> (v/j) <i>Teff</i>	<i>Teff</i> 2045 (uvp/j)	Q (uvp/j)	N
1100	1404	3735	10244	1229,25	1

### V-7- CONCLUSION :

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Une seule chaussée bidirectionnelle à 2 voies de 3,50 m de largeur avec des accotements de 2,50 m .

# **Chapitre VI**

## **Paramètres Cinématiques**

**VI-1- DEFINITION :**

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

**VI-2- DISTANCE DE FREINAGE :**

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage  $d_0$  est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(f_{rl} \pm i)}$$

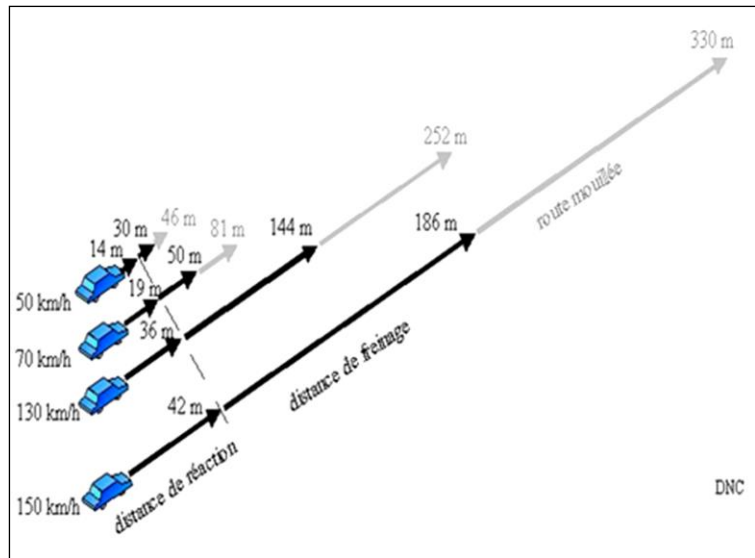


Figure VI.1. Distance de

freinage.

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence  $V_r=80 \text{ Km/h}$ .

$i$ :déclivité.

$f_{rl}$  : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$ .

Tableau VI.1 : coefficient de frottement longitudinal  $f_l$  en fonction de la vitesse (B40).

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	$f_l$	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	$d_0$	14	34	65	111	175	269
CAT 3-4-5	$f_{l2}$	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/
	$d_0$	13	31	59	100	160	/

Pour notre projet on a :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Catégorie 3} \\ \text{Vr}=80 \text{ km/} \end{array} \right. \quad fl=0,43$$

❖ **En alignement droit :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl)}$$

❖ **En rampe :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl+i)}$$

❖ **En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl-i)}$$

**VI-2-1 Application :**

❖ **En alignement droit : i = 0;**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43)} \longrightarrow \boxed{d_0=59,53m}$$

❖ **En Rampe avec: i=1,516 %**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43 + 0,01516)} \longrightarrow \boxed{d_0=57,45 m}$$

❖ **En Pente avec : i = -5,561%**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0,43 - 0,05561)} \longrightarrow \boxed{d_0=68,38 m}$$

❖ **En Rampe avec i= 1,734 %**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0,43 - 0,01734)} \longrightarrow \boxed{d_0=57,23 m}$$

❖ **En Rampe avec : i = 5,158 %**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43 + 0,05158)} \longrightarrow \boxed{d_0=53,16 m}$$

❖ **En Rampe avec :  $i = 3,947 \%$** 

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43 + 0,03947)} \longrightarrow \boxed{d_0=54,53 \text{ m}}$$

❖ **En Pente avec :  $i = -1,283 \%$** 

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43 - 0,01283)} \longrightarrow \boxed{d_0=61,37 \text{ m}}$$

❖ **En Rampe avec :  $i = 5,046 \%$** 

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43 + 0,05046)} \longrightarrow \boxed{d_0=53,28 \text{ m}}$$

**VI-3- TEMPS DE PERCEPTION ET DE REACTION :**

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparait.

Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

Sa durée conditionnée par des caractéristiques de conducteur et le véhicule. Il intervient pour :

- ❖ Le freinage.
- ❖ Le dépassement.
- ❖ L'observation de signalisation.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

**- Dans une attention concentrée :**

- **$t = 1.2 \text{ s}$**  pour un obstacle imprévisible.
- **$t = 0.6 \text{ s}$**  pour un obstacle prévisible.

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours :

- **$t = 1.8 \text{ s}$**  pour des vitesses  $> 80 \text{ Km/h}$ .
- **$t = 2 \text{ s}$**  pour des vitesses  $\leq 80 \text{ Km/h}$ .

Dans la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t \text{ Avec } V = 80 \text{ Km/h } t = 2\text{s}$$

**VI-4- DISTANCE D'ARRET :**

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de **distance d'arrêt (d)** :  $d = d_1 + d_0$

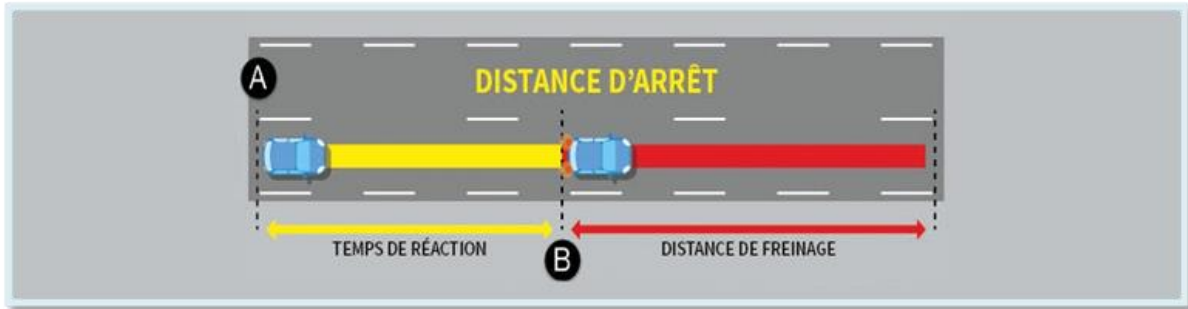


Figure VI.2: Temps de perception-réaction.

**a- En alignement droit :**

$$\begin{array}{l} t = 1,8 \text{ s} : \\ \text{Si} \\ t = 2 \text{ s} : \end{array} \left[ \begin{array}{l} d = d_0 + 0,50 \times Vr \\ \\ d = d_0 + 0,55 \times Vr \end{array} \right.$$

**b- En courbe :**

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

$$\begin{array}{l} t = 1,8 \text{ s} : \\ \text{Si} \\ t = 2 \text{ s} : \end{array} \left[ \begin{array}{l} d = 1,25 \times d_0 + 0,50 \times Vr \\ \\ d = 1,25 \times d_0 + 0,55 \times Vr \end{array} \right.$$

**VI.4.1 Application**

**a-En alignement droit :**

$$Vr = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = d_0 + 0,55Vr$$

**b- En courbe:**

$$Vr = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = 1,25 \times d_0 + 0,55 \times Vr$$

**VI-5- DISTANCE DE PERCEPTION :**

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception  $d_p$ , la somme de la distance d'arrêt  $d$  et la distance parcourue en 6s.

$$dp = d + \frac{6}{3.6} Vr \text{ Vr est en Km/h}$$

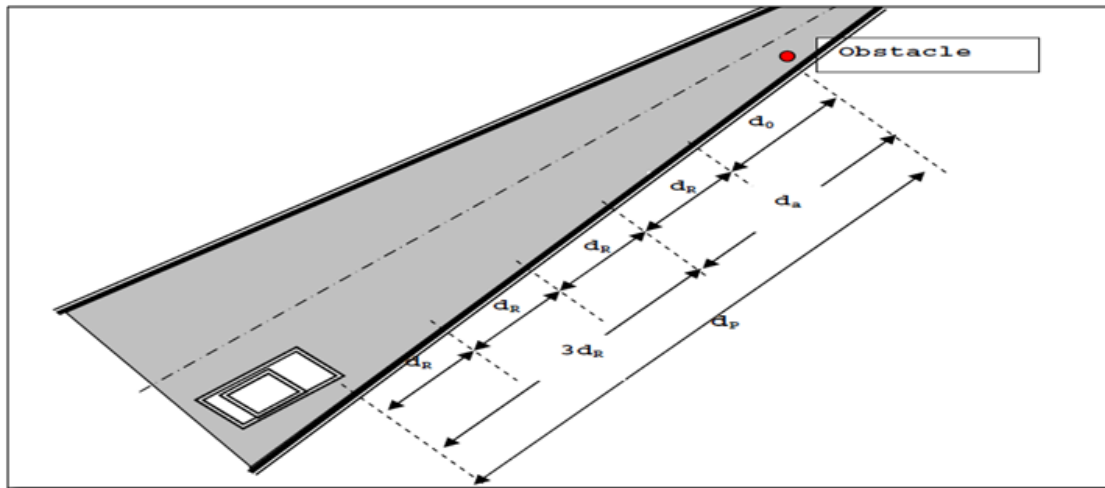


Figure VI.3 : Distance de perception.

- En résumé les calculs dans le tableau suivant :

Pente / rampe	D0	En alignement droit		En courbe	
		$d=D0+0,55 \times Vr$	$dp=d+(6/3) \times 80$	$d=(1,25 \times D0)+(0,55 \times Vr)$	$dp=d+(6/3) \times 80$
<b>i = 0</b>	59,53	103,53	236,863333	118,4125	251,745833
<b>En Rampe i=1,516</b>	57,45	101,45	234,783333	115,8125	249,145833
<b>En Pente i=-5,561</b>	68,38	112,38	245,713333	129,475	262,808333
<b>En Rampe i=1,734</b>	57,23	101,23	234,563333	115,5375	248,870833
<b>En Rampe i=5,158</b>	53,16	97,16	230,493333	110,45	243,783333
<b>En Rampe i=3,947</b>	54,53	98,53	231,863333	112,1625	245,495833
<b>En Pente i=-1,238</b>	61,37	105,37	238,703333	120,7125	254,045833
<b>En Rampe i=5,046</b>	53,28	97,28	230,613333	110,6	243,933333



# **Chapitre VIII**

## **Profile En Travers**

### **VIII-1- DEFINITION:**

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

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

### **VIII-2- TYPES DE PROFIL EN TRAVERS:**

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

#### **VIII-2-1- profil en travers type :**

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

#### **VIII-2-2- profil en travers courants :**

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

### **VIII-3- Les éléments de composition du profil en travers:**

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

#### **a) - La chaussée :**

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

#### **b) - La largeur roulable:**

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

#### **c) - La plate forme :**

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

#### **d) - Assiette :**

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

### e) - L'emprise :

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

### f) - Les accotements :

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

### g) - Le 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.

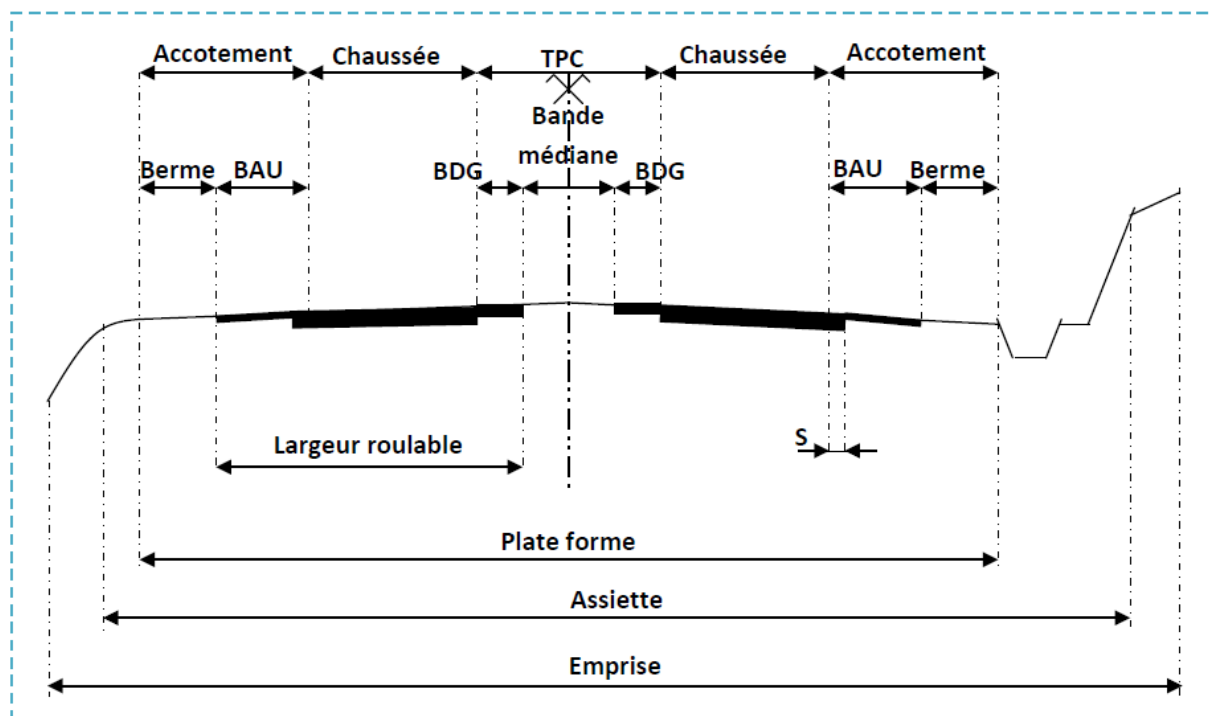


Figure VIII.1: Les éléments constitutifs du profil en travers.

### VIII-4- Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de une Chaussée bidirectionnelle à deux voies (une voie par sens).

- Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✚ Chaussée :  $3,5 \times 2 = 7$  m
- ✚ Accotement :  $2,5 \times 2 = 5$  m.
- ✚ Plate-forme : 12 m.

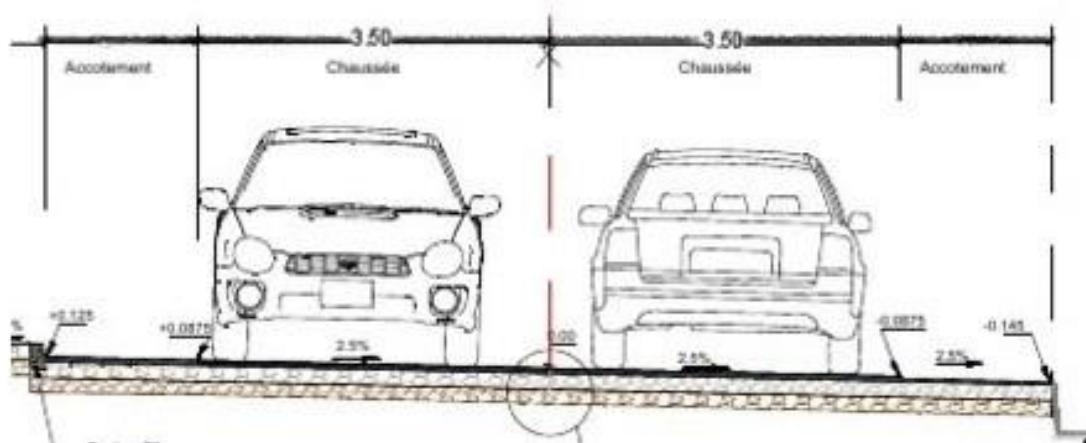


Figure VIII.2: Le profil en travers.

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

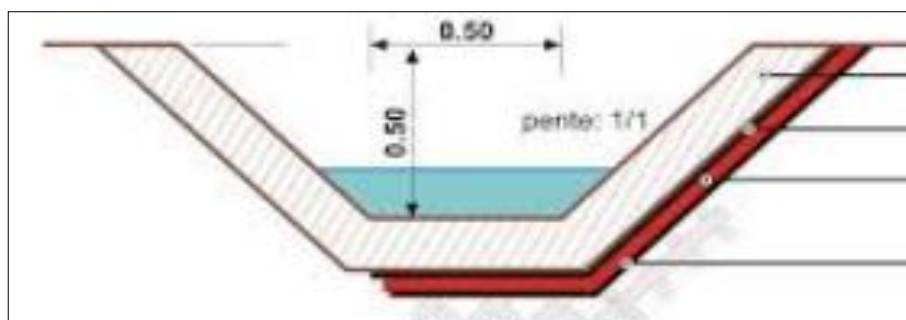


Figure VIII.3 : Dimensions du fossé.

**Chapitre VII**  
**Dimensionnement du**  
**corps de chaussée**

### **VII-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 primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

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

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

### **VII-2- LA CHAUSSEE :**

#### **VII-2-1 Définition :**

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

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

### **VII-2-2 Différents types de chaussées:**

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide.

#### **VII-2-2-1- 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 03 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:

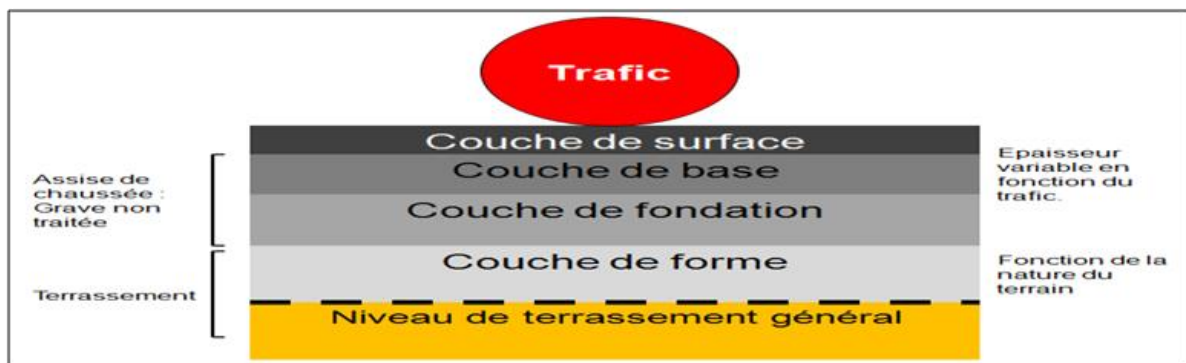
Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic.

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 VII.1** : Structure type d'une chaussée souple.

### VIII-2-2-2- 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.



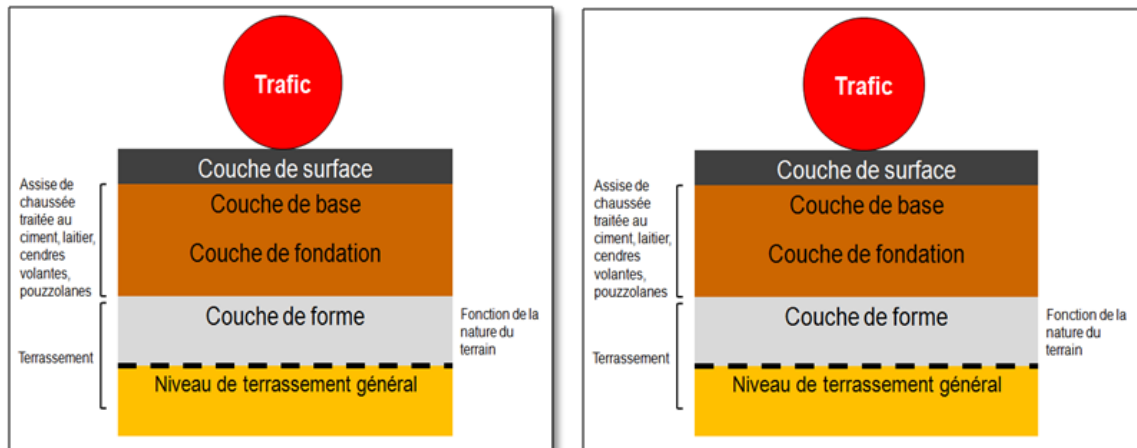


Figure VII.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide.

### VII-2-2-3 - 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 une grave stabilisée 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 VII.3 : Structure type d'une chaussée rigide.

### VII-3- LES DIFFERENTS FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT:

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

### **VII-3-1 - Trafic :**

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5 tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :  
De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

### **VII-3-2 - Environnement:**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

### **VII-3-3 - Le Sol Support:**

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée» constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

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

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

**Tableau VII. 1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.**

<b>Portance</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CBR</b>	<3	3 à 6	6 à 10	10 à 20

### **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 jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

**Tableau VII. 2 :** Les classes de portance des sols.

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

#### **VII-3-4 - Matériaux:**

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

### **VII-4- METHODES 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.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

#### **VII-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après:

## Chapitre VII Dimensionnement du corps de chaussée

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

**Avec:**

**e:** épaisseur équivalente

**I:** indice CBR (sol support)

**n:** désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

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

**Log:** logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

**a<sub>1</sub> × e<sub>1</sub>** : couche de roulement

**a<sub>2</sub> × e<sub>2</sub>** : couche de base

**a<sub>3</sub> × e<sub>3</sub>** : couche de fondation

Où: **c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, c<sub>3</sub>** : coefficients d'équivalence.

**e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>** : épaisseurs réelles des couches.

**Coefficient d'équivalence :**

**Tableau VII.3:** Coefficient d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.0
Grave ciment – gravelaitier	1.50.
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.5 à 0.75

**VII-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):**

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

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

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

**VII-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :**

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé.

C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.
- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

**VII-5- APPLICATION AU PROJET :**

**VII-5- 1- Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

✚ Le trafic à l'année 2020 :  $TJMA_{2025} = 1404 \text{ v/j}$ .

## Chapitre VII Dimensionnement du corps de chaussée

- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 5\%$
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 35\%$
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 9

### VII-5- 2- Répartition de trafic :

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

$$TPL_{2016} = TMJA 2025 * \% PL$$

$$TPL_{2016} = 1404 \times 0.35 = 491 \text{ V/j}$$

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

$$TPL_{2045} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2045} = 491 \times (1 + 0.05)^{20}$$

$$TPL_{2045} = 1303 \text{ VPL/j}$$

### VII-5- 3- Calcul d'épaisseur:

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{1303}{10})}{9 + 5}$$

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

### VII-5- 4- Epaisseur équivalente :

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

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche d'assise (support)

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :

$$a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$$

- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 8 \times 1,7 = 13,6$

- ✓ Couche de fondation en TUF:  $a_3 \times e_3 = 26 \times 0,6 = 15,6 \text{ cm}$

## Chapitre VII Dimensionnement du corps de chaussée

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

**Tableau VII.4:** épaisseurs du corps de chaussée

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
Couche de roulement	BB	6	12
Couche de base	GB	8	13,6
Couche de fondation	TUF	26	15,6
	<b>Somme</b>	<b>40</b>	<b>41,2</b>

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

La figure suivante récapitule les résultats de la méthode CBR que nous avons utilisée :

<b>Couche de roulement</b>	<b>6 BB</b>
<b>Couche de roulement</b>	<b>8 GB</b>
<b>Couche de fondation</b>	<b>26 TUF</b>

**Figure VII.4 :** La structure de chaussée.

**Chapitre IX**  
**Cubatures Et**  
**Mouvements Des Terres**



### **IX-1- INTRODUCTION:**

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### **IX-2- CUBATURES TERRASSEMENTS :**

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

### **IX-3- 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'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

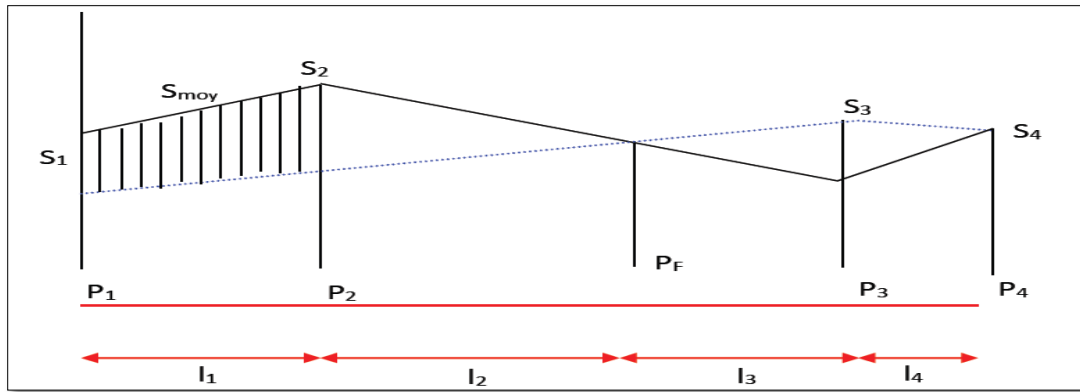
#### **IX-3-1- Description de la Méthode:**

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

Où  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_0$  désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils ; ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



**Figure IX.1:** Schéma représentant la surface entre profil.

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

égale à : 
$$V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy} )$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très

voisines les deux expressions **Smoy** et  $\frac{S_1 + S_2}{2}$

Ceci donne : 
$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2 )$$

Donc les volumes seront :

❖ Entre P1 et P2 
$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2 )$$

❖ Entre P2 et PF 
$$V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0 )$$

❖ Entre PF et P3 
$$V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3 )$$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

**IX-4- MOUVEMENT DES TERRES :**

**IX-4-1- Métré de terrassement :**

C'est une méthode quantitative qui consisté à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres.

## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

A cette opération deux facteurs interviennent :

- Les cubes des terres à transporter.
- Distance de transport.

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport :

- En évacuant l'excès de déblai aux dépôts les plus proches.
- En ramenant les terres des emprunts les plus proche.

### **IX-4-2- Foisonnement :**

On appelle la propriété que présente les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les manipule, il se produit à ce moment par suite de la décompression de matériaux de vides partiels, entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux.

Lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne représentent pas le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas.

Le foisonnement des matériaux est très variable. Suivant la nature du sol, on a pris le coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à 20%.

### **IX-4-3- Moment de transport :**

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport  $M = v \times d$

**Avec :**

**v** : volume transporté

**d** : distance de transport

Le but de l'étude des mouvements des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier.

### **IX-4-4- Distance moyenne de transport :**

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v \cdot d}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

### **IX-4-5- Epure de LALANNE :**

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie.

### IX-4-6- Principe de l'épure de LALANNE :

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil a un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profil vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai.

C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

### IX-4-7-Etablissement de l'épure de LALANNE:

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués,et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profile en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

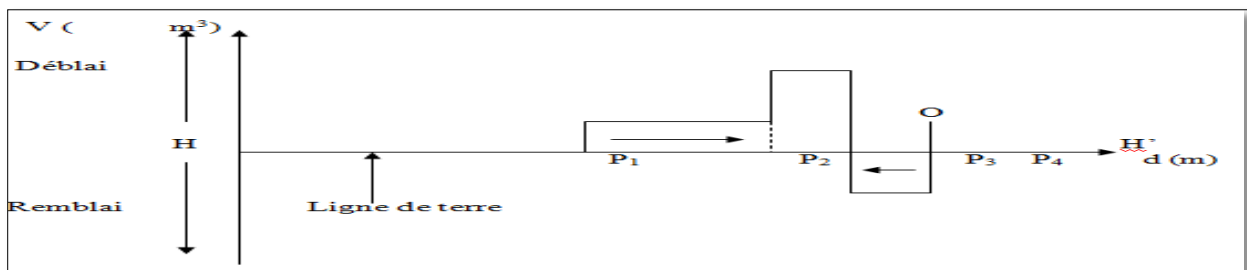


Figure IX.2:L'épure de LALANNE.

### IX-4-8- Ligne de répartition des sens de transport:

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; ce ci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.

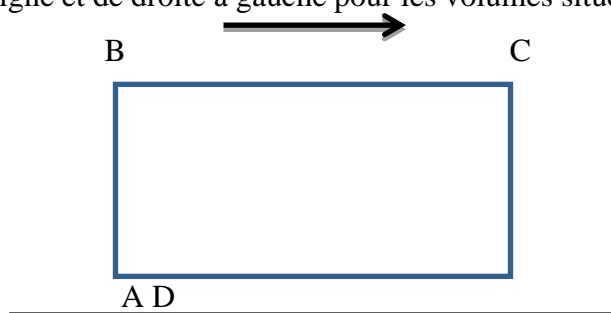


Figure IX.3 : Sens de transport.

## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

La flèche indique qu'il conviendra de transporter le déblai AB pour combler le remblai CD, situé à la distance AD, le rectangle ABCD a pour surface le produit AB par la distance AD ; cette surface est appelée moment de transport.

### IX-5-Calculs des cubatures :

Le tableau ci-après représente le calcul des cubatures détaillées :

**Tableau IX.1:** cubatures détaillées

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais (dans l'emprise de la ligne Projet)					Remblais (dans l'emprise de la ligne Projet)				
			Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )	Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )
P1	0,000	12,500	2,69	2,59	5,28	65,989	65,989	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P2	25,000	25,000	5,06	3,94	9,00	225,042	291,031	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P3	50,000	25,000	8,16	6,59	14,75	368,768	659,798	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P4	75,000	25,000	11,85	10,83	22,69	567,175	1226,973	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P5	100,000	25,000	14,42	13,88	28,30	707,526	1934,499	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P6	125,000	25,000	16,14	14,86	31,00	774,942	2709,441	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P7	150,000	25,000	17,43	17,03	34,46	861,512	3570,953	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P8	175,000	25,000	16,21	15,59	31,80	795,023	4365,976	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P9	200,000	25,000	14,28	14,21	28,49	712,265	5078,241	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P10	225,000	25,000	12,23	12,75	24,98	624,467	5702,708	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P11	250,000	12,535	10,84	9,91	20,76	260,200	5962,908	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P12	250,071	12,500	10,84	9,90	20,74	259,304	6222,213	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P13	275,000	24,965	8,36	7,18	15,54	387,994	6610,207	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P14	300,000	25,000	6,28	5,04	11,32	283,013	6893,220	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P15	325,000	25,000	4,91	3,06	7,97	199,227	7092,447	0,00	0,02	0,02	0,433	0,433
P16	350,000	25,000	3,97	2,60	6,57	164,256	7256,703	0,00	0,01	0,01	0,257	0,690
P17	375,000	25,000	1,77	2,28	4,05	101,199	7357,902	0,03	0,00	0,04	0,890	1,580
P18	400,000	25,000	0,33	0,00	0,33	8,203	7366,105	0,09	1,19	1,28	32,076	33,656
P19	425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	9,11	14,23	23,34	583,558	617,214
P20	450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	16,89	20,96	37,86	946,381	1563,594
P21	475,000	19,539	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	21,43	25,12	46,55	909,480	2473,075
P22	489,079	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	19,97	23,70	43,67	545,870	3018,945
P23	500,000	17,961	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	18,72	21,51	40,23	722,544	3741,489
P24	525,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	18,08	20,49	38,57	964,331	4705,820
P25	550,000	18,246	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	15,98	16,22	32,21	587,661	5293,482
P26	561,493	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	15,80	16,19	31,98	399,805	5693,287
P27	575,000	19,254	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	17,09	17,67	34,75	669,127	6362,414
P28	600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	19,69	22,80	42,49	1062,329	7424,743
P29	625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	21,27	23,96	45,24	1130,876	8555,619
P30	650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	24,46	26,76	51,22	1280,524	9836,143
P31	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	29,68	32,10	61,78	1544,538	11380,681
P32	700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	21,28	24,23	45,50	1137,580	12518,260
P33	725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	18,61	20,33	38,94	973,453	13491,714
P34	750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	11,95	13,54	25,49	637,137	14128,851
P35	775,000	17,929	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	9,85	11,60	21,45	384,567	14513,418
P36	785,858	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	10,67	12,62	23,29	291,131	14804,549
P37	800,000	19,571	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	12,30	15,17	27,47	537,595	15342,144
P38	825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	14,41	16,32	30,73	768,200	16110,344
P39	850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	15,81	17,72	33,52	838,087	16948,431

## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

P40	875,000	20,388	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	17,08	15,68	32,75	667,732	17616,164
P41	890,776	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	15,33	13,64	28,96	362,005	17978,169
P42	900,000	17,112	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	14,16	12,76	26,91	460,557	18438,726
P43	925,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	6,58	0,00	6,58	164,596	18603,321
P44	950,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	5,89	14,34	20,22	505,623	19108,945
P45	975,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7366,105	1,13	5,22	6,34	158,604	19267,549
P46	1000,000	25,000	2,39	1,37	3,76	94,087	7460,192	0,00	0,05	0,05	1,156	19268,704
P47	1025,000	25,000	1,73	0,40	2,13	53,293	7513,485	0,00	0,09	0,09	2,137	19270,841
P48	1050,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7513,485	0,93	3,23	4,17	104,170	19375,011
P49	1075,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	7513,485	4,06	10,45	14,51	362,786	19737,798
P50	1100,000	25,000	4,71	4,34	9,05	226,364	7739,848	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P51	1125,000	25,000	6,04	6,72	12,76	319,007	8058,856	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P52	1150,000	25,000	7,67	8,36	16,03	400,695	8459,551	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P53	1175,000	25,000	10,06	11,44	21,50	537,569	8997,120	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P54	1200,000	25,000	8,76	10,48	19,24	480,993	9478,112	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P55	1225,000	25,000	10,28	10,83	21,11	527,829	10005,941	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P56	1250,000	25,000	12,19	13,71	25,91	647,660	10653,601	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P57	1275,000	13,622	13,90	14,34	28,24	384,717	11038,318	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P58	1277,243	12,500	13,97	14,44	28,41	355,183	11393,501	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P59	1300,000	23,878	14,31	16,23	30,54	729,333	12122,834	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P60	1325,000	25,000	11,83	14,09	25,92	647,876	12770,709	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P61	1350,000	25,000	7,71	9,51	17,22	430,500	13201,209	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P62	1375,000	17,470	6,54	7,59	14,13	246,792	13448,002	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P63	1384,941	12,500	5,80	6,44	12,25	153,081	13601,082	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P64	1400,000	20,030	4,59	5,01	9,60	192,378	13793,460	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P65	1425,000	25,000	3,72	4,60	8,32	207,990	14001,450	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P66	1450,000	25,000	3,21	4,56	7,78	194,405	14195,854	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P67	1475,000	25,000	3,15	4,28	7,43	185,640	14381,494	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P68	1500,000	25,000	4,01	5,31	9,31	232,862	14614,356	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P69	1525,000	25,000	7,01	8,24	15,25	381,297	14995,653	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P70	1550,000	25,000	9,64	11,23	20,86	521,556	15517,209	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P71	1575,000	25,000	12,08	13,42	25,51	637,681	16154,890	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P72	1600,000	12,912	13,16	14,79	27,95	360,942	16515,833	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P73	1600,824	12,500	13,16	14,79	27,96	349,439	16865,272	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P74	1625,000	24,588	13,13	14,80	27,93	686,661	17551,933	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P75	1650,000	25,000	12,23	14,44	26,66	666,608	18218,541	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P76	1675,000	25,000	12,20	13,90	26,10	652,399	18870,940	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P77	1700,000	25,000	12,28	13,74	26,02	650,546	19521,485	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P78	1725,000	25,000	12,27	13,49	25,76	643,980	20165,465	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P79	1750,000	25,000	12,04	13,27	25,31	632,703	20798,168	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P80	1775,000	25,000	11,68	13,05	24,74	618,393	21416,561	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P81	1800,000	25,000	11,39	12,58	23,97	599,211	22015,772	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P82	1825,000	25,000	11,16	11,71	22,87	571,843	22587,615	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P83	1850,000	25,000	10,74	10,67	21,40	535,066	23122,681	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P84	1875,000	25,000	9,92	9,62	19,54	488,498	23611,179	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P85	1900,000	17,258	8,80	8,50	17,29	298,459	23909,638	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P86	1909,516	12,500	8,27	7,97	16,25	203,071	24112,709	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P87	1925,000	20,242	7,29	6,98	14,27	288,848	24401,557	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P88	1950,000	25,000	4,86	3,92	8,78	219,576	24621,133	0,00	0,00	0,00	0,000	19737,798
P89	1975,000	25,000	0,97	0,34	1,31	32,875	24654,008	0,03	0,07	0,10	2,390	19740,188
P90	2000,000	25,000	0,27	0,13	0,40	9,935	24663,943	0,06	0,07	0,13	3,267	19743,455
P91	2025,000	25,000	1,28	0,77	2,05	51,278	24715,220	0,03	0,07	0,10	2,446	19745,901

## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

P92	2050,000	25,000	2,34	1,22	3,56	88,953	24804,174	0,00	0,05	0,05	1,201	19747,102
P93	2075,000	25,000	4,85	3,65	8,50	212,591	25016,765	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P94	2100,000	25,000	8,45	7,41	15,86	396,599	25413,365	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P95	2125,000	25,000	11,47	11,24	22,71	567,629	25980,993	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P96	2150,000	25,000	13,25	12,40	25,66	641,378	26622,371	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P97	2175,000	25,000	18,58	16,82	35,40	885,004	27507,376	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P98	2200,000	23,515	19,38	17,25	36,64	861,520	28368,895	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P99	2222,031	12,500	17,87	15,68	33,55	419,389	28788,285	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P100	2225,000	13,985	18,21	16,27	34,48	482,176	29270,461	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P101	2250,000	25,000	23,02	21,51	44,52	1113,111	30383,572	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P102	2275,000	25,000	21,36	20,89	42,25	1056,273	31439,845	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P103	2300,000	25,000	21,94	21,63	43,57	1089,332	32529,177	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P104	2325,000	25,000	22,66	19,41	42,07	1051,781	33580,958	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P105	2350,000	20,186	21,06	18,99	40,05	808,433	34389,390	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P106	2365,372	12,500	19,81	16,93	36,73	459,183	34848,574	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P107	2375,000	17,314	16,45	14,02	30,47	527,548	35376,122	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P108	2400,000	25,000	9,94	6,49	16,42	410,556	35786,677	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P109	2425,000	25,000	8,80	7,06	15,86	396,502	36183,179	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P110	2450,000	25,000	15,71	11,44	27,15	678,695	36861,874	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P111	2475,000	25,000	20,19	16,11	36,29	907,374	37769,247	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P112	2500,000	25,000	20,50	18,25	38,75	968,760	38738,007	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P113	2525,000	25,000	18,73	15,57	34,31	857,713	39595,720	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P114	2550,000	25,000	11,76	8,05	19,81	495,214	40090,934	0,00	0,00	0,00	0,000	19747,102
P115	2575,000	25,000	0,07	0,00	0,07	1,657	40092,591	0,68	2,62	3,30	82,389	19829,491
P116	2600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	10,67	12,79	23,45	586,361	20415,852
P117	2625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	19,62	21,00	40,62	1015,604	21431,456
P118	2650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	23,00	24,64	47,63	1190,777	22622,233
P119	2675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	20,62	22,24	42,86	1071,562	23693,795
P120	2700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	22,50	22,68	45,18	1129,522	24823,318
P121	2725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	47,19	46,69	93,88	2346,995	27170,313
P122	2750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	97,28	85,68	182,96	4573,969	31744,281
P123	2775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	54,07	48,86	102,93	2573,208	34317,489
P124	2800,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	12,78	10,56	23,34	583,422	34900,911
P125	2825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	14,68	11,44	26,13	653,199	35554,110
P126	2850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	40092,591	3,54	4,13	7,66	191,578	35745,688
P127	2875,000	25,000	6,31	8,06	14,37	359,189	40451,780	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P128	2900,000	23,609	13,77	15,35	29,12	687,526	41139,306	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P129	2922,219	12,500	16,03	18,11	34,14	426,763	41566,069	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P130	2925,000	13,891	14,83	16,90	31,73	440,701	42006,770	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P131	2950,000	25,000	12,63	13,96	26,59	664,749	42671,518	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P132	2975,000	25,000	3,46	5,15	8,62	215,401	42886,919	0,00	0,00	0,00	0,000	35745,688
P133	3000,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	42886,919	16,84	15,18	32,02	800,448	36546,136
P134	3025,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	42886,919	14,50	11,89	26,40	659,908	37206,044
P135	3050,000	24,217	0,00	0,00	0,00	0,000	42886,919	8,33	5,85	14,18	343,469	37549,513
P136	3073,435	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	42886,919	5,80	3,91	9,72	121,442	37670,956
P137	3075,000	13,283	0,00	0,00	0,00	0,000	42886,919	5,85	3,90	9,75	129,498	37800,454
P138	3100,000	25,000	0,00	0,48	0,48	11,991	42898,910	2,39	0,27	2,66	66,564	37867,018
P139	3125,000	25,000	1,89	4,37	6,26	156,409	43055,320	0,05	0,00	0,05	1,188	37868,206
P140	3150,000	25,000	10,05	12,08	22,13	553,152	43608,472	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P141	3175,000	25,000	16,82	17,07	33,89	847,239	44455,711	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P142	3200,000	25,000	21,10	21,49	42,58	1064,597	45520,308	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P143	3225,000	25,000	25,30	25,96	51,26	1281,531	46801,839	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206

## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

P144	3250,000	25,000	23,95	24,50	48,45	1211,221	48013,061	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P145	3275,000	25,000	21,28	21,20	42,47	1061,843	49074,904	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P146	3300,000	25,000	17,61	19,79	37,40	935,004	50009,909	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P147	3325,000	25,000	16,85	17,46	34,31	857,662	50867,571	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P148	3350,000	25,000	13,02	13,64	26,66	666,617	51534,188	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P149	3375,000	25,000	9,33	9,51	18,84	470,909	52005,097	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P150	3400,000	25,000	6,06	5,65	11,71	292,771	52297,869	0,00	0,00	0,00	0,000	37868,206
P151	3425,000	25,000	2,22	1,68	3,90	97,574	52395,442	0,00	0,02	0,02	0,548	37868,754
P152	3450,000	25,000	0,55	0,00	0,55	13,854	52409,296	0,05	0,72	0,77	19,225	37887,980
P153	3475,000	25,000	0,30	0,00	0,30	7,553	52416,849	0,11	0,80	0,91	22,690	37910,669
P154	3500,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52416,849	1,45	1,10	2,55	63,744	37974,413
P155	3525,000	25,000	0,00	0,16	0,16	4,116	52420,965	1,32	0,26	1,58	39,550	38013,963
P156	3550,000	25,000	0,00	0,22	0,22	5,607	52426,572	0,15	0,06	0,21	5,359	38019,322
P157	3575,000	25,000	1,42	2,09	3,51	87,737	52514,309	0,03	0,00	0,03	0,834	38020,157
P158	3600,000	25,000	3,76	4,81	8,58	214,420	52728,729	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P159	3625,000	25,000	7,50	8,44	15,94	398,524	53127,253	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P160	3650,000	25,000	11,07	11,66	22,73	568,324	53695,577	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P161	3675,000	23,518	14,28	14,46	28,74	675,879	54371,456	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P162	3697,036	12,500	17,55	18,23	35,78	447,287	54818,743	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P163	3700,000	13,982	17,68	18,62	36,30	507,593	55326,335	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P164	3725,000	25,000	18,72	20,64	39,36	984,098	56310,433	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P165	3750,000	25,000	19,87	22,11	41,99	1049,678	57360,111	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P166	3775,000	13,033	19,42	20,68	40,10	522,682	57882,793	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P167	3776,067	12,500	19,36	20,62	39,98	499,762	58382,555	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P168	3800,000	24,467	25,66	26,81	52,46	1283,620	59666,174	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P169	3825,000	25,000	27,01	27,22	54,23	1355,797	61021,972	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P170	3850,000	25,000	29,08	30,55	59,63	1490,745	62512,717	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P171	3875,000	25,000	27,24	30,05	57,29	1432,170	63944,887	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P172	3900,000	14,675	26,59	27,91	54,51	799,858	64744,745	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P173	3904,349	12,500	25,68	26,97	52,66	658,236	65402,981	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P174	3925,000	22,825	22,59	24,25	46,84	1069,083	66472,065	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P175	3950,000	25,000	17,29	18,80	36,08	902,076	67374,141	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P176	3975,000	25,000	13,66	15,13	28,79	719,853	68093,994	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P177	4000,000	25,000	11,10	12,88	23,98	599,578	68693,573	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P178	4025,000	25,000	7,75	11,23	18,98	474,388	69167,961	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P179	4050,000	25,000	8,60	9,64	18,24	456,076	69624,037	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P180	4075,000	25,000	12,43	13,29	25,73	643,178	70267,215	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P181	4100,000	25,000	11,47	13,08	24,55	613,791	70881,005	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P182	4125,000	25,000	11,48	12,15	23,64	590,908	71471,914	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P183	4150,000	18,049	10,45	10,32	20,78	374,984	71846,898	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P184	4161,097	12,500	9,20	9,77	18,97	237,129	72084,027	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P185	4175,000	19,451	7,28	7,70	14,98	291,312	72375,339	0,00	0,00	0,00	0,000	38020,157
P186	4200,000	25,000	2,70	2,06	4,76	119,064	72494,403	0,00	0,01	0,01	0,128	38020,285
P187	4225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	8,53	10,23	18,76	469,041	38489,326
P188	4250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	9,53	15,59	25,12	628,090	39117,416
P189	4275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	14,37	16,66	31,03	775,706	39893,122
P190	4300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	18,61	20,80	39,41	985,254	40878,376
P191	4325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	20,75	28,93	49,67	1241,818	42120,194
P192	4350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	258,99	85,88	344,87	8621,804	50741,998
P193	4375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	17,55	19,12	36,67	916,733	51658,731
P194	4400,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	72494,403	2,63	6,80	9,43	235,846	51894,578
P195	4425,000	25,000	5,18	0,81	6,00	149,929	72644,332	0,00	0,48	0,48	11,880	51906,458



## Chapitre IX Cubatures Et Mouvements Des Terres

P196	4450,000	25,000	10,52	9,83	20,35	508,663	73152,994	0,00	0,00	0,00	0,000	51906,458
P197	4475,000	16,128	12,90	11,33	24,22	390,680	73543,674	0,00	0,00	0,00	0,000	51906,458
P198	4482,255	12,500	13,50	11,72	25,22	315,312	73858,986	0,00	0,00	0,00	0,000	51906,458
P199	4500,000	14,354	11,38	10,14	21,52	308,904	74167,891	0,00	0,00	0,00	0,000	51906,458
P200	4510,963	12,500	9,55	7,59	17,14	214,202	74382,093	0,00	0,00	0,00	0,000	51906,458
P201	4525,000	19,518	7,03	3,61	10,65	207,779	74589,872	0,00	0,01	0,01	0,223	51906,680
P202	4550,000	25,000	1,66	0,00	1,66	41,422	74631,294	0,03	2,27	2,30	57,402	51964,083
P203	4575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	1,53	2,81	4,34	108,544	52072,627
P204	4600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	7,52	8,88	16,40	409,976	52482,603
P205	4625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	16,08	18,03	34,11	852,830	53335,433
P206	4650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	26,20	28,11	54,31	1357,796	54693,229
P207	4675,000	13,893	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	33,31	31,08	64,40	894,637	55587,865
P208	4677,786	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	33,73	31,45	65,18	814,740	56402,605
P209	4700,000	23,607	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	37,13	34,67	71,80	1695,089	58097,694
P210	4725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	40,96	38,50	79,46	1986,536	60084,229
P211	4750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	44,79	42,33	87,12	2177,963	62262,192
P212	4775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	48,65	46,16	94,81	2370,179	64632,371
P213	4800,000	18,932	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	50,06	50,16	100,22	1897,401	66529,772
P214	4812,863	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	47,73	49,47	97,20	1214,963	67744,736
P215	4825,000	18,568	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	50,06	47,44	97,51	1810,557	69555,293
P216	4850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	39,73	43,57	83,29	2082,351	71637,644
P217	4875,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	33,35	36,64	69,99	1749,823	73387,467
P218	4900,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	74631,294	16,64	19,27	35,91	897,745	74285,211
P219	4925,000	25,000	4,12	1,52	5,64	141,018	74772,312	0,00	0,09	0,09	2,182	74287,394
P220	4950,000	25,000	5,51	5,79	11,30	282,575	75054,887	0,00	0,00	0,00	0,000	74287,394
P221	4975,000	25,000	5,61	1,33	6,95	173,721	75228,609	0,00	0,15	0,15	3,821	74291,215
P222	5000,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	5,78	9,93	15,70	392,605	74683,819
P223	5025,000	19,504	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,03	10,09	16,12	314,443	74998,262
P224	5039,008	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,02	10,83	16,86	210,700	75208,962
P225	5050,000	17,996	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,18	8,64	14,83	266,809	75475,771
P226	5075,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,98	9,68	16,66	416,452	75892,223
P227	5100,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,22	8,06	14,29	357,215	76249,438
P228	5125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	4,79	7,08	11,88	296,899	76546,337
P229	5150,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	6,21	8,91	15,12	377,977	76924,315
P230	5175,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	4,02	3,84	7,86	196,472	77120,787
P231	5200,000	21,695	0,00	0,00	0,00	0,000	75228,609	1,15	2,61	3,76	81,528	77202,314
P232	5218,391	9,195	2,94	2,29	5,23	48,096	75276,705	0,00	0,01	0,01	0,060	77202,375

**Volume de déblai total : 75276,705m<sup>3</sup>**

**Volume de remblai : 77202,375m<sup>3</sup>**

**Excès de remblai : 1925,67 m<sup>3</sup>**

# **Chapitre X**

## **Signalisation Routière**

### **X -1- INTRODUCTION :**

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

La signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages.

### **X-2- L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :**

La signalisation routière a pour objet :

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

### **XI-3- REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :**

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 entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

### **X-4- TYPES DE SIGNALISATIONS :**

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

#### **a- Signalisation Verticale :**

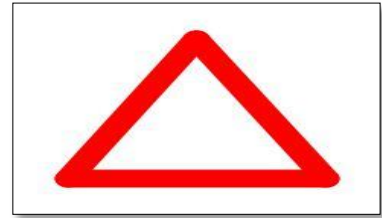
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- Signalisation avancée.
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### ❖ Signaux de danger :

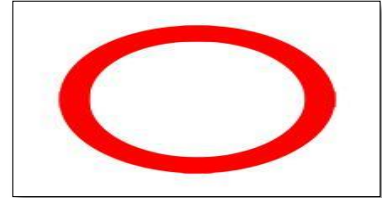
Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).



### ❖ Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



### ❖ Signaux à simple indication :

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

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- aux divers.

### ❖ Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont un emploi peu fréquent en milieu urbain.

## b- Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

### ✚ 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.

#### • Lignes discontinue :

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

Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalles.

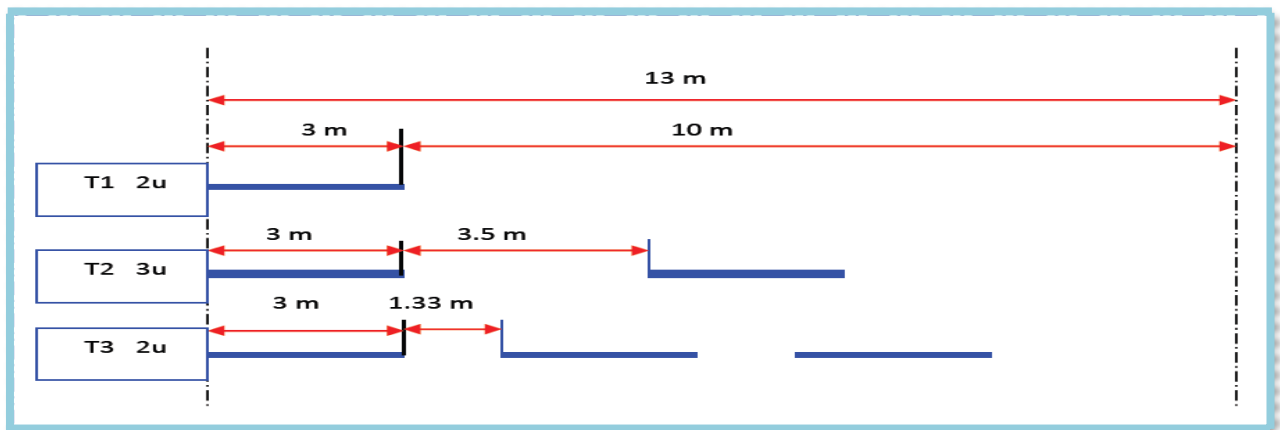
## Chapitre X Signalisation Routière

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

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

- **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :



**Figure XI.1 :**Types de modulation.

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

**Tableau. X.1 :** Caractéristiques des lignes discontinues.

Typed modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/vide
T <sub>1</sub>	3.00	10.00	~1/3
T <sub>2</sub>	3.00	3.5	~1
T <sub>3</sub>	3.00	1.33	~3

- ✚ **Marquage transversal :**

- **Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

- **Lignes transversales discontinue:**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

- **Autre marquage:**

## Chapitre X Signalisation Routière

- **Flèche de rabattement** : Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèches de sélection** : Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



**Figure X.2** : Flèches de signalisation.








### **X-5-CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :**

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unitaire «U» différentes suivant le type de route, à savoir:
  - U=7.5 cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
  - U=6 cm sur les routes et voies urbaines.
  - U=5 cm pour les autres routes.

### **X-6- APPLICATION AU PROJET :**




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

#### **+ Signalisation Verticale :**


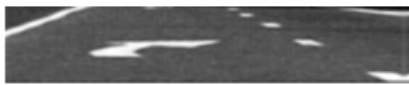



			
<b>A1b</b> Virage à gauche	<b>A1a</b> Virage à droite	<b>AB3a</b> Cédez le passage à l'intersection. Signal de position	
			
<b>AB6</b> Indication du caractère prioritaire d'une route	Passage piéton	<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>B6d</b> Arrêt et stationnement interdits

**Tableau X.3 :**signalisation verticale.

**✚ Signalisation horizontale :**

	<b>Ligne continue :</b> Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	<b>Ligne discontinue :</b> Dépassement et changement de voie autorisés.
	<b>Ligne de dissuasion :</b> Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).

## Chapitre X Signalisation Routière

	<b>Ligne d'avertissement :</b> Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.
	<b>Flèches de rabattement :</b> Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.
	<b>Ligne mixte :</b> Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.
	<b>Ligne de rive trait :</b> Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.
	<b>Hachurage :</b> Sur le nez d'îlot.

### **X-7- ECLAIRAGE:**

#### **X-7-1 INTRODUCTION :**

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

#### **X-7-2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorieA.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorieB.
- Eclairage des voies de cercle, catégorieC.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorieD.

#### **X-7-3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:**

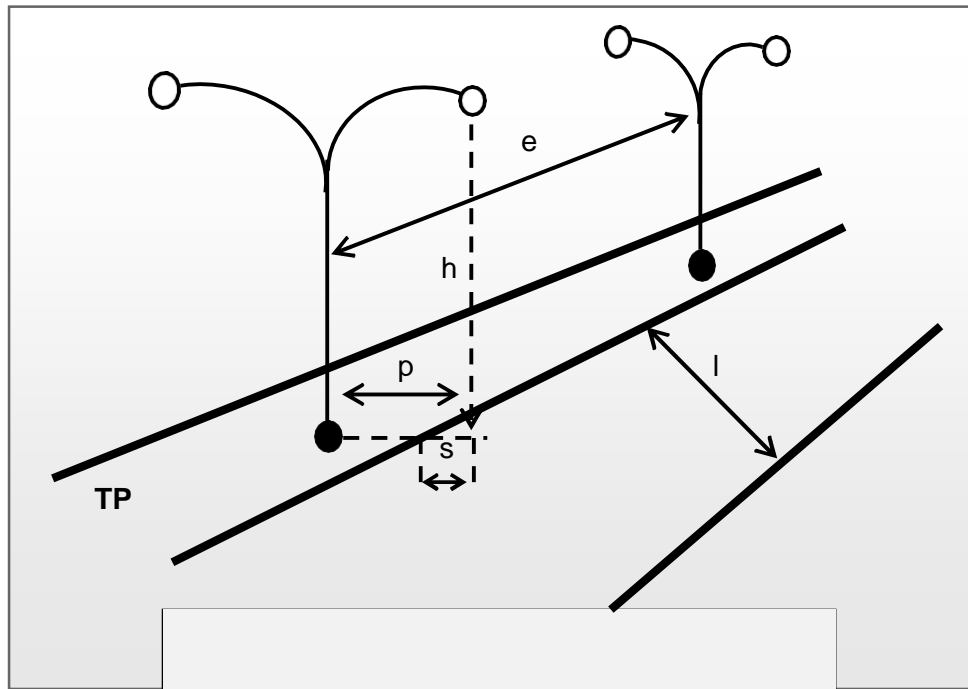
- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.



## Chapitre X Signalisation Routière

- La largeur ( $l$ ) de la chaussée.
- Le porte-à-faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.

**Figure X.4 :** Paramètres de l'implantation des luminaires



### **X-7-4 APPLICATION AU PROJET:**

Eclairage de la voie (le long de la Pénétrante) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré.

### **X-8- CONCLUSION :**

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sure aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible car la situation de projet.

**Chapitre XI**  
**Estimation Du Coût**  
**Du Projet**

**XI. ESTIMATION DU COUT DU PROJET**

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

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

**XI-1 : Calcul du cout du projet :**

**Tableau XI-1 : Devis estimatif.**

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (DA)	MONTANT
1	Déblais	m <sup>3</sup>	75276,705	2000	150553410
2	Remblais	m <sup>3</sup>	77202,375	100	7720237,5
<b>Corps de chaussée</b>					
3	F/mise en œuvre de la couche en béton bitumineux 0/10 sur une ép : de 05 cm y compris couche d'imprégnation 0/1 et toute sujétions de mise en œuvre.	T	4401,383	12 000	5281659,6
4	F/mise en œuvre de la couche en Grave Bitumineux 0/14 sur une ép : de 8 cm	T	7451,304	10 000	74513040
5	Rechargement de la plate-forme en TUF sur une ép : de 25 cm y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	M3	16280,180	1400	22792252
<b>Assainissement</b>					
6	Fossé en béton	ML	10436,000	4500	46962000
<b>Signalisation</b>					
7	Ligne axiale de séparation de voies	ML	5218,00	250	1304500
8	Ligne de rive de chaussée (Limite BAU)	ML	10436,000	250	2609000
<b>MONTANT EN H T</b>					<b>244674399,1</b>
<b>TVA 19%</b>					<b>46488135,83</b>
<b>MONTANT EN TTC</b>					<b>291162534,9</b>

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

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

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

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

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

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