



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 : V.O.A.

Thème

**ETUDE D'UN TRACE ROUTIER DE LA CW14 RELIANT LA DAÏRA
DE ZEMMOURA AVEC LA DAÏRA DE AMMI MOUSSA SUR 5,9 KM**

Présenté par :

- Mr KHODJA Ahmed
- Mr KAMLI Mohamed

Soutenu le 26/06/2022 devant le jury composé de :

Président : Mr BELGUESMIA Nouredine

Examineur : Mr SOLTANE Benallou Kadour

Invité : Mr CHERIF MOURAD

Encadrante : Mme GUERZOU TOURKIA

Co-Encadrant : Mr ZELMAT YASSINE

Année Universitaire : 2021 / 2022

SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Chapitre I : Présentation et contexte du projet

I-1- Contexte de projet	02
I-2 - Découpage administratif	03
I-3 - Infrastructures routières	03
I-4-Donnes de base	03
I-4-1- levé topographique	03
I-4-2-Catégorie de la route	04
I-4-3-Trafic	04

Chapitre II : Etude des variantes

II-1-Tracé En Plan	05
II-1-1-Définition	05
II-1-2-Règles à respecter dans le tracé en plan	05
II-1-3-Les éléments de tracé en plan	05
II-1-3-1-Alignement droit	06
II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements	06
II-1-3-3- Arcs en cercle	06
II-1-4- Les variantes	07
II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre	07
II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires	08
II-1-4-3- Environnement de la route	09
II-1-4-4- La vitesse de référence	09
II-1-4-5- Courbes en plan	09
II-1-4-6- Calcul des Cubatures Approchées	10
II-2- Etude des variantes.....	12
II-2-1- Etude de la variante 1	12
II-2-1-1- Introduction	12
II-2-1-2- Les coordonnées des sommets	14
II-2-1-3- Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre_	15
II-2-1-4-Détermination des rayons en plan et les éléments de raccordement	15
II-2-1-5- La longueur des alignements droits et de courbes_	16
II-2-1-6- Environnement de la route	18

II-2-1-7- La vitesse de référence	27
II-2-1-8- Calcul des rayons en plan normés_	27
II-2-1-9- Cubatures	27
II-2-2-Etude de la variante 2	35
II-2-2-1- les coordonnées des sommets	27
II-2-2-2- Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre_	36
II-2-1-3-Détermination des rayons en plan et les éléments de raccordement	37
II-2-1-4- La longueur des alignements droits et de courbes_	38
II-2-2-5- Environnement de la route	39
II-2-2-6- La vitesse de référence	46
II-2-2-7- Calcul des rayons en plan normés_	46
II-2-2-7- Cubatures	46
II-2-3- Le choix de la variante	53
II-3- Conclusion	53

Chapitre III : Profil en long

III-1- Définition	54
III-2- La ligne de projet (ligne rouge)	54
III-3- Règles à respecter dans le tracé du profil en long	54
III-4- Les éléments de composition du profil en long	55
III-5- Coordination entre le tracé en plan et le profil en long	55
III-6- Déclivité	55
III-7- Les raccords en profil en long	56
III-8- Eléments nécessaires au calcul du profil en long	59
III-9- Détermination pratique du profil en long	60
III-10- Application de projet	62

Chapitre IV : Les raccords progressifs

IV-1- Introduction	69
IV-2- Définition de la Clothoïde	69
IV-3- Les éléments de la clothoïde	69
IV-4- Propriétés de la clothoïde	70
IV-5- Les conditions de raccordement	70
IV-5-1- Condition de confort optique	70
IV-5-2- Condition de confort dynamique	71

IV-5-3- Condition de gauchissement.....	71
IV-5-4- La Vérification de non chevauchement	71
IV-6- Notion de devers	72
IV-6 -1- Devers en alignement	72
IV-6 -2- Devers en courbe	72
IV-6-3- Rayon de courbure	72
IV-6 -4- Calcul des devers	72
IV-7- Application de projet	73
IV-7-1- Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie	73
IV-7-2- Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement	75
IV-7-3 : Calcul des paramètres des deux clothoïde	77

Chapitre V : Etude du trafic

V-1- Introduction	79
V-2- Analyse de trafic	79
V-3- Mesure des trafics	79
V-4- Différents types de trafic	80
V-4-1- Trafic normal.....	80
V-4-2 Trafic dévie	80
V-4-3 Trafic induit	81
V-4-4- Trafic total	81
V-5- Calcul de la capacité	81
V-5-1- Définition de la capacité	81
V-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon	81
V-5-3- Calcul de trafic effectif	81
V-5-4- débit de point horaire normal	82
V-5-5- Débit horaire admissible	82
V-5-6- Déterminations du nombre des voies	83
V-6- Application de projet	83
V-6-1- Débit de pointe horaire normal	84
V-6-2- La capacité admissible	84
V.6.3 : Le nombre des voies	85
V-7- Conclusion	85

Chapitre VI : Paramètres cinématiques

VI-1- Définition	86
VI-2- Distance de freinage	86
VI-2-1 Application	87
VI-3- Temps de perception et de réaction	89
VI-4- Distance d'arrêt	89
VI.4.1 Application	90
VI-5- Distance de perception	93
VI-5-1- Application	93
VI-6- Espacement entre deux véhicules	95
VI-7- Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre	96

Chapitre VII : Dimensionnement du corps de chaussée

VII-1- Introduction	98
VII-2- La chaussée	98
VII-2-1 Définition	98
VII-2-2 Différents types de chaussées	99
VII-2-2-1- Chaussée souple	99
VIII-2-2-2- Chaussée semi-rigide	100
VII-2-2-3 - Chaussée rigide	101
VII-3- Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement	101
VII-3-1 - Trafic	102
VII-3-2 – Environnement	102
VII-3-3 - Le Sol Support	102
VII-3-4 – Matériaux	103
VII-4- Méthodes De Dimensionnement	103
VII-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	103
VII-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials)	105
VII-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	105
VII-5- Application au Projet	105
VII-5- 1- Données de l'étude	105
VII-5- 2- Répartition de trafic	107
VII-5- 3- Epaisseur équivalente	107

Chapitre VIII : Profil en travers

VIII-1- Définition	108
VIII-2- Types De Profil En Travers	108
VIII-2-1- profil en travers type	108
VIII-2-2- profil en travers courants	108
VIII-3- Les éléments de composition du profil en travers	108
VIII-4- Application au projet	109

Chapitre IX : Cubatures et mouvements des terres

IX-1- Introduction	111
IX-2- Cubatures terrassements	111
IX-3- Méthode utilisée	111
IX-3-1- Description de la Méthode	111
IX-4- Mouvement des terres	112
IX-4-1- Métré de terrassement	112
IX-4-2- Foisonnement	113
IX-4-3- Moment de transport	113
IX-4-4- Distance moyenne de transport	113
IX-4-5- Epure de LALANNE	113
IX-4-6- Principe de l'épure de LALANNE	114
IX-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE	114
IX-4-8- Ligne de répartition des sens de transport	114
IX-5- Calculs des cubatures	115

Chapitre X : Signalisation routière

X -1- Introduction	127
X-2- L'objectif de la signalisation routière	127
X-3- Règles à respecter pour la signalisation	127
X-4- Types de signalisations	127
X -5- Caractéristiques générales des marques	130
X-6- Application au projet	130
X-7- Eclairage	132
X-7-1- Introduction.....	132
X-7-2- Catégorie d'éclairage.....	132
X-7-3- Paramètre de l'implantation des luminaires.....	132

X-7-4- Application au projet.....	133
X-7- Conclusion	133

Chapitre XI : Réseau D'Assainissement

XI -1- Introduction	134
XI-2- L'objectif de l'Assainissement.....	134
XI-3-Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier.....	135
XI-4- Quelques définitions.....	135
XI -5- Assainissement de la chaussée	136
XI-6- Le drainage des eaux internes	137

Devis	138
--------------------	------------

Conclusion générale	139
----------------------------------	------------

Bibliographie	140
----------------------------	------------



DEDICACE

Je dédie ce travail :

- + À la mémoire de Mon père que Dieu l'Accueil dans Son Vaste Paradis*
- + À ma très chère mère.*
- + À mon époux et à mes enfants*
- + À mes très chères sœurs et mon frère,*
- + À mon collègue KAMLI Mohamed*
- + Ceux qui attendent ma réussite avec impatience,*
- + À ceux qui ne peuvent jamais rendre ce qu'ils ont fait pour moi,*
- + Ceux qui ont su me conduire dans le bon chemin,*
- + À tous mes amis*

Mr Khodja Ahmed





DEDICACE

Je dédie ce travail :

- + À mes chers parents pour leurs soins et sacrifices.*
- + À mon épouse et à mes enfants.*
- + À mes très chères sœurs et frères.*
- + À mon collègue KHODJA AHMED.*
- + Ceux qui attendent ma réussite avec impatience.*
- + À ceux qui ne peuvent jamais rendre ce qu'ils ont fait pour moi.*
- + Ceux qui ont su me conduire dans le bon chemin,*
- + À tous les étudiants et étudiantes de ma promotion Master 2 VOA.*
- + À tous mes amis sans exceptions.*

Mr KAMLI Mohamed



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 voudrions exprimer nos vifs remerciements à nos encadrant **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 a remercié les membres du jury

- **Mr BELGUESMIA Nouredine**
- **Mr SOLTANE Benallou Kadour**
- **Mr Mr CHERIF MOURAD**
- Pour l'intérêt qu'ils ont porté a notre travail et qui nous feront le plaisir d'apprécier

Nos plus grands remerciements vont:

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

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

Liste des figures

Figure I.1 Tronçon de notre projet	02
Figure I.2 levé topographique	04
Figure II.1 Les éléments de tracé en plan	05
Figure II.2 Détermination de l'angle au centre	08
Figure II.3 Les éléments d'un raccordement circulaire	08
Figure II.4 Schéma représentant la surface entre profil	11
Figure II.5 Calcul de surfaces cas de remblai	11
Figure II.6 Calcul de surfaces cas de déblai	12
Figure III.1 Eléments du profil en long	59
Figure III.2 Pratiques du profil en long	60
Figure IV.1 Les éléments de la clothoïde	69
Figure IV.2 La propriété de clothoïde	70
Figure VI.1 Distance de freinage	86
Figure VI.2 Temps de perception-réaction	90
Figure VI.3 Distance de perception	93
Figure VI.4 L'espace entre deux véhicules	96
Figure VII.1 Structure type d'une chaussée souple	100
Figure VII.2 Structure type d'une chaussée semi-rigide	101
Figure VII.3 Structure type d'une chaussée rigide	101
Figure VII.4 La structure de chaussée	107
Figure VIII.1 Les éléments constitutifs du profil en travers	109
Figure VIII.2 Le profil en travers	110
Figure VIII.3 Dimensions du fossé	110
Figure IX.1 Schéma représentant la surface entre profil	112
Figure IX.2 L'épure de LALANNE	114
Figure IX.3 Sens de transport	114
Figure X.1 Types de modulation	129
Figure X.2 Flèche de signalisations.....	130
Figure X.3 Signalisations Verticales.....	131
Figure X.4 Paramètres de l'implantation des luminaires.....	133

Liste des tableaux

Tableau II.1: Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1	14
Tableau II.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01".....	14
Tableau II.3 : Eléments de raccordement circulaire	16
Tableau II.4 : Longueurs des alignements droits et de courbes	17
Tableau II.5 : Dénivelée cumulée moyenne	25
Tableau II.6: Sinuosité "variante 01".....	26
Tableau II.7: Récapitulatif des rayons en plan	27
Tableau II.8: Les rayons en plan selon B40.....	27
Tableau II.9: Cubatures approchées de la 'variante 01'.....	27
Tableau II.10 : les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2"	36
Tableau II.11 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 ".....	36
Tableau II.12 : Eléments de raccordement circulaire	37
Tableau II.13 : Longueurs des alignements droits et de courbes	38
Tableau II.14: Dénivelée cumulée moyenne	39
Tableau II.15 : Sinuosité 'variante 02'.....	45
Tableau II.16: Récapitulatif des rayons en plan	46
Tableau II.17: Les rayons en plan selon B40.....	46
Tableau II.18 : Cubatures approchées de la 'variante 02 '.....	46
Tableau II.19 : Comparaison entre les deux variantes	37
Tableau III.1: Valeur de déclivité maximal	56
Tableau III.2 : Rayons convexes	58
Tableau- III.3 : Rayons concaves (angle rentrant). Cat1, V80	59
Tableau III.4 : Caractéristique des rayons verticaux	62
Tableau III.5: les valeurs de tangente et la flèche	67
Tableau IV.1 : Devers	72
Tableau IV.1.1 : Devers associé au rayon	74
Tableau IV.2: Longueur de la clothoïde	75
Tableau IV.2.2: Longueur de la clothoïde pour rayon inf.....	76
Tableau IV.3: Paramètres de clothoïde	77
Tableau V.1 coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)	82

Tableau V.2 : Coefficient « K1 »	82
Tableau V.3: Coefficient « K2»	82
Tableau V.4 : valeurs de C_{th} capacité théorique du profil en travers en régime stable	83
Tableau V.5 : résultats du calcul de trafic	85
Tableau VI.2 : les différentes distances selon les normes B40	97
Tableau VII. 1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR	102
Tableau VII. 2 : Les classes de portance des sols	103
Tableau VII.3: Coefficient d'équivalence	104
Tableau VII.4: épaisseurs du corps de chaussée	107
Tableau IX.1: cubatures détaillées	115
Tableau. X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues	129

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 5,9 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.

مختصرة نبذة

مشروع نهاية الدراسة هو جزء من مسار يتكون من لطريق 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 طول المسارين، مع مراعاة المعايير التي تفرضها B40 لضمان راحة و أمان 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 نمو الحركة السنوية $r = 5\%$
- وقت الدراسة و التنفيذ: $n = 4$ سنوات
- عمر الطريق: 10 سنة

يتم إجراء العمليات الحسابية يدويًا وعلى طريق برنامج COVADIS 2013

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, a 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 avec la Daïra de Ammi moussa sur 5,9 Km.

Chapitre
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 ; du ministère des travaux publics de la république algérienne démocratique et populaire, 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 5,9 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 de Relizane situe au nord-ouest de l'Algérie, elle délimitée:

Au nord par la wilaya de Mostaganem

A L'ouest par la wilaya de Mascara

A l'est par la wilaya de Chelf

Et au sud par les wilayas de Tiaret et Tissemsilt

Relizane est une ville de très grande importance par sa situation géographique. La zone d'étude est comprise dans la région Est-sud du schéma national d'aménagement du territoire constituée des wilayas de Relizane.

La ville de Relizane est reliée au reste du pays par les routes nationales RN 04, RN 07, RN 23, RN90 et RN90A.

La wilaya de Relizane situé dans le Nord-ouest l'Algérie, elle a une superficie de 4.870km²et une population de 741478habitants (2021).

I-2-DECOUPAGE ADMINISTRATIF:

- 13 Dairas.
- 38 Communes.
- 6 Subdivisions de travaux publics (STP).
- 14 Unités 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 trémis au centre-ville
- Aéroport de classe C : fermé à la circulation

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

I-4-DONNÉES DE BASE:**I-4-1-Levé topographique:**

Toute étude est 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.

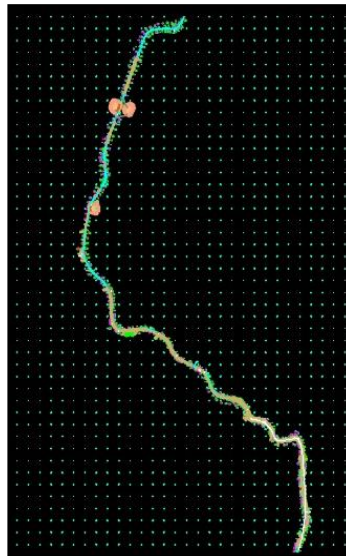


Figure I.2: Levé topographique.

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 administratives situées sur les localités desservies par la route.

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

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourds considérés deux à deux, et liaison assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservis par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

I-4-3-TRAFIC:

- 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.

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:

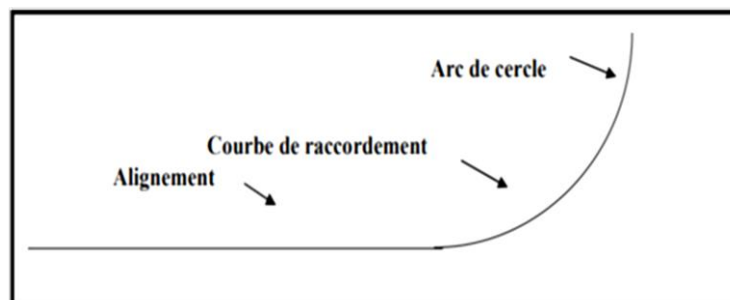


Figure II.1 : Les éléments de tracé en plan.

II-1-3-1-Alignement droit:

Bien quand principe 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.

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

• Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

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

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

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

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

❖ 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 :

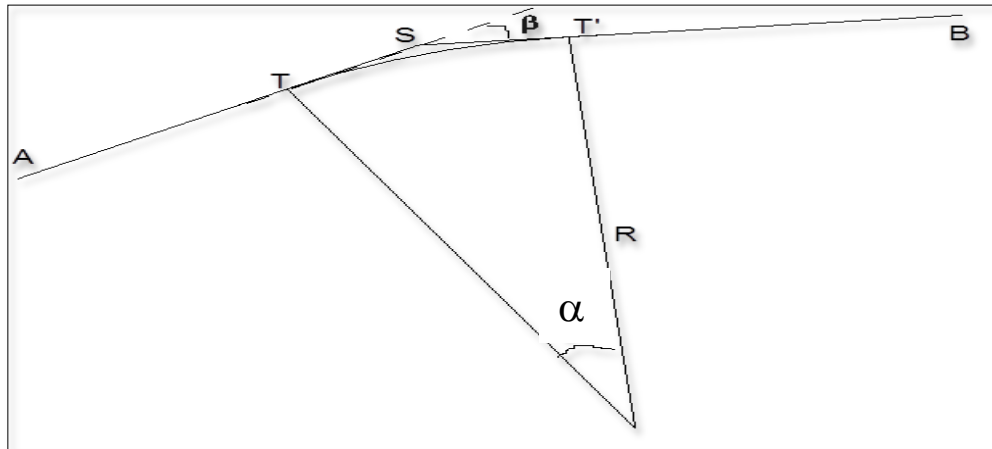


Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre.

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

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

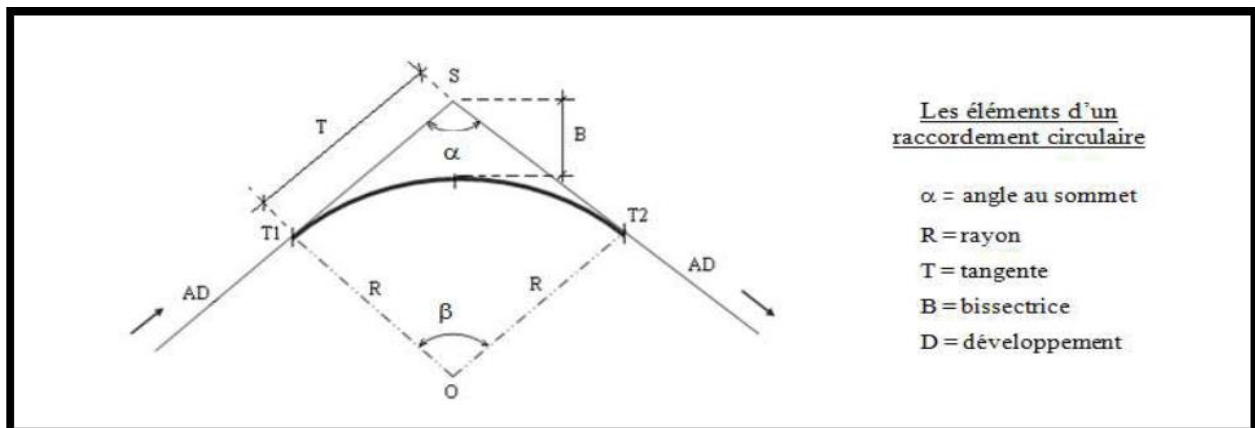


Figure II.3 : Les éléments d'un raccordement circulaire.

- angles de déviation au sommet α :

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 : « E »

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 devers 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

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

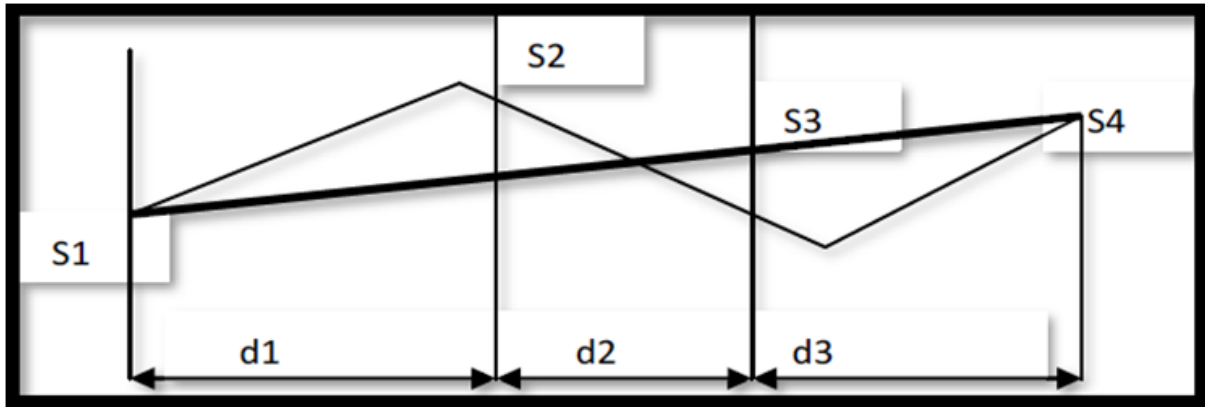


Figure II.4 : Schéma représentant la surface entre profil.

❖ Calcul des surfaces :

• En remblai :

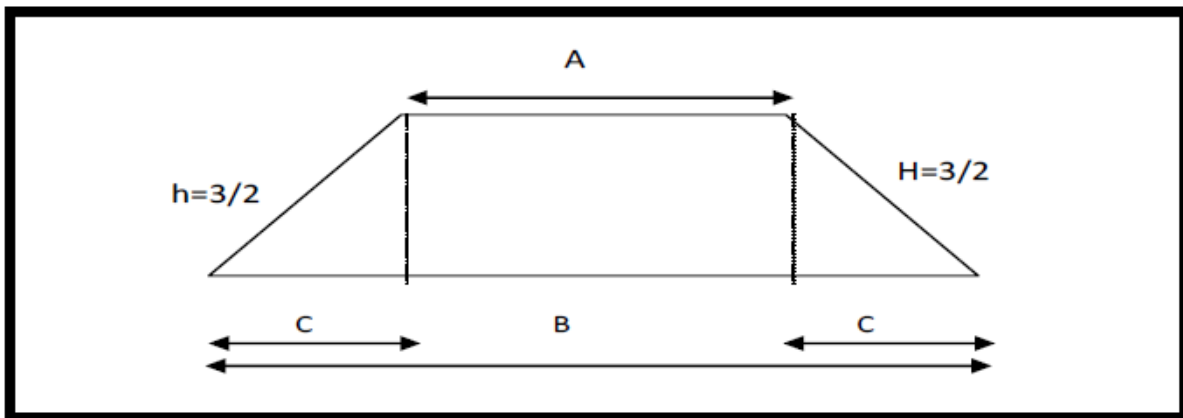


Figure II.5: Calcul de surfaces cas de remblai.

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 :

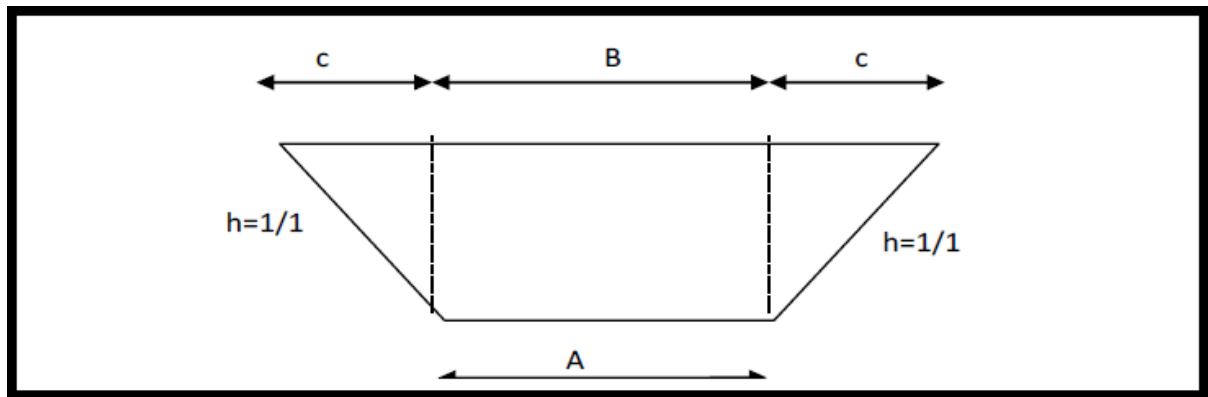


Figure II.6: Calcul de surfaces cas de déblai.

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 leCylindre 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.

Application au projet

(1er VARIANTE)

II-2-1-2-Coordonnées des points de sommet de la route existante :

Nom	X	Y
A	602488,7885	889751,7982
S1	602562,9075	889987,2616
S2	602524,5866	890578,5947
S3	602499,1371	890660,7690
S4	602472,9082	890684,9516
S5	602336,6778	890663,3198
S6	602295,8590	890669,6890
S7	602272,3101	890694,2361
S8	602247,9252	890760,1260
S9	602195,2716	890812,0401
S10	602125,4614	890836,3231
S11	602070,0400	890846,8950
S12	602040,3192	890916,3657
S13	601976,4221	890983,0785
S14	601773,7985	891049,9230
S15	601658,4543	891229,7494
S16	601401,6005	891365,2848
S17	601328,6343	891494,5218
S18	601161,6989	891592,6899
S19	600904,9531	891583,2698
S20	600842,9656	891650,2982
S21	600832,0177	891840,5464
S22	600774,2366	891976,1743
S23	600667,8033	892066,5007
S24	600579,1546	892222,3179
S25	600649,1303	892630,3963
S26	600779,4646	892831,0768
S27	600774,3251	893085,9205
S28	601132,6041	894040,3095
S29	601176,6240	894080,6678
S30	601296,5960	894099,3698
S31	601390,6667	894094,1942
B	601459,7634	894168,5606

Tableau II.1: Coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

II-2-1-3-Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre :

Points	dx	dy	gisement	Distance	Bit
A-S1	74,1190	235,4634	19,4144	246,854	/
S1-S2	-38,3209	591,3331	395,8802	592,573	23,534
S2-S3	-25,4495	82,1742	380,8801	86,025	15
S3-S4	-26,2289	24,1826	347,4172	35,676	33,463
S4-S5	-136,2303	-21,6317	289,9749	137,937	57,442
S5-S6	-40,8188	6,3692	309,8541	41,313	19,879
S6-S7	-23,5490	24,5471	351,3210	34,016	41,467
S7-S8	-24,3849	65,8898	377,4346	70,257	26,114

S8-S9	-52,6536	51,9142	349,5498	73,942	27,885
S9-S10	-69,8102	24,2830	321,3110	73,913	28,239
S10-S11	-55,4214	10,5719	311,9997	56,421	9,311
S11-S12	-29,7208	69,4706	374,2643	75,561	62,265
S12-S13	-63,8971	66,7128	351,3722	92,377	22,892
S13-S14	-202,6236	66,8445	320,2861	213,365	31,086
S14-S15	-115,3443	179,8264	363,6923	213,639	43,406
S15-S16	-256,8538	135,5354	330,9106	290,420	32,782
S16-S17	-72,9662	129,2370	367,2792	148,413	36,369
S17-S18	-166,9354	98,1681	333,8423	193,661	33,437
S18-S19	-256,7458	-9,4201	297,6653	256,919	36,177
S19-S20	-61,9875	67,0283	352,4861	91,298	54,821
S20-S21	-10,9479	190,2482	396,3406	190,563	43,854
S21-S22	-57,7811	135,6280	374,3608	147,423	21,98
S22-S23	-106,4333	90,3264	344,8002	139,595	29,561
S23-S24	-88,6487	155,8172	367,0703	179,270	22,27
S24-S25	69,9756	408,0784	10,8114	414,035	43,741
S25-S26	130,3343	200,6804	36,6691	239,290	25,858
S26-S27	-5,1395	254,8437	398,7163	254,896	37,953
S27-S28	358,2790	954,3890	22,8625	1019,423	24,146
S28-S29	44,0199	40,3583	52,7609	59,721	29,898
S29-S30	119,9720	18,7020	90,1552	121,421	37,394
S30-S31	94,0707	-5,1756	103,4990	94,213	13,344
B-S31	69,0967	74,3664	47,6626	101,512	55,836

Tableau II.2: Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre

II-2-1-4 -Détermination des rayons en plan et les éléments de raccordement circulaire :

Le tracé de la route existante est composé de onze (31) virages

La valeur du rayon est déterminée à partir du tracé existant et les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Angles au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développé (m)	Bissectrice (m)	La flèche (m)
β	R	tg	Dév	Biss	flèche
23,534	1250	233,712	462,08	1 271,661	21,292
15	500	59,179	117,810	503,490	3,466
33,463	75	20,177	39,423	77,667	2,575
57,442	25	12,112	22,558	27,779	2,501
19,879	250	39,355	78,065	253,072	3,041

41,467	5	1,688	3,257	5,277	0,263
26,114	125	26,003	51,274	127,676	6,571
27,885	175	38,950	76,652	179,282	4,180
28,239	125	28,186	55,447	128,139	3,062
9,311	500	36,633	73,131	501,340	1,337
62,265	25	13,303	24,451	28,319	2,930
22,892	300	54,527	107,876	304,915	4,836
31,086	125	31,140	61,038	128,820	3,707
43,406	450	159,642	306,821	477,478	25,897
32,782	200	52,663	102,987	206,817	6,593
36,369	475	139,490	271,357	495,058	19,245
33,437	25	6,720	13,131	25,888	0,857
36,177	500	146,022	284,134	520,884	20,049
54,821	150	68,894	129,169	165,065	13,690
43,854	50	17,936	34,443	53,120	2,937
21,98	700	122,056	241,681	710,562	10,405
29,561	75	17,732	34,825	78,023	2,012
22,27	500	88,357	174,909	507,747	7,629
43,741	225	80.48	154.59	238,962	13,148
25,858	750	154,445	304,629	765,737	15,414
37,953	225	62.12	134.13	235,379	9.922
24,146	750	143,962	284.46	763,692	13,446
29,898	225	53,827	105,670	231,349	6,175
37,394	10	3,024	5,874	10,447	0,428
13,344	700	73,632	146,723	703,862	3,841
55,836	25	11,725	21,927	27,613	2,366

Tableau II.3: Eléments de raccordement circulaire

II-2-1-5-La longueur des alignements droits et de courbes :

Alignement droit		Courbes	
AT ₁	13,142	Dev (R ₁)	462.08
T' ₁ T ₂	299,682	Dev (R ₂)	117,810
T' ₂ T ₃	6,669	Dev (R ₃)	39,423

T_3T_4	3,387	Dev (R_4)	22,558
T'_4T_5	98,582	Dev (R_5)	78,065
T'_5T_6	0,27	Dev (R_6)	3,257
T'_6T_7	6,325	Dev (R_7)	51,274
T'_7T_8	5,304	Dev (R_8)	76,652
T'_8T_9	45,756	Dev (R_9)	55,447
T'_9T_{10}	9,094	Dev (R_{10})	73,131
$T'_{10}T_{11}$	6,485	Dev (R_{11})	24,451
$T'_{11}T_{12}$	7,731	Dev (R_{12})	107,876
$T'_{12}T_{13}$	61,237	Dev (R_{13})	61,038
$T'_{13}T_{14}$	22,583	Dev (R_{14})	306,821
$T'_{14}T_{15}$	1,334	Dev (R_{15})	102,987
$T'_{15}T_{16}$	98,267	Dev (R_{16})	271,357
$T'_{16}T_{17}$	141,693	Dev (R_{17})	13,131
$T'_{17}T_{18}$	40,919	Dev (R_{18})	284,134
$T'_{18}T_{19}$	42,003	Dev (R_{19})	129,169
$T'_{19}T_{20}$	4,468	Dev (R_{20})	34,443
$T'_{20}T_{21}$	68,507	Dev (R_{21})	241,681
$T'_{21}T_{22}$	7,635	Dev (R_{22})	34,825
$T'_{22}T_{23}$	33,506	Dev (R_{23})	174,909
$T'_{23}T_{24}$	10,433	Dev (R_{24})	154,59
$T'_{24}T_{25}$	259,59	Dev (R_{25})	304,629
$T'_{25}T_{26}$	22,725	Dev (R_{26})	134,13
$T'_{26}T_{27}$	48,814	Dev (R_{27})	284,46
$T'_{27}T_{28}$	821,634	Dev (R_{28})	105,670
$T'_{28}T_{29}$	56,697	Dev (R_{29})	5,874
$T'_{29}T_{30}$	44,765	Dev (R_{30})	146,723
$T'_{30}T_{31}$	8,856	Dev (R_{31})	21,927
	89,787		2 889,262
Σ	2 387,88		

Tableau II.4: Longueurs des alignements droits et de courbes

La longueur totale des alignements droits : L_{AD}

$$L_{AD} = AT_1 + T'_1T_2 + T_2T_3 + T'_3T_4 + T_4T_5 + T'_4T_5 + T_5T_6 + T'_6T_7 + T_7T_8 + T'_8T_9 + T_9T_{10} + T'_{10}T_{11} + T_{11}B$$

$$L_{AD} = 2\,387,88 \text{ m}$$

- La longueur totale des arcs de cercles : L_c

$$L_c = Dev(R_1) + Dev(R_2) + Dev(R_3) + Dev(R_4) + Dev(R_5) + Dev(R_6) + Dev(R_7) + Dev(R_8) + Dev(R_9) + Dev(R_{10}) + Dev(R_{11})$$

$$L_c = 2\,889,262 \text{ m}$$

- La longueur totale de tracé : L_t

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

$$L_t = 5277,142 \text{ m}$$

- Pourcentage d'alignement droit :

$$\text{Pourcentage en alignement Droit} = L_{AD} / L_t$$

$$\% \text{ alignement Droit} = 45.24 \%$$

- Pourcentage courbe :

$$\text{Pourcentage Courbe} = L_c / L_t$$

$$\% \text{ Courbe} = 54.75\%$$

II-2-1-6-Environnement de la route :

6-1-Dénivelée cumulée moyenne :

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

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,0000	6,5699	602488,7885	889751,7982	643,2628	0,0000
P2	13,1397	12,5000	602492,7338	889764,3316	644,0956	0,8328
P3	25,0000	18,4301	602496,2412	889775,6614	644,8473	0,7517
P4	50,0000	25,0000	602503,2813	889799,6492	646,4319	1,5845
P5	75,0000	25,0000	602509,8403	889823,7730	648,0164	1,5845
P6	100,0000	25,0000	602515,9156	889848,0232	649,6009	1,5845
P7	125,0000	25,0000	602521,5046	889872,3900	651,1855	1,5845
P8	150,0000	25,0000	602526,6053	889896,8637	652,7700	1,5845
P9	175,0000	25,0000	602531,2155	889921,4346	654,3546	1,5845
P10	200,0000	25,0000	602535,3333	889946,0927	655,9391	1,5845
P11	225,0000	25,0000	602538,9573	889970,8282	657,5236	1,5845

P12	250,0000	25,0000	602542,0858	889995,6312	659,1082	1,5845
P13	275,0000	25,0000	602544,7176	890020,4919	660,6927	1,5845
P14	300,0000	25,0000	602546,8518	890045,4002	662,2772	1,5845
P15	325,0000	25,0000	602548,4874	890070,3462	663,8618	1,5845
P16	350,0000	25,0000	602549,6238	890095,3200	665,4463	1,5845
P17	375,0000	25,0000	602550,2605	890120,3115	667,0308	1,5845
P18	400,0000	25,0000	602550,3973	890145,3107	668,6154	1,5845
P19	425,0000	25,0000	602550,0341	890170,3076	670,1999	1,5845
P20	450,0000	25,0000	602549,1711	890195,2923	671,7844	1,5845
P21	475,0000	12,6160	602547,8086	890220,2547	673,3690	1,5845
P22	475,2320	12,5000	602547,7936	890220,4862	673,3837	0,0147
P23	500,0000	24,8840	602546,1919	890245,2024	674,9535	1,5698
P24	525,0000	25,0000	602544,5752	890270,1501	676,5380	1,5845
P25	550,0000	25,0000	602542,9584	890295,0977	678,1226	1,5845
P26	575,0000	25,0000	602541,3417	890320,0454	679,7071	1,5845
P27	600,0000	25,0000	602539,7250	890344,9931	681,2917	1,5845
P28	625,0000	25,0000	602538,1083	890369,9407	682,8762	1,5845
P29	650,0000	25,0000	602536,4916	890394,8884	684,4607	1,5845
P30	675,0000	25,0000	602534,8749	890419,8361	686,0453	1,5845
P31	700,0000	25,0000	602533,2582	890444,7838	687,6298	1,5845
P32	725,0000	25,0000	602531,6414	890469,7314	689,2143	1,5845
P33	750,0000	24,9563	602530,0247	890494,6791	690,7989	1,5845
P34	774,9126	12,5000	602528,4137	890519,5395	692,3779	1,5790
P35	775,0000	12,5437	602528,4080	890519,6268	692,3834	0,0055
P36	800,0000	25,0000	602526,1640	890544,5232	693,9679	1,5845
P37	825,0000	25,0000	602522,6786	890569,2764	695,5525	1,5845
P38	850,0000	25,0000	602517,9603	890593,8245	697,1370	1,5845
P39	875,0000	21,3613	602512,0211	890618,1061	698,7194	1,5824
P40	892,7227	12,1952	602507,0791	890635,1248	699,7375	1,0181
P41	899,3904	3,6387	602505,1065	890641,4941	700,0797	0,3422
P42	900,0000	12,8048	602504,9238	890642,0757	700,1098	0,0302
P43	925,0000	19,4065	602493,5404	890664,2038	701,1867	1,0768
P44	938,8131	8,5994	602484,3021	890674,4466	701,6473	0,4606
P45	942,1988	5,5935	602481,8129	890676,7416	701,7456	0,0983
P46	950,0000	11,2788	602475,3516	890681,0565	701,9504	0,2047
P47	964,7563	12,5000	602460,9461	890683,0521	702,2543	0,3039
P48	975,0000	17,6218	602450,8292	890681,4457	702,4013	0,1469
P49	1000,0000	25,0000	602426,1386	890677,5251	702,2256	-0,1756
P50	1025,0000	25,0000	602401,4479	890673,6045	700,6702	-1,5555
P51	1050,0000	13,1143	602376,7572	890669,6839	699,0433	-1,6269
P52	1051,2286	12,5000	602375,5438	890669,4913	698,9653	-0,0780
P53	1075,0000	24,3857	602351,9248	890666,8843	697,6562	-1,3091
P54	1100,0000	25,0000	602326,9372	890666,5747	696,6872	-0,9690
P55	1125,0000	14,6469	602302,0434	890668,7613	696,1355	-0,5517

P56	1129,2939	2,2826	602297,7954	890669,3869	696,0827	-0,0528
P57	1129,5651	1,7640	602297,5274	890669,4287	696,0797	-0,0029
P58	1132,8219	4,7910	602294,6901	890670,9075	696,0485	-0,0313
P59	1139,1472	8,5890	602290,3112	890675,4720	696,0079	-0,0405
P60	1150,0000	17,9264	602283,1472	890683,6198	696,0006	-0,0074
P61	1175,0000	20,2106	602269,5149	890704,5262	696,2823	0,2818
P62	1190,4212	10,3625	602263,2851	890718,6223	696,6640	0,3817
P63	1195,7249	4,7894	602261,4443	890723,5964	696,8320	0,1680
P64	1200,0000	14,6375	602259,9117	890727,5871	696,9811	0,1491
P65	1225,0000	25,0000	602249,0397	890750,0758	698,0973	1,1162
P66	1250,0000	23,6887	602235,0768	890770,7875	699,6320	1,5347
P67	1272,3773	12,5000	602220,1886	890787,4730	701,1912	1,5592
P68	1275,0000	3,4022	602218,3210	890789,3143	701,3663	0,1751
P69	1279,1817	12,5000	602215,3433	890792,2503	701,6397	0,2735
P70	1300,0000	22,9091	602199,3729	890805,5674	702,8964	1,2567
P71	1325,0000	17,3143	602177,6124	890817,7903	704,1754	1,2790
P72	1334,6285	9,3617	602168,6491	890821,3006	704,6010	0,4257
P73	1343,7235	7,6857	602160,0590	890824,2886	704,9690	0,3679
P74	1350,0000	15,6383	602154,1181	890826,3134	705,2035	0,2346
P75	1375,0000	25,0000	602130,2166	890833,6337	705,9812	0,7777
P76	1400,0000	20,9273	602105,9790	890839,7503	706,5086	0,5274
P77	1416,8547	11,6705	602089,4792	890843,1869	706,7230	0,2144
P78	1423,3410	4,0727	602083,1078	890844,4023	706,7752	0,0522
P79	1425,0000	12,2256	602081,4897	890844,7669	706,7859	0,0107
P80	1447,7923	12,5000	602064,8073	890859,1261	706,8542	0,0684
P81	1450,0000	3,8654	602063,9389	890861,1559	706,8590	0,0047
P82	1455,5231	12,5000	602061,7665	890866,2338	706,8708	0,0118
P83	1475,0000	22,2385	602053,5299	890883,8796	707,0265	0,1556
P84	1500,0000	25,0000	602041,3106	890905,6816	707,5966	0,5702
P85	1525,0000	25,0000	602027,3189	890926,3908	708,5841	0,9875
P86	1550,0000	19,1997	602011,6520	890945,8636	709,9897	1,4056
P87	1563,3995	10,0545	602002,6027	890955,7442	710,8920	0,9023
P88	1570,1090	5,8003	601997,9617	890960,5897	711,3481	0,4561
P89	1575,0000	14,9455	601994,5104	890964,0548	711,6806	0,3325
P90	1600,0000	25,0000	601974,9138	890979,5110	713,3799	1,6994
P91	1625,0000	15,5733	601952,6372	890990,7659	715,0852	1,7053
P92	1631,1466	12,5000	601946,8498	890992,8342	715,5130	0,4277
P93	1650,0000	11,2907	601928,9455	890998,7408	716,8546	1,3416
P94	1653,7280	12,5000	601925,4052	890999,9087	717,1251	0,2706
P95	1675,0000	23,1360	601905,3690	891007,0479	718,7026	1,5775
P96	1700,0000	25,0000	601882,2846	891016,6369	720,6295	1,9269
P97	1725,0000	25,0000	601859,7683	891027,4929	722,6352	2,0057
P98	1750,0000	25,0000	601837,8894	891039,5824	724,7198	2,0846
P99	1775,0000	25,0000	601816,7157	891052,8682	726,8834	2,1636

P100	1800,0000	25,0000	601796,3123	891067,3091	729,1260	2,2426
P101	1825,0000	25,0000	601776,7423	891082,8608	731,4477	2,3217
P102	1850,0000	25,0000	601758,0660	891099,4751	733,8486	2,4009
P103	1875,0000	25,0000	601740,3410	891117,1008	736,3288	2,4801
P104	1900,0000	25,0000	601723,6221	891135,6835	738,8883	2,5595
P105	1925,0000	25,0000	601707,9609	891155,1659	741,5271	2,6389
P106	1950,0000	17,7743	601693,4056	891175,4879	744,2295	2,7024
P107	1960,5485	5,9412	601687,6069	891184,2993	745,3684	1,1389
P108	1961,8824	7,2257	601686,8867	891185,4221	745,5094	0,1409
P109	1975,0000	19,0588	601679,4476	891196,2234	746,8312	1,3218
P110	2000,0000	25,0000	601663,3831	891215,3576	749,0286	2,1974
P111	2025,0000	25,0000	601645,0584	891232,3397	750,8053	1,7767
P112	2050,0000	19,9346	601624,7594	891246,9047	752,1629	1,3576
P113	2064,8693	12,5000	601611,8786	891254,3262	752,7720	0,6091
P114	2075,0000	17,5654	601602,9188	891259,0541	753,1024	0,3304
P115	2100,0000	25,0000	601580,8082	891270,7213	753,6248	0,5223
P116	2125,0000	25,0000	601558,6977	891282,3885	753,7303	0,1055
P117	2150,0000	19,0670	601536,5871	891294,0557	753,4535	-0,2767
P118	2163,1340	12,5000	601524,9711	891300,1852	753,2696	-0,1840
P119	2175,0000	18,4330	601514,5468	891305,8534	753,1034	-0,1662
P120	2200,0000	25,0000	601493,0660	891318,6375	752,7532	-0,3501
P121	2225,0000	25,0000	601472,2876	891332,5339	752,4031	-0,3501
P122	2250,0000	25,0000	601452,2689	891347,5041	752,0168	-0,3863
P123	2275,0000	25,0000	601433,0655	891363,5068	751,5847	-0,4321
P124	2300,0000	25,0000	601414,7306	891380,4976	750,9960	-0,5888
P125	2325,0000	25,0000	601397,3149	891398,4293	750,2284	-0,7675
P126	2350,0000	25,0000	601380,8666	891417,2525	749,2820	-0,9464
P127	2375,0000	25,0000	601365,4313	891436,9149	748,1566	-1,1255
P128	2400,0000	25,0000	601351,0519	891457,3620	746,8519	-1,3047
P129	2425,0000	17,2454	601337,7679	891478,5373	745,3678	-1,4841
P130	2434,4907	5,8449	601333,0196	891486,7546	744,7574	-0,6104
P131	2436,6898	7,6649	601331,9385	891488,6696	744,6123	-0,1451
P132	2449,8205	6,6551	601322,8412	891497,9285	743,7167	-0,8956
P133	2450,0000	12,5898	601322,6865	891498,0195	743,7041	-0,0126
P134	2475,0000	20,3714	601301,1365	891510,6922	741,8716	-1,8326
P135	2490,7428	12,5000	601287,5662	891518,6723	740,6936	-1,1780
P136	2500,0000	17,1286	601279,5435	891523,2908	740,0009	-0,6927
P137	2525,0000	25,0000	601257,4649	891535,0128	738,1303	-1,8706
P138	2550,0000	25,0000	601234,8281	891545,6168	736,2728	-1,8576
P139	2575,0000	25,0000	601211,6896	891555,0761	734,5225	-1,7502
P140	2600,0000	25,0000	601188,1072	891563,3671	732,8981	-1,6244
P141	2625,0000	25,0000	601164,1399	891570,4691	731,3995	-1,4987
P142	2650,0000	25,0000	601139,8476	891576,3644	730,0264	-1,3730
P143	2675,0000	25,0000	601115,2911	891581,0383	728,7789	-1,2475

P144	2700,0000	25,0000	601090,5316	891584,4790	727,6568	-1,1221
P145	2725,0000	25,0000	601065,6311	891586,6779	726,6600	-0,9968
P146	2750,0000	24,9384	601040,6518	891587,6295	725,7885	-0,8715
P147	2774,8768	12,5000	601015,7793	891587,3361	725,0456	-0,7429
P148	2775,0000	12,5616	601015,6562	891587,3316	725,0422	-0,0034
P149	2800,0000	20,9412	600990,6730	891586,4149	724,4210	-0,6212
P150	2816,8824	12,5000	600973,8019	891585,7959	724,0723	-0,3487
P151	2825,0000	16,5588	600965,6857	891585,7179	723,9250	-0,1474
P152	2850,0000	25,0000	600940,8413	891588,2301	723,5319	-0,3931
P153	2875,0000	25,0000	600916,7580	891594,8291	723,1245	-0,4074
P154	2900,0000	25,0000	600894,1031	891605,3320	722,5587	-0,5658
P155	2925,0000	23,0255	600873,5046	891619,4478	721,8142	-0,7445
P156	2946,0510	12,5000	600858,1759	891633,8509	721,0485	-0,7657
P157	2950,0000	2,2329	600855,4947	891636,7502	720,8908	-0,1578
P158	2950,5168	12,5000	600855,1438	891637,1296	720,8698	-0,0210
P159	2975,0000	17,2216	600843,4907	891658,3840	719,7883	-1,0815
P160	2984,9600	12,5000	600841,9351	891668,2051	719,2992	-0,4891
P161	3000,0000	20,0200	600841,0711	891683,2203	718,5067	-0,7925
P162	3025,0000	17,7656	600839,6348	891708,1790	717,0457	-1,4610
P163	3035,5312	12,5000	600839,0298	891718,6928	716,3765	-0,6692
P164	3050,0000	19,7344	600838,0493	891733,1281	715,4256	-0,9510
P165	3075,0000	25,0000	600835,6529	891758,0116	713,7808	-1,6447
P166	3100,0000	25,0000	600832,3695	891782,7937	712,1361	-1,6447
P167	3125,0000	25,0000	600828,2034	891807,4428	710,4914	-1,6447
P168	3150,0000	25,0000	600823,1597	891831,9274	708,8467	-1,6447
P169	3175,0000	25,0000	600817,2450	891856,2163	707,2019	-1,6447
P170	3200,0000	25,0000	600810,4668	891880,2785	705,5572	-1,6447
P171	3225,0000	25,0000	600802,8337	891904,0833	703,9125	-1,6447
P172	3250,0000	25,0000	600794,3555	891927,6004	702,2678	-1,6447
P173	3275,0000	13,6059	600785,0430	891950,7998	700,6230	-1,6447
P174	3277,2118	4,9237	600784,1794	891952,8359	700,4775	-0,1455
P175	3284,8475	11,3941	600781,1866	891959,8607	699,9752	-0,5023
P176	3300,0000	17,4126	600773,8846	891973,1084	698,9783	-0,9969
P177	3319,6727	12,5000	600760,7167	891987,6482	697,6841	-1,2942
P178	3325,0000	15,1636	600756,6550	891991,0953	697,3336	-0,3505
P179	3350,0000	14,0892	600737,5939	892007,2717	695,6889	-1,6447
P180	3353,1784	12,5000	600735,1706	892009,3283	695,4798	-0,2091
P181	3375,0000	23,4108	600718,8463	892023,8067	694,0441	-1,4356
P182	3400,0000	25,0000	600700,9415	892041,2506	692,3994	-1,6447
P183	3425,0000	25,0000	600683,9310	892059,5676	690,7547	-1,6447
P184	3450,0000	25,0000	600667,8572	892078,7119	689,1100	-1,6447
P185	3475,0000	25,0000	600652,7603	892098,6355	687,4652	-1,6447
P186	3500,0000	25,0000	600638,6781	892119,2889	685,8205	-1,6447
P187	3525,0000	14,0438	600625,6456	892140,6202	684,1758	-1,6447

P188	3528,0875	6,7556	600624,1106	892143,2991	683,9727	-0,2031
P189	3538,5112	10,9562	600618,9561	892152,3591	683,2869	-0,6858
P190	3550,0000	18,2444	600613,5322	892162,4856	682,5311	-0,7558
P191	3575,0000	25,0000	600603,5574	892185,3954	680,8864	-1,6447
P192	3600,0000	25,0000	600596,1844	892209,2700	679,2416	-1,6447
P193	3625,0000	25,0000	600591,5042	892233,8149	677,5969	-1,6447
P194	3650,0000	25,0000	600589,5744	892258,7274	675,9522	-1,6447
P195	3675,0000	21,5524	600590,4189	892283,7003	674,3075	-1,6447
P196	3693,1048	12,5000	600592,7579	892301,6485	673,1164	-1,1911
P197	3700,0000	15,9476	600593,9233	892308,4445	672,6627	-0,4536
P198	3725,0000	25,0000	600598,1485	892333,0848	671,0180	-1,6447
P199	3750,0000	25,0000	600602,3737	892357,7252	669,3733	-1,6447
P200	3775,0000	25,0000	600606,5990	892382,3655	667,7286	-1,6447
P201	3800,0000	25,0000	600610,8242	892407,0059	666,0838	-1,6447
P202	3825,0000	25,0000	600615,0494	892431,6463	664,4391	-1,6447
P203	3850,0000	23,6035	600619,2746	892456,2866	662,7944	-1,6447
P204	3872,2070	12,5000	600623,0278	892478,1742	661,3334	-1,4610
P205	3875,0000	13,8965	600623,5050	892480,9261	661,1497	-0,1837
P206	3900,0000	25,0000	600628,2315	892505,4741	659,5049	-1,6447
P207	3925,0000	25,0000	600633,7735	892529,8509	657,8602	-1,6447
P208	3950,0000	25,0000	600640,1249	892554,0294	656,2155	-1,6447
P209	3975,0000	25,0000	600647,2785	892577,9829	654,5710	-1,6445
P210	4000,0000	25,0000	600655,2265	892601,6846	652,9422	-1,6288
P211	4025,0000	25,0000	600663,9599	892625,1083	651,3385	-1,6037
P212	4050,0000	25,0000	600673,4692	892648,2279	649,7600	-1,5785
P213	4075,0000	25,0000	600683,7436	892671,0177	648,2067	-1,5534
P214	4100,0000	25,0000	600694,7719	892693,4525	646,6785	-1,5282
P215	4125,0000	25,0000	600706,5418	892715,5073	645,1754	-1,5031
P216	4150,0000	25,0000	600719,0401	892737,1576	643,6975	-1,4779
P217	4175,0000	13,4182	600732,2530	892758,3793	642,2446	-1,4528
P218	4176,8365	8,7774	600733,2514	892759,9206	642,1389	-0,1057
P219	4192,5547	11,5818	600741,8127	892773,1028	641,2395	-0,8994
P220	4200,0000	16,2226	600745,7639	892779,4127	640,8170	-0,4226
P221	4225,0000	25,0000	600757,4650	892801,4907	639,4144	-1,4026
P222	4250,0000	25,0000	600766,6460	892824,7301	638,0369	-1,3774
P223	4275,0000	25,0000	600773,1934	892848,8441	636,6846	-1,3523
P224	4300,0000	25,0000	600777,0267	892873,5355	635,3574	-1,3272
P225	4325,0000	13,3455	600778,0985	892898,4996	634,0553	-1,3021
P226	4326,6911	12,5000	600778,0708	892900,1905	633,9681	-0,0872
P227	4350,0000	20,9025	600777,6008	892923,4947	632,7782	-1,1899
P228	4368,4961	12,5000	600777,2278	892941,9870	631,8496	-0,9286
P229	4375,0000	15,7519	600777,1249	892948,4901	631,5263	-0,3233
P230	4400,0000	25,0000	600777,2542	892973,4886	630,2995	-1,2268
P231	4425,0000	25,0000	600778,2166	892998,4689	629,0977	-1,2017

P232	4450,0000	25,0000	600780,0110	893023,4033	627,9210	-1,1767
P233	4475,0000	25,0000	600782,6354	893048,2640	626,7695	-1,1516
P234	4500,0000	25,0000	600786,0869	893073,0234	625,6430	-1,1265
P235	4525,0000	25,0000	600790,3616	893097,6540	624,5415	-1,1014
P236	4550,0000	25,0000	600795,4548	893122,1286	623,4652	-1,0764
P237	4575,0000	25,0000	600801,3608	893146,4197	622,4139	-1,0513
P238	4600,0000	25,0000	600808,0731	893170,5006	621,3876	-1,0262
P239	4625,0000	25,0000	600815,5842	893194,3443	620,3865	-1,0012
P240	4650,0000	13,9808	600823,8858	893217,9245	619,4104	-0,9761
P241	4652,9615	12,5000	600824,9212	893220,6992	619,2964	-0,1140
P242	4675,0000	23,5192	600832,6667	893241,3317	618,4593	-0,8371
P243	4700,0000	25,0000	600841,4530	893264,7368	617,5333	-0,9260
P244	4725,0000	25,0000	600850,2393	893288,1420	616,6324	-0,9009
P245	4750,0000	25,0000	600859,0257	893311,5471	615,7565	-0,8759
P246	4775,0000	25,0000	600867,8120	893334,9523	614,9056	-0,8509
P247	4800,0000	25,0000	600876,5983	893358,3574	614,0798	-0,8258
P248	4825,0000	25,0000	600885,3846	893381,7625	613,2790	-0,8008
P249	4850,0000	25,0000	600894,1710	893405,1677	612,5033	-0,7757
P250	4875,0000	25,0000	600902,9573	893428,5728	611,7526	-0,7507
P251	4900,0000	25,0000	600911,7436	893451,9780	611,0269	-0,7257
P252	4925,0000	25,0000	600920,5299	893475,3831	610,3263	-0,7006
P253	4950,0000	25,0000	600929,3162	893498,7882	609,6507	-0,6756
P254	4975,0000	25,0000	600938,1026	893522,1934	609,0001	-0,6506
P255	5000,0000	25,0000	600946,8889	893545,5985	608,3745	-0,6256
P256	5025,0000	25,0000	600955,6752	893569,0037	607,7718	-0,6027
P257	5050,0000	25,0000	600964,4615	893592,4088	607,1551	-0,6167
P258	5075,0000	25,0000	600973,2479	893615,8139	606,4889	-0,6662
P259	5100,0000	25,0000	600982,0342	893639,2191	605,7727	-0,7163
P260	5125,0000	25,0000	600990,8205	893662,6242	605,0064	-0,7663
P261	5150,0000	25,0000	600999,6068	893686,0293	604,1900	-0,8164
P262	5175,0000	25,0000	601008,3932	893709,4345	603,3235	-0,8665
P263	5200,0000	25,0000	601017,1795	893732,8396	602,4069	-0,9166
P264	5225,0000	25,0000	601025,9658	893756,2448	601,4408	-0,9661
P265	5250,0000	25,0000	601034,7521	893779,6499	600,5064	-0,9344
P266	5275,0000	25,0000	601043,5384	893803,0550	599,8553	-0,6511
P267	5300,0000	25,0000	601052,3248	893826,4602	599,5168	-0,3384
P268	5325,0000	25,0000	601061,1111	893849,8653	599,4909	-0,0259
P269	5350,0000	25,0000	601069,8974	893873,2705	599,7775	0,2866
P270	5375,0000	25,0000	601078,6837	893896,6756	600,3768	0,5993
P271	5400,0000	25,0000	601087,4701	893920,0807	601,2062	0,8294
P272	5425,0000	25,0000	601096,2564	893943,4859	601,7335	0,5273
P273	5450,0000	24,7967	601105,0427	893966,8910	601,8440	0,1105
P274	5474,5934	12,5000	601113,6861	893989,9155	601,5491	-0,2949
P275	5475,0000	12,7033	601113,8294	893990,2960	601,5416	-0,0074

P276	5500,0000	25,0000	601123,9379	894013,1472	601,0836	-0,4581
P277	5525,0000	25,0000	601136,5179	894034,7366	600,6255	-0,4581
P278	5550,0000	25,0000	601151,4142	894054,7979	600,1674	-0,4581
P279	5575,0000	15,1316	601168,4430	894073,0838	599,7093	-0,4581
P280	5580,2632	4,0657	601172,2806	894076,6856	599,6129	-0,0964
P281	5583,1314	4,3711	601174,3947	894078,6239	599,5603	-0,0526
P282	5589,0053	8,4343	601179,6123	894081,1336	599,4527	-0,1076
P283	5600,0000	17,9974	601190,4758	894082,8271	599,2513	-0,2015
P284	5625,0000	16,8853	601215,1775	894086,6778	598,7932	-0,4581
P285	5633,7706	12,5000	601223,8434	894088,0286	598,6325	-0,1607
P286	5650,0000	20,6147	601239,9067	894090,3423	598,3351	-0,2974
P287	5675,0000	25,0000	601264,7443	894093,1760	597,8770	-0,4581
P288	5700,0000	25,0000	601289,6671	894095,1211	597,4189	-0,4581
P289	5725,0000	25,0000	601314,6436	894096,1750	596,9609	-0,4581
P290	5750,0000	25,0000	601339,6417	894096,3364	596,5028	-0,4581
P291	5775,0000	15,2468	601364,6297	894095,6051	596,0447	-0,4581
P292	5780,4936	7,1752	601370,1161	894095,3248	595,9440	-0,1007
P293	5789,3503	9,7532	601378,9595	894094,8383	595,7818	-0,1623
P294	5800,0000	10,9635	601389,3971	894096,5016	595,5866	-0,1951
P295	5811,2773	12,5000	601398,6476	894102,7837	595,3800	-0,2066
P296	5825,0000	19,3614	601407,9883	894112,8368	595,1286	-0,2514
P297	5850,0000	25,0000	601425,0051	894131,1514	594,6705	-0,4581
P298	5875,0000	25,0000	601442,0220	894149,4661	594,2124	-0,4581
P299	5900,0000	13,0323	601459,0388	894167,7807	593,7543	-0,4581
P300	5901,0645	0,5323	601459,7634	894168,5606	593,7348	-0,0195
L Total	5901,0645				DH Total	-49,5280

Tableau 16: Dénivelée cumulée moyenne

$D_c \text{ moy} = 0,84\% \leq 1,5\%$ d'après les valeurs du tableau N°02, Page13

Donc : **Le terrain est plat**

6-2-Calcul de la sinuosité :

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

Avec :

- **L_s** : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m, $\Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$
- **L** : la longueur total de la route

Rayon (m) R	Développé (m) Dév
1250	462,092
500	117,810
75	39,423
25	22,558
250	78,065
5	3,257
125	51,274
175	76,652
125	55,447
500	73,131
25	24,451
300	107,876
125	61,038
450	306,821
200	102,987
475	271,357
25	13,131
500	284,134
150	129,169
50	34,443
700	241,681
75	34,825
500	174,909
225	154,594
750	304,629
225	134,136
750	284,465
225	105,670
10	5,874
700	146,723
25	21,927

$$L_s = 676.45 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{L_s}{LT} = \frac{676.45}{5901,06} = 0,114 \quad 0.10 < \sigma \leq 0.30$$

Donc : **Sinuosité moyenne** (d'après le tableau N°03, Page14)

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents (selon le tableau N°01, Page13)

Dans notre cas nous avons :

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

Environnement : E2

II-2-1-7- Vitesse de référence :

Elle est déterminée en fonction de la catégorie de la route et l'environnement
(Voir tableau N°04, page14)

Vitesse Vr = 80 km/h

II-2-1-8- Calcul des rayons en plan normés :**8-1-Dévers dmax et dmin :**

Pour une catégorie 3 les valeurs du dévers maximal et minimal sont comme suit :

- dmax = 8%
- dmin = -3% (voir tableau N°05,page16)

8-2-Coefficient transversal ft :

- ft = 0.15

8-3-Coefficients F'' en fonction de la catégorie :

- F'' = 0.07

8-4-Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :

RHM	RHN	RHD	RHND
219.10m	342.34 m	839.89 m	1259.84 m

Tableau II-7 : Récapitulatif des rayons en plan

8-5-Rayons en plan tirés a partir du B40 :

RHM	RHN	RHD	RHND
250m	450m	1000m	1400m

Tableau II-8 : Les rayons en plan selon B40

II-2-1-9- Cubatures :

Tableau II.9: Cubatures approchées de la 'variante 01'.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,000	6,570	17,590	1,085	18,675	122,691	122,691	0,000	2,363	2,363	15,524	15,524
P2	13,140	12,500	15,420	0,914	16,334	204,175	326,866	0,056	2,123	2,179	27,242	42,766
P3	25,000	18,430	16,297	1,564	17,861	329,172	656,038	0,000	1,464	1,464	26,974	69,740
P4	50,000	25,000	20,426	4,189	24,615	615,377	1271,415	0,000	0,454	0,454	11,340	81,080
P5	75,000	25,000	26,604	10,893	37,497	937,426	2208,842	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P6	100,000	25,000	36,500	17,350	53,851	1346,266	3555,108	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080

P7	125,000	25,000	44,995	28,657	73,652	1841,297	5396,405	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P8	150,000	25,000	46,213	38,041	84,254	2106,355	7502,760	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P9	175,000	25,000	53,877	42,493	96,369	2409,226	9911,985	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P10	200,000	25,000	62,851	46,879	109,729	2743,231	12655,217	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P11	225,000	25,000	72,960	57,048	130,008	3250,200	15905,416	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P12	250,000	25,000	83,606	70,404	154,010	3850,238	19755,655	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P13	275,000	25,000	86,786	69,946	156,732	3918,303		0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P14	300,000	25,000	88,375	67,503	155,878	3896,947	3896,947	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P15	325,000	25,000	84,428	74,094	158,522	3963,054	7860,001	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P16	350,000	25,000	71,870	60,513	132,383	3309,568	11169,569	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P17	375,000	25,000	61,614	50,130	111,744	2793,602	13963,171	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P18	400,000	25,000	60,998	41,290	102,288	2557,207	16520,378	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P19	425,000	25,000	49,464	27,122	76,586	1914,649	18435,028	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P20	450,000	25,000	42,950	20,811	63,761	1594,032	20029,059	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P21	475,000	12,616	28,845	17,993	46,838	590,906	20619,966	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P22	475,232	12,500	28,773	17,976	46,750	584,370	21204,336	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P23	500,000	24,884	37,677	15,205	52,882	1315,914	22520,250	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P24	525,000	25,000	30,485	10,155	40,640	1016,002	23536,251	0,000	0,000	0,000	0,000	81,080
P25	550,000	25,000	35,351	5,838	41,189	1029,715	24565,967	0,000	0,264	0,264	6,599	87,680
P26	575,000	25,000	33,047	4,355	37,403	935,070	25501,037	0,000	2,178	2,178	54,446	142,126
P27	600,000	25,000	42,295	2,553	44,848	1121,206	26622,243	0,000	4,230	4,230	105,748	247,874
P28	625,000	25,000	48,232	3,140	51,372	1284,300	27906,543	0,000	6,249	6,249	156,221	404,096
P29	650,000	25,000	19,461	0,003	19,464	486,602	28393,145	0,308	9,997	10,305	257,615	661,710
P30	675,000	25,000	29,845	8,832	38,677	966,917	29360,061	0,000	2,388	2,388	59,700	721,410
P31	700,000	25,000	19,631	5,833	25,464	636,595	29996,656	0,000	0,000	0,000	0,000	721,410
P32	725,000	25,000	22,537	2,129	24,666	616,645	30613,300	0,000	1,047	1,047	26,166	747,576
P33	750,000	24,956	11,116	0,011	11,128	277,708	30891,008	0,430	14,523	14,953	373,166	1120,743
P34	774,913	12,500	0,245	0,000	0,245	3,066	30894,074	4,486	32,821	37,307	466,340	1587,083
P35	775,000	12,544	0,222	0,000	0,222	2,779	30896,854	4,564	32,743	37,308	467,975	2055,058
P36	800,000	25,000	16,440	0,042	16,482	412,047	31308,901	0,229	14,371	14,601	365,021	2420,079
P37	825,000	25,000	20,120	0,761	20,881	522,024	31830,925	0,000	5,826	5,826	145,644	2565,723
P38	850,000	25,000	12,569	0,000	12,569	314,233	32145,158	0,968	5,951	6,919	172,971	2738,694
P39	875,000	21,361	18,058	0,000	18,058	385,740	32530,898	0,408	6,156	6,564	140,216	2878,910
P40	892,723	12,195	20,791	0,000	20,792	253,560	32784,458	0,245	13,481	13,727	167,399	3046,309
P41	899,390	3,639	17,717	0,000	17,717	64,465	32848,923	0,281	14,243	14,524	52,849	3099,159
P42	900,000	12,805	17,221	0,000	17,221	220,514	33069,437	0,278	14,017	14,295	183,041	3282,200
P43	925,000	19,407	35,463	10,200	45,663	886,165	33955,602	0,000	1,195	1,195	23,187	3305,387
P44	938,813	8,599	43,086	17,547	60,633	521,408	34477,011	0,000	0,000	0,000	0,000	3305,387
P45	942,199	5,593	39,054	19,743	58,797	328,880	34805,891	0,000	0,000	0,000	0,000	3305,387
P46	950,000	11,279	36,355	20,828	57,183	644,959	35450,849	0,000	0,000	0,000	0,000	3305,387
P47	964,756	12,500	43,537	24,227	67,764	847,049	36297,899	0,000	0,000	0,000	0,000	3305,387
P48	975,000	17,622	48,951	25,823	74,774	1317,660	37615,559	0,000	0,000	0,000	0,000	3305,387
P49	1000,000	25,000	17,509	6,430	23,939	598,477	38214,036	0,000	0,366	0,366	9,153	3314,540
P50	1025,000	25,000	18,381	1,899	20,280	507,004	38721,040	0,000	6,010	6,010	150,243	3464,782

P51	1050,000	13,114	18,434	0,076	18,509	242,735	38963,775	0,043	12,564	12,607	165,333	3630,116
P52	1051,229	12,500	16,632	0,000	16,632	207,901	39171,676	0,326	15,700	16,027	200,335	3830,451
P53	1075,000	24,386	14,988	5,499	20,487	499,580	39671,256	0,000	0,147	0,147	3,580	3834,031
P54	1100,000	25,000	7,673	0,000	7,673	191,814	39863,069	0,719	13,843	14,562	364,056	4198,087
P55	1125,000	14,647	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	13,711	29,071	42,782	626,618	4824,705
P56	1129,294	2,283	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	16,298	27,606	43,904	100,214	4924,919
P57	1129,565	1,764	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	16,389	27,482	43,872	77,391	5002,310
P58	1132,822	4,791	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	18,981	26,421	45,402	217,524	5219,834
P59	1139,147	8,589	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	23,530	37,566	61,096	524,752	5744,585
P60	1150,000	17,926	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	21,463	44,791	66,254	1187,702	6932,287
P61	1175,000	20,211	0,000	0,000	0,000	0,000	39863,069	9,003	23,200	32,204	650,854	7583,141
P62	1190,421	10,362	3,011	0,000	3,011	31,206	39894,275	3,981	12,489	16,470	170,675	7753,816
P63	1195,725	4,789	7,009	0,000	7,009	33,567	39927,843	2,365	11,077	13,442	64,381	7818,197
P64	1200,000	14,638	9,153	0,000	9,153	133,972	40061,815	1,096	9,334	10,430	152,675	7970,872
P65	1225,000	25,000	19,641	0,029	19,670	491,759	40553,574	1,088	3,741	4,829	120,719	8091,591
P66	1250,000	23,689	15,656	0,000	15,656	370,865	40924,439	0,995	14,966	15,961	378,099	8469,690
P67	1272,377	12,500	10,848	1,038	11,886	148,573	41073,012	0,220	2,370	2,590	32,370	8502,059
P68	1275,000	3,402	10,815	1,363	12,178	41,432	41114,444	0,185	2,103	2,288	7,785	8509,844
P69	1279,182	12,500	11,153	1,920	13,073	163,408	41277,852	0,205	1,787	1,992	24,896	8534,740
P70	1300,000	22,909	17,048	4,895	21,943	502,685	41780,538	0,073	0,390	0,463	10,611	8545,351
P71	1325,000	17,314	26,962	11,408	38,370	664,352	42444,889	0,000	0,000	0,000	0,000	8545,351
P72	1334,629	9,362	35,563	15,205	50,768	475,272	42920,161	0,000	0,000	0,000	0,000	8545,351
P73	1343,723	7,686	45,111	21,755	66,866	513,916	43434,078	0,000	0,000	0,000	0,000	8545,351
P74	1350,000	15,638	35,812	13,947	49,760	778,157	44212,235	0,000	0,000	0,000	0,000	8545,351
P75	1375,000	25,000	20,642	5,743	26,385	659,617	44871,852	0,273	0,246	0,519	12,976	8558,326
P76	1400,000	20,927	7,287	0,000	7,287	152,502	45024,354	0,810	10,487	11,298	236,431	8794,757
P77	1416,855	11,671	6,616	0,000	6,616	77,209	45101,563	2,226	21,888	24,115	281,429	9076,186
P78	1423,341	4,073	4,416	0,000	4,416	17,985	45119,548	2,587	21,298	23,885	97,276	9173,462
P79	1425,000	12,226	2,996	0,000	2,996	36,634	45156,182	2,662	21,990	24,652	301,385	9474,847
P80	1447,792	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	45156,182	16,527	51,635	68,162	852,020	10326,866
P81	1450,000	3,865	0,000	0,000	0,000	0,000	45156,182	18,125	57,818	75,944	293,551	10620,418
P82	1455,523	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	45156,182	21,241	70,737	91,978	1149,723	11770,140
P83	1475,000	22,238	0,000	0,000	0,000	0,000	45156,182	17,630	56,323	73,953	1644,607	13414,747
P84	1500,000	25,000	5,449	0,085	5,534	138,353	45294,534	5,082	5,158	10,240	255,989	13670,736
P85	1525,000	25,000	51,307	27,483	78,790	1969,751	47264,285	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P86	1550,000	19,200	66,471	21,463	87,934	1688,308	48952,593	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P87	1563,399	10,055	50,858	17,897	68,755	691,295	49643,888	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P88	1570,109	5,800	46,421	22,177	68,598	397,889	50041,777	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P89	1575,000	14,945	51,814	23,742	75,556	1129,226	51171,003	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P90	1600,000	25,000	42,781	29,687	72,467	1811,680	52982,684	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P91	1625,000	15,573	65,853	41,610	107,463	1673,551	54656,234	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P92	1631,147	12,500	56,470	37,536	94,006	1175,070	55831,304	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P93	1650,000	11,291	61,802	36,995	98,797	1115,484	56946,788	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P94	1653,728	12,500	62,668	36,295	98,962	1237,026	58183,815	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736

P95	1675,000	23,136	79,137	43,958	123,096	2847,940	61031,755	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P96	1700,000	25,000	60,831	32,042	92,873	2321,822	63353,577	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P97	1725,000	25,000	40,633	15,323	55,956	1398,903	64752,480	0,000	0,000	0,000	0,000	13670,736
P98	1750,000	25,000	21,135	0,037	21,172	529,294	65281,774	0,203	4,318	4,521	113,028	13783,764
P99	1775,000	25,000	8,447	0,368	8,815	220,378	65502,152	4,010	2,393	6,403	160,077	13943,841
P100	1800,000	25,000	9,763	3,566	13,328	333,207	65835,360	0,494	0,490	0,984	24,600	13968,441
P101	1825,000	25,000	12,249	6,465	18,714	467,861	66303,221	0,043	0,099	0,142	3,540	13971,981
P102	1850,000	25,000	15,524	9,226	24,750	618,756	66921,977	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P103	1875,000	25,000	22,352	11,143	33,494	837,357	67759,334	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P104	1900,000	25,000	25,287	13,257	38,544	963,608	68722,942	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P105	1925,000	25,000	32,522	20,861	53,383	1334,585	70057,527	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P106	1950,000	17,774	36,895	27,519	64,414	1144,915	71202,442	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P107	1960,549	5,941	34,983	26,239	61,222	363,730	71566,172	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P108	1961,882	7,226	35,060	25,851	60,910	440,122	72006,294	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P109	1975,000	19,059	34,391	26,714	61,106	1164,606	73170,900	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P110	2000,000	25,000	37,923	31,633	69,556	1738,898	74909,798	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P111	2025,000	25,000	37,014	33,770	70,784	1769,601	76679,398	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P112	2050,000	19,935	38,798	33,890	72,688	1449,009	78128,407	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P113	2064,869	12,500	37,550	34,642	72,192	902,401	79030,808	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P114	2075,000	17,565	36,397	31,694	68,090	1196,033	80226,841	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P115	2100,000	25,000	28,239	28,838	57,077	1426,926	81653,767	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P116	2125,000	25,000	21,004	23,549	44,553	1113,830	82767,597	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P117	2150,000	19,067	11,353	14,607	25,960	494,972	83262,569	0,000	0,000	0,000	0,000	13971,981
P118	2163,134	12,500	6,210	11,265	17,475	218,438	83481,007	0,004	0,000	0,004	0,049	13972,030
P119	2175,000	18,433	2,993	9,461	12,454	229,571	83710,578	0,024	0,002	0,026	0,483	13972,513
P120	2200,000	25,000	0,636	7,999	8,635	215,887	83926,465	0,900	0,277	1,177	29,433	14001,946
P121	2225,000	25,000	3,043	10,279	13,323	333,063	84259,528	0,331	0,093	0,424	10,594	14012,540
P122	2250,000	25,000	8,481	15,715	24,196	604,898	84864,426	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P123	2275,000	25,000	15,244	21,834	37,079	926,963	85791,388	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P124	2300,000	25,000	19,999	27,417	47,416	1185,390	86976,779	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P125	2325,000	25,000	18,907	29,751	48,658	1216,441	88193,219	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P126	2350,000	25,000	17,219	29,376	46,595	1164,879	89358,098	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P127	2375,000	25,000	14,361	29,417	43,778	1094,461	90452,560	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P128	2400,000	25,000	13,552	29,806	43,358	1083,938	91536,497	0,000	0,000	0,000	0,000	14012,540
P129	2425,000	17,245	3,700	25,668	29,367	506,447	92042,944	1,156	0,000	1,156	19,938	14032,478
P130	2434,491	5,845	2,784	22,226	25,010	146,183	92189,127	1,208	0,000	1,208	7,060	14039,538
P131	2436,690	7,665	2,763	22,353	25,116	192,511	92381,638	1,155	0,000	1,155	8,854	14048,392
P132	2449,820	6,655	0,000	16,962	16,962	112,883	92494,521	0,252	0,000	0,252	1,675	14050,067
P133	2450,000	12,590	3,933	16,985	20,919	263,360	92757,881	0,268	0,000	0,268	3,377	14053,444
P134	2475,000	20,371	0,240	12,698	12,938	263,565	93021,445	4,346	0,256	4,602	93,747	14147,191
P135	2490,743	12,500	0,076	13,671	13,747	171,839	93193,284	6,846	0,237	7,083	88,536	14235,727
P136	2500,000	17,129	0,003	13,734	13,737	235,300	93428,584	8,699	0,408	9,107	155,995	14391,723
P137	2525,000	25,000	1,828	23,106	24,934	623,338	94051,922	1,253	0,000	1,253	31,336	14423,059
P138	2550,000	25,000	9,586	29,142	38,729	968,213	95020,134	0,000	0,000	0,000	0,000	14423,059

P139	2575,000	25,000	14,747	31,681	46,428	1160,699	96180,834	0,000	0,000	0,000	0,000	14423,059
P140	2600,000	25,000	6,567	27,040	33,606	840,153	97020,987	0,079	0,000	0,079	1,977	14425,036
P141	2625,000	25,000	0,528	14,365	14,893	372,330	97393,317	3,107	0,115	3,222	80,560	14505,596
P142	2650,000	25,000	0,000	5,743	5,743	143,569	97536,886	11,705	1,564	13,269	331,736	14837,332
P143	2675,000	25,000	0,000	1,580	1,580	39,498	97576,384	21,271	4,941	26,213	655,321	15492,653
P144	2700,000	25,000	0,000	5,615	5,615	140,370	97716,753	23,333	3,013	26,346	658,640	16151,294
P145	2725,000	25,000	0,000	5,342	5,342	133,544	97850,297	22,205	1,067	23,273	581,818	16733,112
P146	2750,000	24,938	0,003	12,591	12,594	314,076	98164,374	12,625	0,385	13,010	324,456	17057,567
P147	2774,877	12,500	0,379	15,737	16,116	201,444	98365,818	7,814	0,386	8,200	102,499	17160,066
P148	2775,000	12,562	0,381	15,796	16,177	203,205	98569,023	7,830	0,385	8,214	103,186	17263,252
P149	2800,000	20,941	0,826	18,538	19,364	405,505	98974,528	4,952	0,132	5,084	106,469	17369,721
P150	2816,882	12,500	0,069	17,909	17,977	224,718	99199,246	6,236	0,285	6,520	81,506	17451,227
P151	2825,000	16,559	0,141	17,588	17,729	293,567	99492,813	5,813	0,180	5,992	99,228	17550,455
P152	2850,000	25,000	3,152	19,476	22,628	565,692	100058,505	0,622	0,028	0,650	16,244	17566,699
P153	2875,000	25,000	15,672	33,749	49,421	1235,519	101294,024	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P154	2900,000	25,000	18,196	35,954	54,150	1353,738	102647,762	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P155	2925,000	23,026	19,040	37,101	56,141	1292,664	103940,426	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P156	2946,051	12,500	11,163	29,157	40,320	504,003	104444,429	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P157	2950,000	2,233	11,704	29,696	41,400	92,442	104536,871	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P158	2950,517	12,500	11,455	29,736	41,191	514,885	105051,756	0,000	0,000	0,000	0,000	17566,699
P159	2975,000	17,222	1,282	25,959	27,241	469,140	105520,896	2,582	0,004	2,586	44,532	17611,231
P160	2984,960	12,500	2,919	29,780	32,699	408,740	105929,636	3,289	0,000	3,289	41,106	17652,337
P161	3000,000	20,020	9,488	30,592	40,080	802,404	106732,040	0,989	0,000	0,989	19,799	17672,136
P162	3025,000	17,766	7,992	39,656	47,648	846,500	107578,540	1,287	0,000	1,287	22,857	17694,992
P163	3035,531	12,500	13,814	38,126	51,940	649,249	108227,789	0,368	0,000	0,368	4,595	17699,588
P164	3050,000	19,734	10,041	45,740	55,780	1100,793	109328,582	0,728	0,000	0,728	14,369	17713,957
P165	3075,000	25,000	6,888	40,315	47,203	1180,075	110508,657	1,315	0,000	1,315	32,865	17746,821
P166	3100,000	25,000	6,248	40,166	46,414	1160,347	111669,004	2,871	0,000	2,871	71,787	17818,609
P167	3125,000	25,000	5,656	34,500	40,156	1003,900	112672,905	1,392	0,000	1,392	34,803	17853,412
P168	3150,000	25,000	4,658	34,735	39,393	984,825	113657,729	1,263	0,000	1,263	31,565	17884,976
P169	3175,000	25,000	5,611	29,401	35,012	875,296	114533,025	1,333	0,000	1,333	33,335	17918,311
P170	3200,000	25,000	2,270	22,582	24,852	621,288	115154,314	1,874	0,000	1,874	46,843	17965,154
P171	3225,000	25,000	4,537	25,274	29,811	745,265	115899,578	0,570	0,000	0,570	14,239	17979,393
P172	3250,000	25,000	6,512	33,491	40,004	1000,094	116899,672	0,551	0,000	0,551	13,776	17993,170
P173	3275,000	13,606	32,846	43,825	76,671	1043,172	117942,844	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P174	3277,212	4,924	34,675	44,600	79,274	390,326	118333,170	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P175	3284,847	11,394	39,131	46,609	85,741	976,938	119310,109	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P176	3300,000	17,413	42,033	46,698	88,732	1545,052	120855,161	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P177	3319,673	12,500	45,781	43,414	89,195	1114,935	121970,096	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P178	3325,000	15,164	45,544	43,005	88,550	1342,733	123312,829	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P179	3350,000	14,089	45,877	38,106	83,983	1183,251	124496,080	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P180	3353,178	12,500	45,965	38,602	84,567	1057,092	125553,172	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P181	3375,000	23,411	43,606	35,851	79,457	1860,143	127413,315	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P182	3400,000	25,000	37,008	26,561	63,569	1589,216	129002,532	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170

P183	3425,000	25,000	28,574	19,606	48,180	1204,502	130207,033	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P184	3450,000	25,000	24,143	17,850	41,993	1049,827	131256,860	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P185	3475,000	25,000	20,559	18,598	39,157	978,934	132235,794	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P186	3500,000	25,000	20,447	19,343	39,790	994,748	133230,542	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P187	3525,000	14,044	21,096	20,305	41,400	581,414	133811,956	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P188	3528,088	6,756	21,338	20,507	41,845	282,687	134094,643	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P189	3538,511	10,956	21,317	21,885	43,202	473,333	134567,977	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P190	3550,000	18,244	22,267	24,255	46,522	848,761	135416,738	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P191	3575,000	25,000	30,481	30,203	60,684	1517,108	136933,846	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P192	3600,000	25,000	39,398	38,636	78,033	1950,837	138884,683	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P193	3625,000	25,000	49,621	48,871	98,493	2462,320	141347,003	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P194	3650,000	25,000	57,589	52,065	109,654	2741,359	144088,362	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P195	3675,000	21,552	63,410	55,924	119,334	2571,934	146660,295	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P196	3693,105	12,500	65,853	56,415	122,268	1528,353	148188,649	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P197	3700,000	15,948	66,865	55,438	122,303	1950,437	150139,085	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P198	3725,000	25,000	67,619	56,153	123,772	3094,294	153233,379	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P199	3750,000	25,000	66,794	52,894	119,687	2992,187	156225,566	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P200	3775,000	25,000	63,455	52,518	115,973	2899,326	159124,893	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P201	3800,000	25,000	64,617	52,458	117,074	2926,861	162051,754	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P202	3825,000	25,000	68,002	55,748	123,750	3093,739	165145,493	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P203	3850,000	23,603	71,706	60,739	132,445	3126,159	168271,652	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P204	3872,207	12,500	78,647	65,237	143,884	1798,549	170070,201	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P205	3875,000	13,897	79,132	65,783	144,915	2013,811	172084,011	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P206	3900,000	25,000	80,908	69,560	150,468	3761,699	175845,710	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P207	3925,000	25,000	86,210	73,317	159,527	3988,171	179833,881	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P208	3950,000	25,000	88,667	77,949	166,616	4165,411	183999,292	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P209	3975,000	25,000	91,215	81,214	172,428	4310,705	188309,996	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P210	4000,000	25,000	92,374	83,047	175,421	4385,523	192695,519	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P211	4025,000	25,000	91,270	83,332	174,602	4365,046	197060,565	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P212	4050,000	25,000	90,139	77,306	167,444	4186,112	201246,677	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P213	4075,000	25,000	86,885	80,184	167,070	4176,738	205423,414	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P214	4100,000	25,000	82,839	77,850	160,688	4017,208	209440,623	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P215	4125,000	25,000	75,976	72,312	148,289	3707,214	213147,837	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P216	4150,000	25,000	68,986	68,185	137,171	3429,267	216577,104	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P217	4175,000	13,418	61,592	60,630	122,222	1640,006	218217,110	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P218	4176,836	8,777	61,029	60,172	121,201	1063,825	219280,934	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P219	4192,555	11,582	56,239	56,061	112,299	1300,623	220581,557	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P220	4200,000	16,223	54,067	53,966	108,033	1752,587	222334,144	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P221	4225,000	25,000	46,925	46,805	93,730	2343,245	224677,389	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P222	4250,000	25,000	37,164	34,329	71,493	1787,331	226464,720	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P223	4275,000	25,000	28,605	26,700	55,305	1382,615	227847,336	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P224	4300,000	25,000	23,809	22,554	46,363	1159,080	229006,416	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P225	4325,000	13,346	17,052	16,309	33,360	445,213	229451,629	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170
P226	4326,691	12,500	16,420	16,297	32,716	408,952	229860,581	0,000	0,000	0,000	0,000	17993,170

P227	4350,000	20,903	3,266	2,946	6,212	129,843	229990,424	0,498	0,487	0,984	20,575	18013,745
P228	4368,496	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	4,979	6,157	11,136	139,202	18152,947
P229	4375,000	15,752	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	7,393	9,397	16,790	264,475	18417,422
P230	4400,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	13,412	22,673	36,085	902,128	19319,550
P231	4425,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	21,383	29,333	50,716	1267,905	20587,454
P232	4450,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	27,957	37,501	65,458	1636,452	22223,906
P233	4475,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	36,514	47,159	83,673	2091,836	24315,742
P234	4500,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	39,550	45,816	85,365	2134,126	26449,868
P235	4525,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	39,405	36,127	75,531	1888,281	28338,150
P236	4550,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	32,294	29,459	61,753	1543,822	29881,972
P237	4575,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	30,577	28,246	58,823	1470,579	31352,551
P238	4600,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	28,623	21,187	49,810	1245,251	32597,803
P239	4625,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	23,002	15,341	38,343	958,569	33556,371
P240	4650,000	13,981	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	19,096	12,537	31,633	442,259	33998,631
P241	4652,962	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	18,967	11,908	30,874	385,929	34384,560
P242	4675,000	23,519	0,000	0,000	0,000	0,000	229990,424	13,054	5,818	18,873	443,876	34828,436
P243	4700,000	25,000	0,000	3,655	3,655	91,373	230081,797	8,547	0,911	9,458	236,457	35064,893
P244	4725,000	25,000	0,551	7,965	8,516	212,900	230294,697	1,116	0,368	1,484	37,111	35102,005
P245	4750,000	25,000	7,068	15,561	22,628	565,712	230860,409	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P246	4775,000	25,000	12,382	19,822	32,204	805,103	231665,512	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P247	4800,000	25,000	15,853	21,659	37,512	937,790	232603,302	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P248	4825,000	25,000	19,008	21,322	40,330	1008,261	233611,563	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P249	4850,000	25,000	17,029	21,340	38,369	959,222	234570,785	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P250	4875,000	25,000	11,269	15,964	27,232	680,807	235251,592	0,000	0,000	0,000		35102,005
P251	4900,000	25,000	9,567	12,733	22,300	557,507	235809,099	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P252	4925,000	25,000	7,812	11,993	19,805	495,119	236304,218	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P253	4950,000	25,000	6,277	10,508	16,785	419,616	236723,834	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P254	4975,000	25,000	8,891	13,350	22,241	556,035	237279,869	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P255	5000,000	25,000	10,675	12,724	23,398	584,959	237864,828	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P256	5025,000	25,000	11,478	15,264	26,742	668,555	238533,383	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P257	5050,000	25,000	15,721	23,605	39,326	983,149	239516,533	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P258	5075,000	25,000	12,782	23,660	36,442	911,058	240427,591	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P259	5100,000	25,000	9,342	21,953	31,295	782,375	241209,966	0,000	0,000	0,000	0,000	35102,005
P260	5125,000	25,000	5,622	18,644	24,267	606,670	241816,636	0,206	0,000	0,206	5,159	35107,164
P261	5150,000	25,000	0,004	11,907	11,911	297,767	242114,403	3,565	0,330	3,894	97,362	35204,526
P262	5175,000	25,000	0,000	7,576	7,576	189,400	242303,803	6,179	0,685	6,864	171,601	35376,127
P263	5200,000	25,000	0,000	4,004	4,004	100,104	242403,907	10,489	1,302	11,791	294,764	35670,890
P264	5225,000	25,000	0,000	2,416	2,416	60,409	242464,315	8,828	1,805	10,633	265,824	35936,715
P265	5250,000	25,000	0,000	1,638	1,638	40,947	242505,262	5,076	1,611	6,687	167,174	36103,889
P266	5275,000	25,000	0,000	0,961	0,961	24,024	242529,286	4,615	1,747	6,362	159,059	36262,947
P267	5300,000	25,000	0,174	0,000	0,174	4,360	242533,646	3,293	4,501	7,795	194,866	36457,814
P268	5325,000	25,000	159,351	62,652	222,004	5550,096	248083,742	0,000	7,101	7,101	177,520	36635,334
P269	5350,000	25,000	7,565	0,510	8,075	201,869	248285,611	0,438	1,483	1,921	48,030	36683,364
P270	5375,000	25,000	17,029	5,986	23,016	575,390	248861,001	0,000	0,000	0,000	0,000	36683,364

P271	5400,000	25,000	17,742	6,108	23,850	596,249	249457,251	0,000	0,000	0,000	0,000	36683,364
P272	5425,000	25,000	15,450	5,118	20,568	514,196	249971,447	0,000	0,000	0,000	0,008	36683,371
P273	5450,000	24,797	13,192	1,591	14,783	366,580	250338,027	0,003	0,810	0,813	20,157	36703,528
P274	5474,593	12,500	15,371	2,010	17,381	217,263	250555,289	0,000	0,715	0,715	8,936	36712,464
P275	5475,000	12,703	15,622	2,104	17,726	225,177	250780,466	0,000	0,694	0,694	8,820	36721,284
P276	5500,000	25,000	15,539	0,943	16,481	412,036	251192,501	0,078	1,749	1,827	45,681	36766,966
P277	5525,000	25,000	12,133	0,107	12,240	306,003	251498,505	0,114	7,690	7,804	195,102	36962,067
P278	5550,000	25,000	16,374	0,652	17,026	425,660	251924,165	0,028	2,852	2,880	72,009	37034,077
P279	5575,000	15,132	27,060	9,998	37,058	560,742	252484,906	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P280	5580,263	4,066	29,637	12,036	41,673	169,431	252654,337	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P281	5583,131	4,371	30,754	13,301	44,055	192,567	252846,905	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P282	5589,005	8,434	29,791	14,037	43,828	369,655	253216,559	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P283	5600,000	17,997	28,850	14,770	43,619	785,035	254001,594	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P284	5625,000	16,885	35,552	16,771	52,323	883,495	254885,089	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P285	5633,771	12,500	38,587	18,762	57,349	716,864	255601,952	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P286	5650,000	20,615	42,060	23,626	65,686	1354,092	256956,044	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P287	5675,000	25,000	44,825	23,994	68,818	1720,461	258676,506	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P288	5700,000	25,000	42,103	18,330	60,433	1510,818	260187,324	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P289	5725,000	25,000	36,487	15,366	51,853	1296,326	261483,650	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P290	5750,000	25,000	37,847	18,586	56,433	1410,828	262894,478	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P291	5775,000	15,247	35,935	18,337	54,272	827,476	263721,954	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P292	5780,494	7,175	34,580	18,011	52,592	377,353	264099,307	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P293	5789,350	9,753	31,428	18,471	49,899	486,676	264585,983	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P294	5800,000	10,963	32,348	25,202	57,550	630,951	265216,935	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P295	5811,277	12,500	33,570	23,326	56,896	711,206	265928,140	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P296	5825,000	19,361	33,579	25,574	59,153	1145,274	267073,414	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P297	5850,000	25,000	31,609	24,762	56,371	1409,268	268482,681	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P298	5875,000	25,000	22,555	15,517	38,072	951,799	269434,480	0,000	0,000	0,000	0,000	37034,077
P299	5900,000	13,032	13,217	3,937	17,154	223,560	269658,040	0,000	0,004	0,004	0,046	37034,123
P300	5901,065	0,532	12,732	3,328	16,060	8,548	269666,588	0,000	0,043	0,043	0,023	37034,146

- **Volume de déblai total : 269 666,588 m³.**
- **Volume de remblai total : 37 034,146m³.**
- **Excès de déblai : 232632,442m³.**

Application au projet

(2^{ème} VARIANTE)

II-2-2-1- Coordonnées des points de sommet de la route existante :

Nom	X	Y
A	602471,202	889751,286
S1	602575,647	890054,701
S2	602504,686	890692,570
S3	602285,522	890653,718
S4	602180,081	890840,495
S5	602064,917	890835,109
S6	601963,102	891010,682
S7	601733,066	891055,375
S8	601647,252	891244,330
S9	601372,283	891396,847
S10	601294,563	891531,064
S11	601083,793	891608,086
S12	600875,947	891583,976
S13	600794,683	891968,305
S14	600574,247	892228,331
S15	600653,429	892673,237
S16	600777,816	892857,681
S17	600762,514	893109,085
S18	601158,707	894103,434
B	601480,712	894170,082

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

II-2-2-2- Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre :

Points	dx	dy	gisement	Distance	Bit
A-S1	104,445	303,415	21,0925	320,889	/
S1-S2	-70,960	637,869	392,9623	641,804	28,13
S2-S3	-219,164	-38,852	288,8305	222,581	104,132
S3-S4	-105,442	186,777	367,3078	214,484	78,477
S4-S5	-115,164	-5,386	297,0247	115,290	70,283
S5-S6	-101,815	175,574	366,5880	202,959	69,563
S6-S7	-230,035	44,693	312,2166	234,337	54,371
S7-S8	-85,814	188,955	372,8688	207,528	60,652
S8-S9	-274,969	152,517	332,2529	314,436	40,616
S9-S10	-77,720	134,217	366,5880	155,095	34,335
S10-S11	-210,770	77,022	322,3080	224,403	44,28
S11-S12	-207,845	-24,110	292,6475	209,239	29,661
S12-S13	-81,264	384,329	386,7615	392,826	94,114
S13-S14	-220,436	260,026	355,2616	340,890	31,5
S14-S15	79,182	444,905	11,1527	451,897	55,891
S15-S16	124,387	184,445	37,7555	222,468	26,603
S16-S17	-15,303	251,404	396,1849	251,869	41,571
S17-S18	396,193	994,349	24,1140	1070,373	27,929
B-S18	322,005	66,647	87,0057	328,830	62,892

Tableau 13: Valeurs de gisements, de distances et d'angles au centre

II-2-2-3- Détermination des rayons en plan et les éléments de raccordement circulaire :

Le tracé de la route existante est composé de onze (18) virages

La valeur du rayon est déterminée à partir du tracé existant et les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Angles au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développé (m)	Bissectrice (m)	La flèche (m)
β	R	tg	Dév	Biss	flèche
28,13	1000,000	224,599	441,86	1 024,912	24,3064748
104,132	100,000	106,711	163,57	146,244	31,6209002
78,477	100,000	70,844	123,27	122,551	18,401473
70,283	125,000	76,984	138,00	146,804	18,5659256
69,563	50,000	30,405	54,63	58,519	7,27878138
54,371	250,000	113,760	213,52	274,665	22,4507313
60,652	175,000	90,299	166,73	196,923	19,4827396
40,616	250,000	82,569	159,50	263,283	12,6124122
34,335	400,000	110,563	215,73	414,997	14,4569136
44,28	75,000	27,188	52,17	79,776	4,48998219
29,661	500,000	118,628	232,95	513,880	13,5050828
94,114	50,000	45,578	73,92	67,656	13,0485893
31,5	1000,000	252,575	494,80	1 031,404	30,4477069
55,891	125,000	58,689	109,74	138,092	11,8515143
26,603	750,000	159,019	313,41	766,674	16,3101967
41,571	125,000	42,327	81,624	131,972	6,60326259
27,929	750,000	167,212	329,03	768,411	17,9725913
62,892	450,000	242,314	444,56	511,093	53,7904039

Tableau II.12: Eléments de raccordement circulaire

II-2-1-4- La longueur des alignements droits et de courbes :

Alignement droit		Courbes	
AT ₁	96,29	Dev (R ₁)	441,86
T' ₁ T ₂	310,494	Dev (R ₂)	163,57
T' ₂ T ₃	151,737	Dev (R ₃)	123,27
T ₃ T ₄	66,656	Dev (R ₄)	138,00
T' ₄ T ₅	84,885	Dev (R ₅)	54,63
T' ₅ T ₆	58,794	Dev (R ₆)	213,52
T' ₆ T ₇	144,038	Dev (R ₇)	166,73
T' ₇ T ₈	34,66	Dev (R ₈)	159,50
T' ₈ T ₉	203,873	Dev (R ₉)	215,73
T' ₉ T ₁₀	17,344	Dev (R ₁₀)	52,17
T' ₂ T ₃	105,775	Dev (R ₃)	232,95
T' ₂ T ₃	45,033	Dev (R ₃)	73,92
T ₃ T ₄	140,251	Dev (R ₄)	494,80
T' ₄ T ₅	29,626	Dev (R ₅)	109,74
T' ₅ T ₆	292,878	Dev (R ₆)	313,41
T' ₆ T ₇	21,122	Dev (R ₇)	81,624
T' ₇ T ₈	84,657	Dev (R ₈)	329,03
T' ₈ B	660,847	Dev (R ₉)	444,56
	328,83		2846,76 m
Σ	2877,79m		

Tableau II.13: Longueurs des alignements droits et de courbes**4-1-La longueur totale des alignements droits : L_{AD}**

$$L_{AD} = AT_1 + T'_1T_2 + T'_2T_3 + T_3T_4 + T'_4T_5 + T_4T_5 + T'_5T_6 + T'_6T_7 + T'_7T_8 + T'_8T_9 + T'_9T_{10} + T'_{10}T_{11} + T'_{11}B$$

$$L_{AD} = 2877,79m$$

4-2-La longueur totale des arcs de cercles : L_c

$$L_c = Dev(R_1) + Dev(R_2) + Dev(R_3) + Dev(R_4) + Dev(R_5) + Dev(R_6) + Dev(R_7) + Dev(R_8) + Dev(R_9) + Dev(R_{10}) + Dev(R_{11})$$

$$L_c = 2846,76 m$$

4-3-La longueur totale de tracé : L_t

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

$$L_t = 5724,55 m$$

4-4-Pourcentage d'alignement droit :

$$\text{Pourcentage en alignement Droit} = L_{AD} / L_t$$

$$\% \text{ alignement Droit} = \mathbf{50.27 \%}$$

4-5-Pourcentage courbe :

$$\text{Pourcentage Courbe} = L_c / L_t$$

$$\% \text{ Courbe} = \mathbf{49.72\%}$$

II-2-2-5- Environnement de la route :**5-1-Dénivelée cumulée moyenne :**

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

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,00	12,50	602471,202	889751,286	645,315506	0,0000
P2	25,00	25,00	602479,339	889774,925	646,859306	1,5438
P3	50,00	25,00	602487,476	889798,563	648,403107	1,5438
P4	75,00	23,03	602495,613	889822,202	649,946907	1,5438
P5	96,05	12,50	602502,466	889842,108	651,24694	1,3000
P6	100,00	14,47	602503,743	889845,843	651,490707	0,2438
P7	125,00	25,00	602511,49	889869,612	653,034507	1,5438
P8	150,00	25,00	602518,641	889893,567	654,578308	1,5438
P9	175,00	25,00	602525,19	889917,693	656,122108	1,5438
P10	200,00	25,00	602531,134	889941,975	657,665908	1,5438
P11	225,00	25,00	602536,47	889966,398	659,209709	1,5438
P12	250,00	25,00	602541,193	889990,948	660,753509	1,5438
P13	275,00	25,00	602545,301	890015,607	662,297309	1,5438
P14	300,00	25,00	602548,792	890040,362	663,841109	1,5438
P15	325,00	25,00	602551,662	890065,196	665,38491	1,5438
P16	350,00	25,00	602553,911	890090,094	666,92871	1,5438
P17	375,00	25,00	602555,537	890115,04	668,47251	1,5438
P18	400,00	25,00	602556,539	890140,019	670,01631	1,5438
P19	425,00	25,00	602556,916	890165,016	671,560111	1,5438
P20	450,00	25,00	602556,668	890190,014	673,103911	1,5438
P21	475,00	25,00	602555,795	890214,998	674,647711	1,5438
P22	500,00	25,00	602554,298	890239,952	676,191512	1,5438
P23	525,00	19,18	602552,177	890264,862	677,733946	1,5424
P24	538,37	12,50	602550,788	890278,159	678,551505	0,8176
P25	550,00	18,32	602549,502	890289,718	679,256888	0,7054
P26	575,00	25,00	602546,738	890314,565	680,754693	1,4978
P27	600,00	25,00	602543,974	890339,411	682,227366	1,4727
P28	625,00	25,00	602541,21	890364,258	683,67491	1,4475
P29	650,00	25,00	602538,446	890389,105	685,097331	1,4224

P30	675,00	25,00	602535,682	890413,952	686,494633	1,3973
P31	700,00	25,00	602532,917	890438,798	687,866819	1,3722
P32	725,00	25,00	602530,153	890463,645	689,213895	1,3471
P33	750,00	25,00	602527,389	890488,492	690,535863	1,3220
P34	775,00	25,00	602524,625	890513,338	691,832729	1,2969
P35	800,00	25,00	602521,861	890538,185	693,104495	1,2718
P36	825,00	24,33	602519,097	890563,032	694,351166	1,2467
P37	848,65	12,50	602516,482	890586,54	695,515862	1,1647
P38	850,00	13,17	602516,324	890587,878	695,582189	0,0663
P39	875,00	25,00	602510,173	890612,042	696,812991	1,2308
P40	900,00	25,00	602498,234	890633,933	698,011743	1,1988
P41	925,00	25,00	602481,251	890652,19	698,91204	0,9003
P42	950,00	25,00	602460,279	890665,678	699,454729	0,5427
P43	975,00	25,00	602436,622	890673,558	699,640144	0,1854
P44	1000,00	18,60	602411,751	890675,34	699,468397	-0,1717
P45	1012,20	12,50	602399,64	890673,948	699,254924	-0,2135
P46	1025,00	18,90	602387,035	890671,714	698,939384	-0,3155
P47	1050,00	16,14	602362,418	890667,35	698,052781	-0,8866
P48	1057,28	12,50	602355,247	890666,079	697,727163	-0,3256
P49	1075,00	21,36	602337,62	890664,544	696,808043	-0,9191
P50	1100,00	25,00	602312,885	890667,695	695,4175	-1,3905
P51	1125,00	25,00	602289,699	890676,868	694,80246	-0,6150
P52	1150,00	25,00	602269,503	890691,492	695,080623	0,2782
P53	1175,00	15,26	602253,552	890710,658	696,253056	1,1724
P54	1180,51	12,50	602250,711	890715,383	696,632052	0,3790
P55	1200,00	22,24	602241,131	890732,351	698,030053	1,3980
P56	1225,00	23,62	602228,841	890754,122	699,823657	1,7936
P57	1247,24	12,50	602217,909	890773,487	701,292543	1,4689
P58	1250,00	13,88	602216,524	890775,877	701,457599	0,1651
P59	1275,00	25,00	602201,699	890795,955	702,777391	1,3198
P60	1300,00	25,00	602183,18	890812,688	703,783656	1,0063
P61	1325,00	25,00	602161,706	890825,407	704,476867	0,6932
P62	1350,00	25,00	602138,134	890833,608	704,857349	0,3805
P63	1375,00	17,59	602113,402	890836,961	704,925282	0,0679
P64	1385,19	9,07	602103,217	890836,9	704,86334	-0,0619
P65	1393,15	7,41	602095,265	890836,528	704,778821	-0,0845
P66	1400,00	15,93	602088,42	890836,677	704,680697	-0,0981
P67	1425,00	23,87	602065,099	890844,935	704,123479	-0,5572
P68	1447,75	12,50	602049,676	890861,391	703,735904	-0,3876
P69	1450,00	13,63	602048,547	890863,338	703,761386	0,0255
P70	1475,00	25,00	602036,005	890884,964	704,897729	1,1363
P71	1500,00	15,84	602023,464	890906,591	707,058474	2,1607
P72	1506,67	12,50	602020,118	890912,361	707,640717	0,5822
P73	1525,00	21,66	602010,35	890927,867	709,240773	1,6001
P74	1550,00	25,00	601995,25	890947,778	711,423071	2,1823
P75	1575,00	25,00	601978,237	890966,083	713,60537	2,1823
P76	1600,00	25,00	601959,483	890982,598	715,787668	2,1823
P77	1625,00	25,00	601939,173	890997,157	717,969967	2,1823
P78	1650,00	25,00	601917,511	891009,617	720,152266	2,1823
P79	1675,00	25,00	601894,713	891019,851	722,334564	2,1823
P80	1700,00	22,51	601871,008	891027,759	724,516863	2,1823

P81	1720,02	12,50	601851,531	891032,359	726,264261	1,7474
P82	1725,00	14,99	601846,64	891033,309	726,699161	0,4349
P83	1750,00	12,71	601822,099	891038,077	728,88146	2,1823
P84	1750,41	12,50	601821,694	891038,156	728,917454	0,0360
P85	1775,00	24,79	601797,966	891044,523	731,063758	2,1463
P86	1800,00	25,00	601774,997	891054,338	733,204063	2,1403
P87	1825,00	25,00	601753,659	891067,323	735,220227	2,0162
P88	1850,00	25,00	601734,386	891083,214	737,110244	1,8900
P89	1875,00	25,00	601717,573	891101,687	738,874258	1,7640
P90	1900,00	21,06	601703,561	891122,366	740,512401	1,6381
P91	1917,12	12,50	601695,733	891137,58	741,561497	1,0491
P92	1925,00	16,44	601692,473	891144,758	742,024799	0,4633
P93	1950,00	13,39	601682,136	891167,52	743,411565	1,3868
P94	1951,78	12,50	601681,4	891169,14	743,505487	0,0939
P95	1975,00	24,11	601670,831	891189,807	744,672804	1,1673
P96	2000,00	25,00	601657,363	891210,856	745,808611	1,1358
P97	2025,00	25,00	601641,86	891230,457	746,819071	1,0105
P98	2050,00	25,00	601624,479	891248,411	747,704261	0,8852
P99	2075,00	25,00	601605,392	891264,541	748,464248	0,7600
P100	2100,00	18,15	601584,79	891278,684	749,099087	0,6348
P101	2111,30	12,50	601575,037	891284,386	749,344943	0,2459
P102	2125,00	19,35	601563,055	891291,032	749,608828	0,2639
P103	2150,00	25,00	601541,193	891303,158	749,993507	0,3847
P104	2175,00	25,00	601519,331	891315,284	750,253155	0,2596
P105	2200,00	25,00	601497,469	891327,411	750,387791	0,1346
P106	2225,00	16,28	601475,606	891339,537	750,397424	0,0096
P107	2232,56	12,50	601468,996	891343,203	750,375725	-0,0217
P108	2250,00	21,22	601453,934	891351,993	750,282055	-0,0937
P109	2275,00	25,00	601433,043	891365,718	750,041676	-0,2404
P110	2300,00	25,00	601413,05	891380,721	749,676269	-0,3654
P111	2325,00	25,00	601394,034	891396,943	749,194957	-0,4813
P112	2350,00	25,00	601376,067	891414,322	748,599869	-0,5951
P113	2375,00	25,00	601359,222	891432,789	747,757361	-0,8425
P114	2400,00	25,00	601343,563	891452,272	746,664286	-1,0931
P115	2425,00	24,18	601329,151	891472,694	745,320312	-1,3440
P116	2448,36	12,50	601316,863	891492,554	743,83762	-1,4827
P117	2450,00	8,66	601316,04	891493,976	743,725669	-0,1120
P118	2465,67	12,50	601308,188	891507,536	742,658147	-1,0675
P119	2475,00	17,17	601303,022	891515,299	742,02245	-0,6357
P120	2500,00	21,42	601284,897	891532,349	740,319231	-1,7032
P121	2517,84	12,50	601269,026	891540,396	739,10407	-1,2152
P122	2525,00	16,08	601262,298	891542,855	738,616011	-0,4881
P123	2550,00	25,00	601238,816	891551,436	736,913533	-1,7025
P124	2575,00	23,22	601215,335	891560,017	735,286876	-1,6267
P125	2596,44	12,50	601195,2	891567,375	733,992166	-1,2947
P126	2600,00	14,28	601191,849	891568,586	733,785953	-0,2062
P127	2625,00	25,00	601168,107	891576,407	732,410653	-1,3753
P128	2650,00	25,00	601144,004	891583,032	731,16087	-1,2498
P129	2675,00	25,00	601119,599	891588,444	730,036511	-1,1244
P130	2700,00	25,00	601094,955	891592,629	729,037492	-0,9990
P131	2725,00	25,00	601070,132	891595,578	728,163736	-0,8738

P132	2750,00	25,00	601045,193	891597,282	727,415178	-0,7486
P133	2775,00	25,00	601020,199	891597,738	726,791763	-0,6234
P134	2800,00	25,00	600995,215	891596,944	726,293442	-0,4983
P135	2825,00	14,68	600970,301	891594,902	725,913514	-0,3799
P136	2829,36	12,50	600965,97	891594,419	725,852236	-0,0613
P137	2850,00	22,53	600945,465	891592,04	725,561944	-0,2903
P138	2874,43	12,50	600921,202	891589,226	725,214064	-0,3479
P139	2875,00	12,79	600920,631	891589,163	725,205186	-0,0089
P140	2900,00	25,00	600896,154	891592,762	724,755069	-0,4501
P141	2925,00	24,16	600876,399	891607,656	724,179873	-0,5752
P142	2948,32	12,50	600866,523	891628,549	723,530521	-0,6494
P143	2950,00	13,34	600866,175	891630,192	723,479553	-0,0510
P144	2975,00	25,00	600861,003	891654,652	722,654059	-0,8255
P145	3000,00	25,00	600855,832	891679,111	721,703326	-0,9507
P146	3025,00	21,51	600850,66	891703,57	720,627285	-1,0760
P147	3043,01	12,50	600846,934	891721,191	719,774396	-0,8529
P148	3050,00	15,99	600845,464	891728,024	719,425853	-0,3485
P149	3075,00	25,00	600839,817	891752,377	718,098942	-1,3269
P150	3100,00	25,00	600833,563	891776,582	716,646449	-1,4525
P151	3125,00	25,00	600826,705	891800,622	715,074619	-1,5718
P152	3150,00	25,00	600819,249	891824,483	713,47353	-1,6011
P153	3175,00	25,00	600811,199	891848,151	711,872442	-1,6011
P154	3200,00	25,00	600802,559	891871,61	710,271353	-1,6011
P155	3225,00	25,00	600793,336	891894,846	708,670264	-1,6011
P156	3250,00	25,00	600783,535	891917,844	707,069176	-1,6011
P157	3275,00	25,00	600773,162	891940,59	705,467909	-1,6013
P158	3300,00	25,00	600762,223	891963,069	703,863503	-1,6044
P159	3325,00	25,00	600750,727	891985,268	702,254904	-1,6086
P160	3350,00	25,00	600738,678	892007,172	700,642113	-1,6128
P161	3375,00	25,00	600726,087	892028,769	699,025128	-1,6170
P162	3400,00	25,00	600712,959	892050,044	697,403951	-1,6212
P163	3425,00	25,00	600699,303	892070,984	695,778581	-1,6254
P164	3450,00	25,00	600685,128	892091,577	694,149018	-1,6296
P165	3475,00	25,00	600670,443	892111,808	692,515261	-1,6338
P166	3500,00	25,00	600655,257	892131,666	690,877311	-1,6380
P167	3525,00	18,91	600639,579	892151,139	689,235167	-1,6421
P168	3537,82	12,50	600631,354	892160,968	688,391609	-0,8436
P169	3550,00	14,76	600623,476	892170,261	687,58883	-0,8028
P170	3567,33	12,50	600612,267	892183,483	686,44487	-1,1440
P171	3575,00	16,33	600607,492	892189,479	685,938299	-0,5066
P172	3600,00	25,00	600594,62	892210,862	684,283573	-1,6547
P173	3625,00	25,00	600586,253	892234,376	682,624654	-1,6589
P174	3650,00	25,00	600582,725	892259,084	680,96154	-1,6631
P175	3675,00	13,62	600584,175	892284	679,294232	-1,6673
P176	3677,25	12,50	600584,549	892286,217	679,144088	-0,1501
P177	3700,00	23,88	600588,536	892308,617	677,622729	-1,5214
P178	3725,00	25,00	600592,916	892333,23	675,947032	-1,6757
P179	3750,00	25,00	600597,297	892357,843	674,267139	-1,6799
P180	3775,00	25,00	600601,677	892382,457	672,583052	-1,6841
P181	3800,00	25,00	600606,058	892407,07	670,89477	-1,6883
P182	3825,00	25,00	600610,439	892431,683	669,202292	-1,6925

P183	3850,00	25,00	600614,819	892456,296	667,505619	-1,6967
P184	3875,00	25,00	600619,2	892480,909	665,80475	-1,7009
P185	3900,00	18,30	600623,58	892505,523	664,099686	-1,7051
P186	3911,59	12,50	600625,611	892516,935	663,307702	-0,7920
P187	3925,00	19,20	600628,079	892530,114	662,390426	-0,9173
P188	3950,00	25,00	600633,306	892554,56	660,676969	-1,7135
P189	3975,00	25,00	600639,346	892578,819	658,959317	-1,7177
P190	4000,00	25,00	600646,191	892602,862	657,237468	-1,7218
P191	4025,00	25,00	600653,833	892626,664	655,511423	-1,7260
P192	4050,00	25,00	600662,264	892650,198	653,781182	-1,7302
P193	4075,00	25,00	600671,475	892673,438	652,046744	-1,7344
P194	4100,00	25,00	600681,455	892696,359	650,308108	-1,7386
P195	4125,00	25,00	600692,194	892718,934	648,565276	-1,7428
P196	4150,00	25,00	600703,679	892741,138	646,818247	-1,7470
P197	4175,00	25,00	600715,898	892762,947	645,06702	-1,7512
P198	4200,00	24,74	600728,836	892784,337	643,311596	-1,7554
P199	4224,49	12,50	600742,195	892804,861	641,587961	-1,7236
P200	4225,00	10,65	600742,48	892805,284	641,551975	-0,0360
P201	4245,79	12,50	600754,106	892822,524	640,085273	-1,4667
P202	4250,00	14,60	600756,399	892826,05	639,788291	-0,2970
P203	4275,00	25,00	600767,472	892848,418	638,02344	-1,7649
P204	4300,00	25,00	600773,881	892872,54	636,258588	-1,7649
P205	4325,00	13,78	600775,369	892897,454	634,495605	-1,7630
P206	4327,56	12,50	600775,24	892900,009	634,316894	-0,1787
P207	4350,00	20,88	600773,876	892922,409	632,777565	-1,5393
P208	4369,32	12,50	600772,702	892941,697	631,492744	-1,2848
P209	4375,00	15,34	600772,379	892947,364	631,122452	-0,3703
P210	4400,00	25,00	600771,465	892972,346	629,530235	-1,5922
P211	4425,00	25,00	600771,385	892997,345	628,000884	-1,5294
P212	4450,00	25,00	600772,137	893022,332	626,53437	-1,4665
P213	4475,00	25,00	600773,722	893047,281	625,130665	-1,4037
P214	4500,00	25,00	600776,138	893072,163	623,789743	-1,3409
P215	4525,00	25,00	600779,381	893096,95	622,511579	-1,2782
P216	4550,00	25,00	600783,449	893121,616	621,296147	-1,2154
P217	4575,00	25,00	600788,336	893146,132	620,143427	-1,1527
P218	4600,00	25,00	600794,038	893170,472	619,053395	-1,0900
P219	4625,00	25,00	600800,548	893194,609	618,026032	-1,0274
P220	4650,00	25,00	600807,858	893218,515	617,061317	-0,9647
P221	4675,00	24,65	600815,961	893242,164	616,159233	-0,9021
P222	4699,29	12,50	600824,586	893264,873	615,342648	-0,8166
P223	4700,00	12,85	600824,848	893265,53	615,319764	-0,0229
P224	4725,00	25,00	600834,102	893288,754	614,542892	-0,7769
P225	4750,00	25,00	600843,355	893311,978	613,814645	-0,7282
P226	4775,00	25,00	600852,609	893335,203	613,089849	-0,7248
P227	4800,00	25,00	600861,863	893358,427	612,365053	-0,7248
P228	4825,00	25,00	600871,116	893381,651	611,640257	-0,7248
P229	4850,00	25,00	600880,37	893404,876	610,915461	-0,7248
P230	4875,00	25,00	600889,623	893428,1	610,190665	-0,7248
P231	4900,00	25,00	600898,877	893451,324	609,465869	-0,7248
P232	4925,00	25,00	600908,131	893474,549	608,741073	-0,7248
P233	4950,00	25,00	600917,384	893497,773	608,016277	-0,7248

P234	4975,00	25,00	600926,638	893520,998	607,291481	-0,7248
P235	5000,00	25,00	600935,892	893544,222	606,566685	-0,7248
P236	5025,00	25,00	600945,145	893567,446	605,841889	-0,7248
P237	5050,00	25,00	600954,399	893590,671	605,117093	-0,7248
P238	5075,00	25,00	600963,652	893613,895	604,392297	-0,7248
P239	5100,00	25,00	600972,906	893637,119	603,667616	-0,7247
P240	5125,00	25,00	600982,16	893660,344	602,988899	-0,6787
P241	5150,00	25,00	600991,413	893683,568	602,393598	-0,5953
P242	5175,00	25,00	601000,667	893706,792	601,881691	-0,5119
P243	5200,00	25,00	601009,921	893730,017	601,453162	-0,4285
P244	5225,00	25,00	601019,174	893753,241	601,107996	-0,3452
P245	5250,00	25,00	601028,428	893776,465	600,846183	-0,2618
P246	5275,00	25,00	601037,681	893799,69	600,667713	-0,1785
P247	5300,00	25,00	601046,935	893822,914	600,57258	-0,0951
P248	5325,00	25,00	601056,189	893846,138	600,560781	-0,0118
P249	5350,00	17,38	601065,442	893869,363	600,632316	0,0715
P250	5359,76	12,50	601069,055	893878,43	600,682863	0,0505
P251	5375,00	20,12	601074,935	893892,489	600,787187	0,1043
P252	5400,00	25,00	601085,6	893915,096	600,998908	0,2117
P253	5425,00	25,00	601097,504	893937,076	600,939837	-0,0591
P254	5450,00	25,00	601110,611	893958,362	600,463999	-0,4758
P255	5475,00	25,00	601124,879	893978,886	599,570997	-0,8930
P256	5500,00	25,00	601140,264	893998,587	598,424792	-1,1462
P257	5525,00	25,00	601156,72	894017,403	597,535279	-0,8895
P258	5550,00	25,00	601174,196	894035,276	597,268823	-0,2665
P259	5575,00	25,00	601192,636	894052,152	597,627468	0,3586
P260	5600,00	25,00	601211,986	894067,977	598,458022	0,8306
P261	5625,00	25,00	601232,184	894082,703	599,174582	0,7166
P262	5650,00	25,00	601253,169	894096,286	599,640925	0,4663
P263	5675,00	25,00	601274,876	894108,682	599,857192	0,2163
P264	5700,00	25,00	601297,237	894119,853	599,823447	-0,0337
P265	5725,00	25,00	601320,184	894129,766	599,539682	-0,2838
P266	5750,00	25,00	601343,647	894138,389	599,005809	-0,5339
P267	5775,00	25,00	601367,552	894145,696	598,22167	-0,7841
P268	5800,00	14,58	601391,825	894151,665	597,187028	-1,0346
P269	5804,15	12,50	601395,887	894152,525	596,990909	-0,1961
P270	5825,00	22,92	601416,303	894156,75	595,901572	-1,0893
P271	5850,00	25,00	601440,784	894161,817	594,364914	-1,5367
P272	5875,00	20,39	601465,265	894166,884	592,57659	-1,7883
P273	5890,77	7,89	601480,712	894170,082	591,363645	-1,2129
L Total	5890,77				DH Total	-53,9519

Tableau II.14: Dénivelée cumulée moyenne

Dc moy = 0,91% ≤ 1.5% d'après les valeurs du tableau N°02, Page13

Donc : **Le terrain est plat**

5-2-Calcul de la sinuosité :

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

Avec :

- **L_s** : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m, $\Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$
- **L** : la longueur total de la route
-

Rayon (m) R	Développé (m) Dév
1000,000	442,317
100,000	163,545
100,000	123,231
125,000	137,950
50,000	54,601
250,000	213,348
175,000	166,705
250,000	159,519
400,000	215,798
75,000	52,167
500,000	232,920
50,000	73,895
1000,000	494,807
125,000	109,914
750,000	312,898
125,000	81,765
750,000	329,969
450,000	444,392

$$L_s = 1123.29 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} = \frac{1123.29}{5890.77} = 0,19$$

Donc : **La Sinuosité moyenne** (d'après le tableau N°03, Page14)

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents (selon le tableau N°01, Page13)

Dans notre cas nous avons :

- Un terrain : **plat**

- Une sinuosité : **moyenne**

Environnement : E2

II-2-2-6- Vitesse de référence :

Elle est déterminée en fonction de la catégorie de la route et l'environnement
(Voir tableau N°04, page14)

Vitesse Vr = 80 km/h

II-2-2-7- Calcul des rayons en plan normés :

7-1-Dévers dmax et dmin :

Pour une catégorie 3 les valeurs du dévers maximal et minimal sont comme suit :

- dmax = 8%
- dmin = -3% (voir tableau N°05,page16)

7-2-Coefficient transversal ft :

- ft = 0.15

7-3-Coefficients F'' en fonction de la catégorie :

- F'' = 0.07

7-4-Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :

RHM	RHN	RHD	RHND
219.10m	342.34 m	839.89 m	1259.84 m

Tableau II.16 : Récapitulatif des rayons en plan

7-5-Rayons en plan tirés a partir du B40 :

RHM	RHN	RHD	RHND
220m	375m	800m	1200m

Tableau II.17 : Les rayons en plan selon B40

Cubatures : Tableau II.18: Cubatures approchées de la 'variante 02'.

Profil	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	12,50	12,29	3,61	15,90	198,79	198,79	0,02	0,84	0,86	10,70	10,70
P2	25,00	25,00	9,79	0,15	9,94	248,38	447,17	0,35	2,93	3,28	82,06	92,77
P3	50,00	25,00	12,68	2,30	14,98	374,44	821,60	0,00	0,81	0,81	20,24	113,00

P4	75,00	23,03	17,73	5,12	22,86	526,30	1347,90	0,00	0,02	0,02	0,40	113,40
P5	96,05	12,50	26,25	11,17	37,42	467,69	1815,59	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P6	100,00	14,47	27,21	12,27	39,48	571,48	2387,07	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P7	125,00	25,00	28,32	18,40	46,73	1168,14	3555,21	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P8	150,00	25,00	32,68	21,58	54,26	1356,49	4911,70	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P9	175,00	25,00	39,39	23,40	62,79	1569,85	6481,55	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P10	200,00	25,00	45,26	28,64	73,90	1847,50	8329,05	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P11	225,00	25,00	53,33	36,70	90,02	2250,60	10579,65	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P12	250,00	25,00	61,97	46,98	108,94	2723,62	13303,28	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P13	275,00	25,00	64,32	47,42	111,74	2793,54	16096,81	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P14	300,00	25,00	65,47	44,53	110,00	2750,04	18846,85	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P15	325,00	25,00	59,47	48,31	107,78	2694,56	21541,41	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P16	350,00	25,00	49,85	42,29	92,14	2303,48	23844,89	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P17	375,00	25,00	38,05	27,72	65,77	1644,31	25489,20	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P18	400,00	25,00	35,44	12,12	47,57	1189,17	26678,37	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40
P19	425,00	25,00	19,94	2,89	22,83	570,83	27249,20	0,02	0,23	0,25	6,13	119,53
P20	450,00	25,00	7,93	0,96	8,89	222,30	27471,50	0,49	2,88	3,38	84,41	203,94
P21	475,00	25,00	3,74	0,00	3,74	93,47	27564,97	0,57	8,21	8,77	219,30	423,25
P22	500,00	25,00	3,95	0,00	3,95	98,76	27663,73	1,28	13,62	14,90	372,39	795,63
P23	525,00	19,18	3,61	0,00	3,61	69,31	27733,04	2,72	17,89	20,61	395,41	1191,05
P24	538,37	12,50	4,39	0,00	4,39	54,83	27787,87	3,56	19,65	23,21	290,09	1481,14
P25	550,00	18,32	8,01	0,00	8,01	146,67	27934,54	4,00	21,00	25,00	457,92	1939,06
P26	575,00	25,00	9,07	0,00	9,07	226,86	28161,40	3,51	23,65	27,16	678,96	2618,02
P27	600,00	25,00	14,06	0,00	14,06	351,44	28512,84	2,14	24,90	27,04	675,93	3293,95
P28	625,00	25,00	26,17	0,00	26,17	654,28	29167,12	2,19	24,23	26,42	660,44	3954,39
P29	650,00	25,00	13,47	0,39	13,86	346,50	29513,62	0,21	19,90	20,12	502,96	4457,35
P30	675,00	25,00	22,06	3,88	25,94	648,49	30162,11	0,00	8,21	8,21	205,34	4662,69
P31	700,00	25,00	16,90	0,10	17,00	424,88	30586,99	0,47	2,28	2,74	68,60	4731,28
P32	725,00	25,00	23,30	6,02	29,33	733,13	31320,12	0,00	0,02	0,02	0,54	4731,82
P33	750,00	25,00	15,76	2,69	18,45	461,19	31781,31	0,00	2,17	2,17	54,32	4786,14
P34	775,00	25,00	5,36	0,00	5,36	133,95	31915,26	0,51	19,17	19,68	491,94	5278,08
P35	800,00	25,00	30,26	5,42	35,68	892,00	32807,25	0,00	1,68	1,68	42,12	5320,21
P36	825,00	24,33	39,32	14,25	53,57	1303,17	34110,43	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P37	848,65	12,50	39,32	9,96	49,28	615,98	34726,41	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P38	850,00	13,17	37,66	10,03	47,69	628,29	35354,70	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P39	875,00	25,00	41,31	19,11	60,42	1510,39	36865,09	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P40	900,00	25,00	63,81	35,41	99,22	2480,50	39345,59	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P41	925,00	25,00	103,21	80,45	183,66	4591,58	43937,16	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P42	950,00	25,00	109,76	103,11	212,86	5321,60	49258,76	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P43	975,00	25,00	74,11	53,08	127,19	3179,79	52438,56	0,00	0,00	0,00	0,00	5320,21
P44	1000,00	18,60	45,44	15,22	60,65	1128,11	53566,66	0,00	0,48	0,48	8,89	5329,10
P45	1012,20	12,50	32,44	8,16	40,60	507,46	54074,13	0,00	1,33	1,33	16,61	5345,70
P46	1025,00	18,90	39,39	6,73	46,11	871,55	54945,68	0,00	3,88	3,88	73,43	5419,13
P47	1050,00	16,14	17,02	1,94	18,96	306,11	55251,79	0,00	3,54	3,54	57,19	5476,32

P48	1057,28	12,50	17,93	7,99	25,92	323,99	55575,78	0,00	0,00	0,00	0,00	5476,32
P49	1075,00	21,36	17,85	3,05	20,90	446,39	56022,17	0,07	0,70	0,76	16,23	5492,56
P50	1100,00	25,00	4,29	0,12	4,41	110,14	56132,31	0,55	15,77	16,32	407,97	5900,53
P51	1125,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56132,31	10,00	27,15	37,16	928,90	6829,43
P52	1150,00	25,00	0,53	0,00	0,53	13,30	56145,61	2,17	3,80	5,97	149,17	6978,59
P53	1175,00	15,26	26,32	2,01	28,33	432,24	56577,85	0,00	0,31	0,31	4,71	6983,30
P54	1180,51	12,50	37,60	9,25	46,84	585,54	57163,40	0,00	0,24	0,24	2,95	6986,26
P55	1200,00	22,24	48,21	24,92	73,13	1626,57	58789,97	0,00	0,00	0,00	0,00	6986,26
P56	1225,00	23,62	40,47	20,51	60,98	1440,33	60230,30	0,00	0,00	0,00	0,00	6986,26
P57	1247,24	12,50	28,46	5,58	34,04	425,45	60655,75	0,00	0,83	0,83	10,37	6996,63
P58	1250,00	13,88	25,49	4,07	29,56	410,37	61066,12	0,00	0,52	0,52	7,17	7003,80
P59	1275,00	25,00	23,85	1,80	25,65	641,20	61707,33	0,00	0,72	0,72	17,92	7021,71
P60	1300,00	25,00	28,46	11,80	40,26	1006,39	62713,71	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P61	1325,00	25,00	45,70	21,67	67,37	1684,30	64398,01	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P62	1350,00	25,00	28,08	15,57		0,00	64398,01	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P63	1375,00	17,59	27,93	12,60	40,52	712,97	65110,99	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P64	1385,19	9,07	33,60	12,38	45,99	417,28	65528,27	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P65	1393,15	7,41	41,51	14,03	55,53	411,26	65939,53	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P66	1400,00	15,93	49,87	17,59	67,46	1074,35	67013,88	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P67	1425,00	23,87	26,00	15,37	41,37	987,75	68001,63	0,00	0,00	0,00	0,00	7021,71
P68	1447,75	12,50	0,12	15,44	15,56	194,44	68196,07	15,17	0,00	15,17	189,63	7211,35
P69	1450,00	13,63	0,02	14,51	14,53	198,01	68394,08	17,53	0,01	17,54	239,03	7450,38
P70	1475,00	25,00	14,75	15,30	30,05	751,25	69145,33	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P71	1500,00	15,84	68,95	46,07	115,02	1821,34	70966,67	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P72	1506,67	12,50	77,67	57,48	135,15	1689,37	72656,04	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P73	1525,00	21,66	88,77	63,90	152,66	3307,48	75963,51	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P74	1550,00	25,00	85,46	47,12	132,59	3314,67	79278,18	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P75	1575,00	25,00	74,90	42,33	117,22	2930,62	82208,80	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P76	1600,00	25,00	58,58	20,59	79,17	1979,13	84187,93	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P77	1625,00	25,00	32,95	17,04	49,99	1249,76	85437,70	0,00	0,00	0,00	0,00	7450,38
P78	1650,00	25,00	25,28	7,33	32,61	815,28	86252,98	0,00	2,94	2,94	73,49	7523,87
P79	1675,00	25,00	17,73	0,15	17,88	447,05	86700,02	0,12	7,84	7,96	198,92	7722,79
P80	1700,00	22,51	10,55	0,00	10,55	237,38	86937,40	1,20	17,24	18,44	415,03	8137,82
P81	1720,02	12,50	4,42	0,00	4,42	55,30	86992,69	3,46	24,01	27,47	343,40	8481,22
P82	1725,00	14,99	4,19	0,00	4,19	62,84	87055,53	3,69	24,81	28,50	427,19	8908,41
P83	1750,00	12,71	7,51	0,00	7,51	95,40	87150,94	1,98	25,83	27,81	353,35	9261,75
P84	1750,41	12,50	7,51	0,00	7,51	93,87	87244,81	1,99	25,73	27,72	346,46	9608,22
P85	1775,00	24,79	11,63	0,00	11,63	288,41	87533,21	0,30	8,04	8,34	206,79	9815,01
P86	1800,00	25,00	11,40	0,09	11,49	287,20	87820,42	0,31	4,54	4,85	121,16	9936,17
P87	1825,00	25,00	19,31	5,97	25,28	631,90	88452,32	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P88	1850,00	25,00	22,59	10,79	33,37	834,37	89286,68	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P89	1875,00	25,00	33,88	23,17	57,05	1426,15	90712,83	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P90	1900,00	21,06	41,09	28,92	70,01	1474,39	92187,21	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P91	1917,12	12,50	48,23	34,64	82,87	1035,83	93223,05	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17

P92	1925,00	16,44	50,53	37,05	87,58	1439,85	94662,90	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P93	1950,00	13,39	55,21	46,25	101,46	1358,58	96021,48	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P94	1951,78	12,50	55,68	46,60	102,27	1278,42	97299,90	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P95	1975,00	24,11	65,76	56,46	122,21	2946,59	100246,49	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P96	2000,00	25,00	76,34	69,87	146,22	3655,42	103901,91	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P97	2025,00	25,00	82,04	76,72	158,77	3969,14	107871,05	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P98	2050,00	25,00	85,92	80,40	166,32	4157,90	112028,96	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P99	2075,00	25,00	82,19	80,00	162,19	4054,79	116083,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P100	2100,00	18,15	76,08	76,91	152,99	2776,70	118860,45	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P101	2111,30	12,50	73,43	74,24	147,67	1845,84	120706,29	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P102	2125,00	19,35	66,52	67,87	134,38	2600,47	123306,76	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P103	2150,00	25,00	50,80	53,47	104,27	2606,68	125913,44	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P104	2175,00	25,00	39,27	43,50	82,77	2069,30	127982,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P105	2200,00	25,00	32,06	38,36	70,42	1760,51	129743,26	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P106	2225,00	16,28	29,32	36,06	65,38	1064,33	130807,58	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P107	2232,56	12,50	28,84	35,56	64,40	805,00	131612,58	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P108	2250,00	21,22	29,99	36,49	66,48	1410,70	133023,28	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P109	2275,00	25,00	32,63	38,60	71,23	1780,82	134804,10	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P110	2300,00	25,00	32,35	40,85	73,20	1830,07	136634,17	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P111	2325,00	25,00	24,88	36,93	61,81	1545,26	138179,42	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P112	2350,00	25,00	15,63	30,61	46,24	1155,95	139335,38	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P113	2375,00	25,00	8,67	22,49	31,17	779,22	140114,59	0,00	0,00	0,00	0,00	9936,17
P114	2400,00	25,00	1,42	17,89	19,30	482,57	140597,17	1,88	0,00	1,88	47,11	9983,28
P115	2425,00	24,18	0,00	5,49	5,49	132,72	140729,89	14,80	2,10	16,90	408,59	10391,87
P116	2448,36	12,50	0,00	6,63	6,63	82,88	140812,77	14,83	1,24	16,07	200,91	10592,77
P117	2450,00	8,66	0,00	7,38	7,38	63,84	140876,61	14,20	1,10	15,30	132,40	10725,17
P118	2465,67	12,50	0,08	13,86	13,94	174,25	141050,85	6,37	0,15	6,52	81,50	10806,68
P119	2475,00	17,17	2,24	19,48	21,72	372,84	141423,70	0,93	0,00	0,93	15,95	10822,63
P120	2500,00	21,42	10,01	30,86	40,87	875,29	142298,99	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P121	2517,84	12,50	17,25	36,94	54,18	677,27	142976,27	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P122	2525,00	16,08	16,81	36,80	53,61	862,18	143838,45	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P123	2550,00	25,00	15,45	36,42	51,87	1296,86	145135,30	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P124	2575,00	23,22	18,23	32,81	51,04	1185,15	146320,46	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P125	2596,44	12,50	13,41	32,27	45,68	570,98	146891,43	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P126	2600,00	14,28	11,73	30,26	41,99	599,64	147491,08	0,00	0,00	0,00	0,00	10822,63
P127	2625,00	25,00	1,43	17,90	19,34	483,39	147974,47	1,56	0,00	1,56	38,93	10861,56
P128	2650,00	25,00	0,00	9,67	9,67	241,68	148216,14	11,04	0,84	11,88	297,00	11158,56
P129	2675,00	25,00	0,00	3,32	3,32	82,99	148299,14	18,65	2,86	21,51	537,66	11696,21
P130	2700,00	25,00	0,00	6,30	6,30	157,59	148456,73	16,07	0,96	17,03	425,79	12122,00
P131	2725,00	25,00	0,00	3,76	3,76	94,02	148550,75	12,30	3,36	15,65	391,33	12513,33
P132	2750,00	25,00	0,01	11,76	11,77	294,28	148845,03	6,97	0,44	7,41	185,15	12698,48
P133	2775,00	25,00	0,82	16,74	17,56	438,96	149283,99	5,59	0,00	5,59	139,71	12838,19
P134	2800,00	25,00	1,51	17,89	19,40	484,99	149768,97	2,05	0,00	2,05	51,18	12889,37
P135	2825,00	14,68	0,39	15,55	15,94	233,98	150002,96	5,86	0,07	5,93	87,06	12976,43

P136	2829,36	12,50	0,13	14,60	14,74	184,20	150187,15	6,86	0,22	7,08	88,50	13064,93
P137	2850,00	22,53	0,00	6,70	6,70	150,87	150338,02	19,52	2,93	22,45	505,85	13570,79
P138	2874,43	12,50	0,00	5,52	5,52	69,06	150407,08	11,94	1,47	13,41	167,60	13738,39
P139	2875,00	12,79	0,00	5,39	5,39	68,87	150475,95	12,24	1,52	13,77	176,02	13914,41
P140	2900,00	25,00	0,00	2,21	2,21	55,31	150531,26	22,60	3,73	26,34	658,38	14572,79
P141	2925,00	24,16	0,00	3,22	3,22	77,71	150608,97	19,18	2,96	22,15	535,07	15107,86
P142	2948,32	12,50	0,07	15,47	15,54	194,31	150803,28	7,44	0,23	7,66	95,78	15203,64
P143	2950,00	13,34	0,17	16,45	16,62	221,68	151024,96	6,27	0,14	6,41	85,51	15289,15
P144	2975,00	25,00	11,17	29,13	40,31	1007,70	152032,66	0,00	0,00	0,00	0,00	15289,15
P145	3000,00	25,00	9,38	35,19	44,57	1114,22	153146,88	0,03	0,00	0,03	0,70	15289,85
P146	3025,00	21,51	8,03	35,06	43,09	926,68	154073,56	0,71	0,00	0,71	15,26	15305,11
P147	3043,01	12,50	0,68	26,22	26,90	336,24	154409,80	3,52	0,00	3,52	44,06	15349,17
P148	3050,00	15,99	2,22	23,74	25,96	415,16	154824,96	4,04	0,00	4,04	64,60	15413,77
P149	3075,00	25,00	0,00	12,35	12,35	308,68	155133,64	22,65	1,29	23,94	598,48	16012,26
P150	3100,00	25,00	0,00	2,66	2,66	66,38	155200,02	38,54	6,58	45,13	1128,21	17140,47
P151	3125,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	47,17	19,23	66,40	1659,99	18800,46
P152	3150,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	54,92	26,96	81,87	2046,80	20847,27
P153	3175,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	59,21	32,84	92,05	2301,19	23148,46
P154	3200,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	64,13	45,30	109,43	2735,67	25884,12
P155	3225,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	63,48	45,73	109,21	2730,28	28614,40
P156	3250,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	57,82	41,49	99,31	2482,76	31097,16
P157	3275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	36,15	23,88	60,03	1500,83	32597,99
P158	3300,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	18,03	11,20	29,23	730,65	33328,65
P159	3325,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	7,89	5,24	13,14	328,41	33657,05
P160	3350,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	7,19	12,66	19,85	496,33	34153,39
P161	3375,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	14,37	22,92	37,29	932,17	35085,56
P162	3400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	29,26	37,85	67,11	1677,82	36763,38
P163	3425,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	39,52	45,48	85,00	2125,08	38888,45
P164	3450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	44,26	50,28	94,54	2363,61	41252,06
P165	3475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	42,28	46,88	89,16	2229,01	43481,07
P166	3500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	38,32	41,49	79,81	1995,26	45476,33
P167	3525,00	18,91	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	34,78	36,19	70,97	1342,02	46818,35
P168	3537,82	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	32,53	33,75	66,28	828,51	47646,86
P169	3550,00	14,76	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	29,60	31,39	60,98	900,01	48546,87
P170	3567,33	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	25,19	27,09	52,29	653,59	49200,46
P171	3575,00	16,33	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	23,08	24,74	47,83	781,13	49981,59
P172	3600,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155200,02	13,89	14,39	28,28	706,95	50688,54
P173	3625,00	25,00	0,02	0,00	0,02	0,40	155200,43	2,47	3,83	6,30	157,43	50845,97
P174	3650,00	25,00	5,92	3,44	9,36	234,04	155434,47	0,21	0,24	0,45	11,28	50857,25
P175	3675,00	13,62	14,97	8,25	23,22	316,40	155750,87	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P176	3677,25	12,50	15,30	8,53	23,83	297,91	156048,78	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P177	3700,00	23,88	19,57	9,68	29,25	698,42	156747,19	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P178	3725,00	25,00	22,02	10,22	32,24	805,89	157553,08	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P179	3750,00	25,00	21,21	8,07	29,28	732,09	158285,17	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25

P180	3775,00	25,00	19,07	6,35	25,42	635,55	158920,72	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P181	3800,00	25,00	20,02	7,25	27,28	681,90	159602,62	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P182	3825,00	25,00	23,81	10,87	34,67	866,81	160469,43	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P183	3850,00	25,00	27,44	16,04	43,48	1087,10	161556,53	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P184	3875,00	25,00	35,23	22,54	57,77	1444,35	163000,88	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P185	3900,00	18,30	39,38	26,31	65,69	1201,87	164202,75	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P186	3911,59	12,50	42,73	28,75	71,49	893,61	165096,35	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P187	3925,00	19,20	45,71	32,35	78,06	1499,08	166595,44	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P188	3950,00	25,00	50,90	38,32	89,22	2230,51	168825,95	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P189	3975,00	25,00	53,96	43,10	97,05	2426,28	171252,23	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P190	4000,00	25,00	58,08	46,77	104,84	2621,09	173873,32	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P191	4025,00	25,00	55,35	48,33	103,68	2591,89	176465,22	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P192	4050,00	25,00	58,87	50,39	109,25	2731,37	179196,59	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P193	4075,00	25,00	57,23	49,79	107,01	2675,26	181871,85	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P194	4100,00	25,00	54,35	48,70	103,05	2576,17	184448,02	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P195	4125,00	25,00	46,42	43,25	89,67	2241,64	186689,66	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P196	4150,00	25,00	37,77	39,23	77,00	1925,09	188614,75	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P197	4175,00	25,00	31,73	33,92	65,65	1641,37	190256,12	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P198	4200,00	24,74	27,68	30,24	57,93	1433,38	191689,50	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P199	4224,49	12,50	24,71	27,44	52,15	651,92	192341,42	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P200	4225,00	10,65	24,65	27,38	52,04	554,29	192895,70	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P201	4245,79	12,50	21,79	24,04	45,82	572,81	193468,51	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P202	4250,00	14,60	20,77	22,54	43,31	632,54	194101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P203	4275,00	25,00	16,33	15,25	31,58	789,54	194890,60	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P204	4300,00	25,00	15,27	14,87	30,14	753,54	195644,14	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P205	4325,00	13,78	13,52	13,00	26,53	365,55	196009,69	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P206	4327,56	12,50	13,11	12,64	25,74	321,78	196331,47	0,00	0,00	0,00	0,00	50857,25
P207	4350,00	20,88	4,97	4,06	9,03	188,50	196519,96	0,39	0,40	0,79	16,41	50873,66
P208	4369,32	12,50	0,86	0,00	0,86	10,75	196530,72	1,13	1,74	2,87	35,82	50909,48
P209	4375,00	15,34	0,05	0,00	0,05	0,72	196531,43	2,04	3,10	5,13	78,75	50988,23
P210	4400,00	25,00	0,14	0,00	0,14	3,42	196534,85	2,58	7,52	10,10	252,38	51240,61
P211	4425,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	5,87	11,47	17,34	433,50	51674,11
P212	4450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	8,01	14,16	22,17	554,29	52228,41
P213	4475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	11,27	19,30	30,57	764,25	52992,65
P214	4500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	12,49	20,40	32,89	822,25	53814,91
P215	4525,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	15,94	17,51	33,45	836,27	54651,18
P216	4550,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	14,00	9,40	23,40	585,08	55236,26
P217	4575,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196534,85	12,30	8,15	20,45	511,35	55747,61
P218	4600,00	25,00	0,00	0,01	0,01	0,33	196535,18	11,38	4,07	15,46	386,38	56133,99
P219	4625,00	25,00	0,00	1,97	1,97	49,27	196584,45	7,77	1,55	9,31	232,87	56366,85
P220	4650,00	25,00	0,00	3,27	3,27	81,67	196666,12	6,08	1,09	7,17	179,28	56546,13
P221	4675,00	24,65	0,06	7,26	7,32	180,35	196846,47	1,83	0,55	2,38	58,60	56604,73
P222	4699,29	12,50	3,29	11,38	14,67	183,33	197029,80	0,19	0,13	0,32	3,97	56608,70
P223	4700,00	12,85	3,42	11,36	14,78	189,97	197219,77	0,18	0,12	0,29	3,73	56612,43

P224	4725,00	25,00	9,05	17,54	26,59	664,69	197884,46	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P225	4750,00	25,00	15,60	24,01	39,61	990,34	198874,80	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P226	4775,00	25,00	22,15	29,67	51,82	1295,58	200170,38	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P227	4800,00	25,00	25,97	33,24	59,21	1480,28	201650,65	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P228	4825,00	25,00	29,08	36,66	65,74	1643,60	203294,25	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P229	4850,00	25,00	28,30	35,28	63,58	1589,39	204883,65	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P230	4875,00	25,00	24,48	29,65	54,13	1353,19	206236,83	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P231	4900,00	25,00	23,24	27,46	50,70	1267,60	207504,43	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P232	4925,00	25,00	19,76	25,75	45,51	1137,83	208642,26	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P233	4950,00	25,00	18,91	25,18	44,09	1102,30	209744,57	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P234	4975,00	25,00	20,59	27,61	48,20	1204,91	210949,47	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P235	5000,00	25,00	23,69	31,73	55,42	1385,48	212334,95	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P236	5025,00	25,00	24,68	32,91	57,59	1439,82	213774,78	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P237	5050,00	25,00	30,13	38,23	68,35	1708,87	215483,64	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P238	5075,00	25,00	27,96	39,47	67,43	1685,70	217169,35	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P239	5100,00	25,00	22,95	37,29	60,24	1505,97	218675,32	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P240	5125,00	25,00	17,20	34,63	51,83	1295,81	219971,13	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P241	5150,00	25,00	7,32	24,74	32,05	801,37	220772,50	0,00	0,00	0,00	0,00	56612,43
P242	5175,00	25,00	2,83	16,84	19,68	491,92	221264,41	0,02	0,00	0,02	0,43	56612,85
P243	5200,00	25,00	0,00	8,47	8,47	211,78	221476,19	2,79	0,61	3,41	85,15	56698,00
P244	5225,00	25,00	0,00	2,79	2,79	69,85	221546,04	5,25	2,18	7,43	185,81	56883,82
P245	5250,00	25,00	0,00	0,05	0,05	1,28	221547,32	7,68	5,03	12,71	317,73	57201,54
P246	5275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221547,32	13,10	10,11	23,21	580,37	57781,91
P247	5300,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221547,32	15,28	13,84	29,12	727,94	58509,85
P248	5325,00	25,00	740,33	1547,34	2287,67	57191,72	278739,04	5,86	9,39	15,25	381,18	58891,03
P249	5350,00	17,38	0,15	0,00	0,15	2,59	278741,63	3,01	9,46	12,47	216,71	59107,74
P250	5359,76	12,50	4,78	0,03	4,81	60,14	278801,77	0,48	5,59	6,08	75,97	59183,71
P251	5375,00	20,12	12,35	1,62	13,97	281,05	279082,82	0,02	0,68	0,70	14,14	59197,86
P252	5400,00	25,00	18,55	6,96	25,50	637,61	279720,43	0,00	0,00	0,00	0,00	59197,86
P253	5425,00	25,00	21,00	7,44	28,44	711,09	280431,52	0,00	0,00	0,00	0,00	59197,86
P254	5450,00	25,00	18,71	6,89	25,59	639,79	281071,31	0,00	0,00	0,00	0,00	59197,86
P255	5475,00	25,00	16,79	6,07	22,86	571,43	281642,73	0,00	0,00	0,00	0,00	59197,86
P256	5500,00	25,00	12,99	3,16	16,15	403,71	282046,44	0,13	0,23	0,36	9,09	59206,95
P257	5525,00	25,00	3,71	5,13	8,84	221,03	282267,48	1,13	0,75	1,88	46,97	59253,91
P258	5550,00	25,00	3,67	4,22	7,89	197,23	282464,71	0,74	0,74	1,48	37,05	59290,96
P259	5575,00	25,00	2,41	0,57	2,98	74,58	282539,29	1,45	1,73	3,18	79,51	59370,48
P260	5600,00	25,00	8,91	0,00	8,91	222,77	282762,05	0,62	5,77	6,40	159,93	59530,41
P261	5625,00	25,00	21,07	3,30	24,38	609,45	283371,51	0,00	0,14	0,14	3,53	59533,94
P262	5650,00	25,00	34,99	18,93	53,92	1347,93	284719,44	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P263	5675,00	25,00	39,43	26,05	65,47	1636,85	286356,28	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P264	5700,00	25,00	45,30	31,52	76,82	1920,55	288276,84	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P265	5725,00	25,00	50,84	39,29	90,12	2253,10	290529,94	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P266	5750,00	25,00	52,21	41,71	93,92	2347,93	292877,87	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P267	5775,00	25,00	48,46	41,14	89,60	2240,02	295117,89	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94

P268	5800,00	14,58	37,39	32,51	69,89	1018,78	296136,67	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P269	5804,15	12,50	35,71	31,09	66,80	834,98	296971,64	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P270	5825,00	22,92	28,14	24,39	52,53	1204,19	298175,83	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P271	5850,00	25,00	20,22	17,53	37,74	943,57	299119,40	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P272	5875,00	20,39	15,46	12,01	27,48	560,16	299679,56	0,00	0,00	0,00	0,00	59533,94
P273	5890,77	7,89	11,14	4,74	15,87	125,20	299804,76	0,00	0,06	0,06	0,50	59534,45

- **Volume de déblai total : 299804,76m³.**
- **Volume de remblai total : 59534,45m³.**
- **Excès de déblai : 240270,31m³.**

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.19 :** Comparaison entre les deux variantes

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	V1	V2
Longueur totale de l'itinéraire	m	LT = 5277,142	Lt = 5724,55	+	-
Pourcentage Alignement Droit	%	45.24 %	50.27 %	+	+
Pourcentage courbe	%	54.75%	49.72%	+	+
Rayon minimal	m	220	220	+	+
Rayon maximal	m	1200	1200	+	+
Nombre de courbes	/	31	18	-	+
Remblai	m³	37 034,146	59 534,45	+	-
deblais	m³	269 666,588	299 804,76	+	-
				7	5

➤ **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°1** 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 inférieure 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.

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Déclivité max (%)	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 :

$$v^2 / Rv < g / 30 \quad g = 10 \text{ (m /s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

D’OU :

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

Dans notre cas **Rv min** = 0.23 V²

Tel que :

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

❖ **Condition de visibilité**

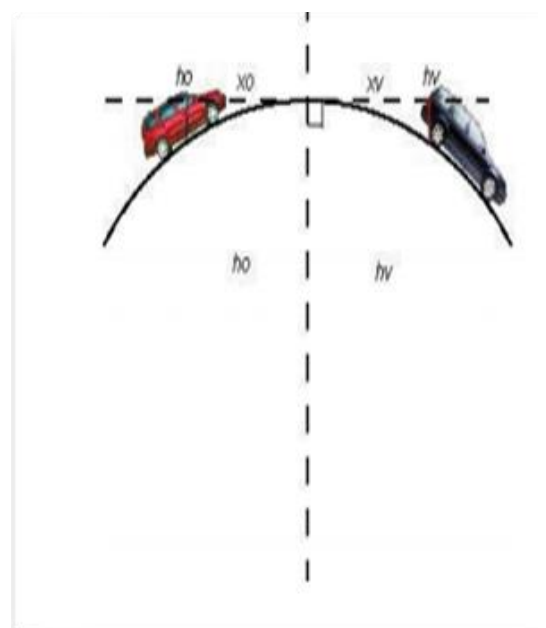
Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

Il faut deux véhicules circule en sens opposes puissent s’apercevoir a une distance double de la distance d’arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

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

- **d :** Distance d’arrêt (m).



- h_0 : Hauteur de l'œil (m).
- h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle :

$$h_0 = 1.1 \text{ m}, h_1 = 0.20 \text{ m}, h_2 = 1.20 \text{ m}$$

On trouve:

- $R_{vm2} = b d M d^2 (V_r) = 0.09 d M d^2 (V_r)$ (pour Cat 3)

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

Tableau III.2 : Rayons convexes.

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	2000
Min- normal	RVN1	4500

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 :

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

Avec :

R_v' : rayon minimum du cercle de raccordement.

d_1 : distance d'arrêt.

$$\frac{g}{30} \text{ pour la CAT 3.}$$

❖ Rayon minimal absolu :

$$R_{vm} = \frac{d_1^2}{0.035 d_1 + 1.5}$$

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

❖ Rayon minimal normal :

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

$$RVN'_{vr} = RVM'(vr + 20).$$

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

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

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
Min-absolu	R' Vm	1600
Min -normal	R'VN	2400

Condition esthétique :

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoidale 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 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

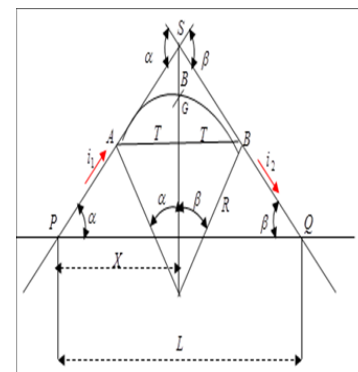


Figure III.1 Eléments du profil en long

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.

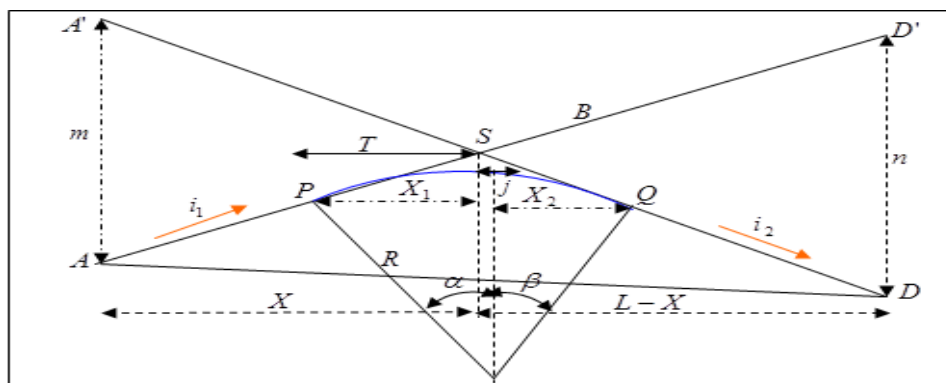


Figure III.2 : Pratiques du profil en long.

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

On a:

$$Z_A = Z_D + L p_2 m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_D = Z_{A'} + L p_1 n = Z_D - Z_{D'}$$

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

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

$$\begin{cases} XS = X + XA \\ ZS = p_1 X + Z_A \end{cases}$$

❖ **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:

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

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

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

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

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

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

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

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

❖ **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 :**

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

III-10- APPLICATION DE PROJET :**Tableau III.4 :** Caractéristique des rayons verticaux.

Catégorie	C3	
Environnement	E2	
Vitesse (km/h)	80	
Rayon en angle saillant RV 	Route unidirectionnelle :	(2 voies)
	RVm1 (minimal absolu) en m	2000
	RVn1 (minimal normal) en m	4500
Rayon en angle rentrant RV 	Route unidirectionnelle :	(2 voies)
	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 1,14 :

Pour R1 = 2000m

1- Condition de visibilité: Pour les chaussées unidirectionnelles

$h1 = 1.10m$, $h2 = 0.20m$

$$D = \sqrt{2(2000)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

D = 94.61m

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

$$R_{\min} = \frac{(94.61)^2}{2(1.1 + 0.20 + 2\sqrt{1.1 * 0.20})} = 1250.146\text{m}$$

$$R_{\min} = 1250.146\text{m}$$

Exemple 2 :

Pour R = 300 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0,20\text{m}$$

$$D = \sqrt{2(300)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 36.64\text{m}$$

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

$$R_{\min} = 187.49\text{m}$$

Exemple 3,5,7,15 :

Pour R = 1500 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0,20\text{m}$$

$$D = \sqrt{2(1500)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 81.94\text{m}$$

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

$$R_{\min} = 937.73\text{m}$$

Exemple 4,12 :

Pour R = 2500 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0,20\text{m}$$

$$D = \sqrt{2(2500)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 105.78\text{m}$$

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

$$R_{\min} = 1562.76\text{m}$$

Exemple 5 :

Pour R = 8000 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0.20 \text{ m}$$

$$D = \sqrt{2(8000)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 189.23 \text{ m}$$

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

$$R_{\min} = 5001.11 \text{ m}$$

Exemple 8,10 :

Pour R = 5000 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0.20 \text{ m}$$

$$D = \sqrt{2(5000)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 149.60 \text{ m}$$

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

$$R_{\min} = 3125.72 \text{ m}$$

Exemple 9,11 : Pour R = 3500 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0.20 \text{ m}$$

$$D = \sqrt{2(3500)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 125.16 \text{ m}$$

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

$$R_{\min} = 2187.85 \text{ m}$$

Exemple 13 :

Pour R = 12500 m

$$h_1 = 1.10 \quad h_2 = 0.20 \text{ m}$$

$$D = \sqrt{2(12500)} (\sqrt{1.1} + \sqrt{0.20})$$

$$D = 236.53 \text{ m}$$

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

$$R_{\min} = 7813.74 \text{ m}$$

$$d=0,01(Vr^2)+0,2x Vr$$

$$d=0,01 x (80^2)+0,2x x80$$

$$d=80m$$

$$R=0.436d^2$$

$$R=0.436 x(80)^2$$

$$R= 2790,4 m$$

2- Calcul les déclivités :

Pente / Rampe	$X_i=Pi \times R$		$Y_i=((Pi)^2 \times R)/2$	
Rampe = 6.338 %	$X1= 0,06338 \times 2790,4 =$	176,856	$Y1=(0,06338)^2 \times 2790,4)/2=$	5,6046
Rampe = 0.838 %	$X2=0,00838 \times 2790,4 =$	23,384	$Y2=(0,00838)^2 \times 2790,4)/2=$	0,0980
Pente = -6.512 %	$X3=-0.06512 \times 2790,4 =$	-181,711	$Y3=(-0.06512)^2 \times 2790,4)/2=$	5,9165
Rampe = 7.013 %	$X4=0.07013 \times 2790,4 =$	195,691	$Y4=(0.07013)^2 \times 2790,4)/2=$	6,8619
Rampe = 0.214 %	$X5=0.00214 \times 2790,4 =$	5,971	$Y5=(0.00214)^2 \times 2790,4)/2=$	0,0064
Rampe = 6.797 %	$X6=0.06797 \times 2790,4 =$	189,663	$Y6=(0.06797)^2 \times 2790,4)/2 =$	6,4457
Rampe = 10.831 %	$X7= 0.1083 \times 2790,4 =$	302,200	$Y7=(0.1083)^2 \times 2790,4)/2=$	16,3641
Pente = -1.401 %	$X8=-0.01401 \times 2790,4 =$	-39,094	$Y8=(-0.01401)^2 \times 2790,4)/2=$	0,2738
Pente = -1.638 %	$X9=-0.01638 \times 2790,4 =$	-45,707	$Y9=(-0.01638)^2 \times 2790,4)/2=$	0,3743
Pente = -7.483 %	$X10=-0.0748 \times 2790,4 =$	-208,722	$Y10=(-0.0748)^2 \times 2790,4)/2=$	7,8062
Pente = -1.531 %	$X11=-0.0153 \times 2790,4 =$	-42,693	$Y11=(-0.0153)^2 \times 2790,4)/2=$	0,3266
Pente = -6.579 %	$X12=-0.0657 \times 2790,4 =$	-183,329	$Y12=(-0.0657)^2 \times 2790,4)/2=$	6,0224
Pente = -2.394 %	$X13=-0.0239 \times 2790,4 =$	-66,691	$Y13=(-0.0239)^2 \times 2790,4)/2=$	0,7970
Pente = -3.937 %	$X14=-0.0393 \times 2790,4 =$	-109,663	$Y14=(-0.0393)^2 \times 2790,4)/2=$	2,1549
Rampe = 3.505 %	$X15= 0.0350 \times 2790,4 =$	97,664	$Y15=(0.0350)^2 \times 2790,4)/2=$	1,7091
Pente = -1.832 %	$X16=-0.0183 \times 2790,4 =$	-51,064	$Y16=(-0.0183)^2 \times 2790,4)/2=$	0,4672

2- Calcul de la tangente :

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

$$T1=(2000(0,06338+0.00838))/2=71,76m$$

$$T2=(300(0,00838-0.06512))/2=-8,511m$$

$$T3=(1500(-0.06512+0,07013))/2=3,757m$$

$$T4=(2500(0.07013+0,00214))/2=90,337m$$

$$T5=(1500(0.00214+0.06797))/2=52,582m$$

$$T6=(8000(+0.06797+0.1083))/2=705,08m$$

$$T7=(1500(+0.1083-0.01401))/2=70,717m$$

$$T8=(5000(-0.01401-0.01638))/2=-75,975m$$

$$T9=(3500(-0.01638-0.0748))/2=-159,565m$$

$$T10=(5000(-0.0748-0.0153))/2=-225,25m$$

$$T11=(3500(-0.0153-0.0657))/2=-141,75m$$

$$T12=(25000(-0.0657-0.0239))/2=-1120m$$

$$T13=(12500(-0.0239-0.0393))/2=-395m$$

$$T14=(2000(-0.0393+0.0350))/2=-4,3m$$

$$T15=(1500(+0.0350-0.0183))/2=12,525m$$

3- Calcul de la flèche :

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

$$F1= 1.28m$$

$$F 2= 0.120m$$

$$F 3=0,0047m$$

$$F 4=1,632m$$

$$F 5= 0.921m$$

$$F 6= 31.07m$$

$$F 7= 1.666m$$

$$F 8= 0,577m$$

$$F 9= 3.637m$$

$$F 10= 5.073m$$

$$F 11= 2.870m$$

$$F 12= 25.088m$$

$$F 13= 6.241m$$

$$F 14= 0,0046m$$

$$F 15= 0,052m$$

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)
S1	6.338 0.838	Rentrant	Mm sens	2000	71.76	1.28
S2	0.838 -6.512	Saillant	diff sens	300	8,511	0.120
S3	-6.512 7.013	Rentrant	diff sens	1500	3,757	0,0047
S4	7.013 0.214	Rentrant	Mm sens	2500	90,337	1,632
S5	0.214 6.797	Rentrant	Mm sens	1500	52,582	0.921
S6	6.797 10.831	Rentrant	Mm sens	8000	705,08	31.07
S7	10.831 -1.401	Saillant	diff sens	1500	70,717	1.666
S8	-1.401 -1.638	Rentrant	Mm sens	5000	75,975	0,577
S9	-1.638 -7.483	Rentrant	Mm sens	3500	159,565	3.637
S10	-7.483 -1.531	Rentrant	Mm sens	5000	225,25	5.073
S11	-1.531 -6.579	Rentrant	Mm sens	3500	141,75	2.870
S12	-6.579 -2.394	Rentrant	Mm sens	25000	1120	25.088

S13	-2.394 -3.937	Rentrant	Mm sens	12500	395	6.241
S14	-3.937 3.505	Rentrant	diff sens	2000	4,3	0,0046
S15	3.505 -1.832	Saillant	diff sens	1500	12,525	0,052

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_A :** Origine de la clothoïde.
- K_E :** 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_m :** Abscisse du centre du cercle.
- τ :** Angle des tangentes.
- X :** Abscisse de K_E.
- Y :** Origine de K_E.
- T_K :** tangente courte.
- T_L :** tangente longue.

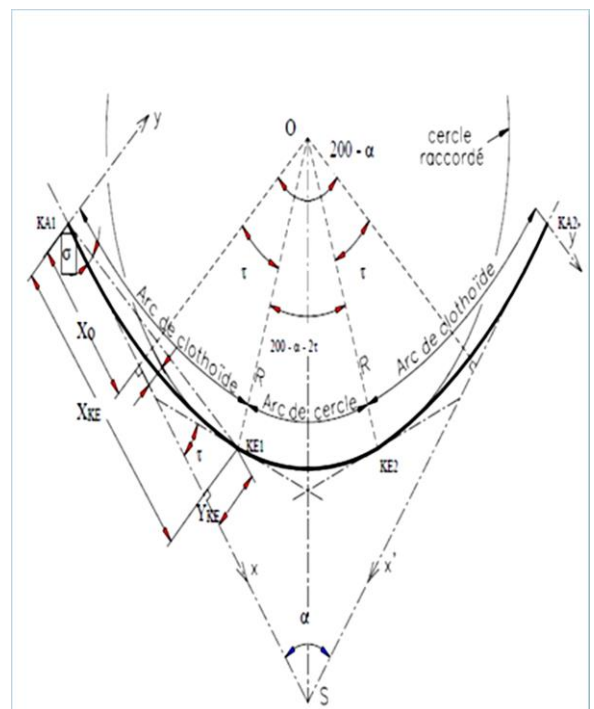


Figure IV.1 : Les éléments de la clothoïde.

S_L : Corde ($K_A - K_E$).

σ : 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.

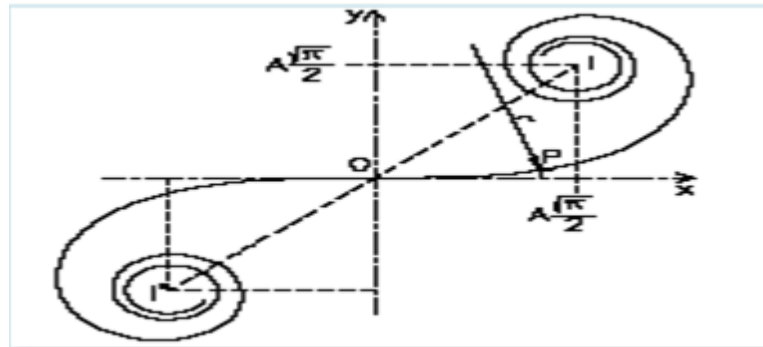


Figure IV.2 : La propriété de clothoïde.

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 raccords 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'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3° .

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

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

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

- Pour $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$
- Pour $1500 < R \leq 5000\text{m}$, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$

- Pour $R > 5000m \Rightarrow L = 7,75 (R)^{1/2}$

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).

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

IV-5-3- Condition de gauchissement :

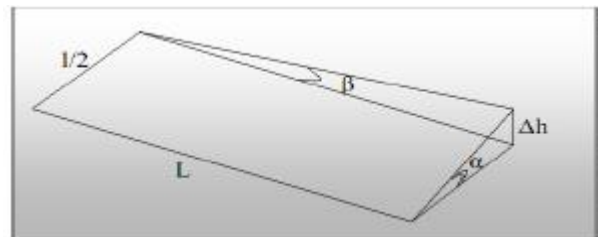
Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

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

L : Longueur de raccordement.

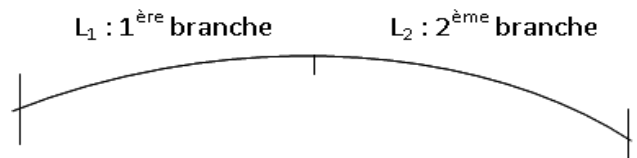
l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.



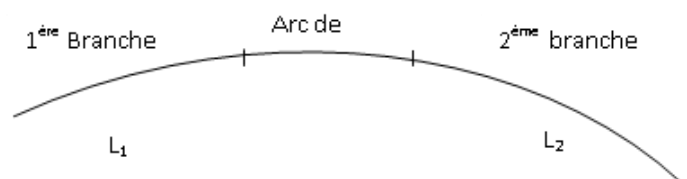
IV-5-4- La Vérification de non chevauchement :

1^{er} cas : $\tau = \frac{\beta}{2}$



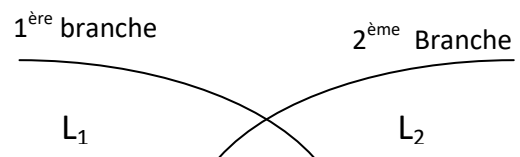
Clothoïde sans arc de cercle.

2^{ème} cas : $\tau < \frac{\beta}{2}$



Clothoïde avec arc de cercle.

3^{ème} cas : $\tau > \frac{\beta}{2}$



Clothoïde impossible.

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: $d_{min} = 3 \%$

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.

- $R_8 = 175 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_{12} = 300 \text{ m} \Rightarrow \text{RHm} < R < \text{RHN}$
- $R_{14} = 450 \text{ m} \Rightarrow \text{RHN} \leq R \leq \text{RHd}$
- $R_{15} = 200 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_{16} = 475 \text{ m} \Rightarrow \text{RHN} \leq R \leq \text{RHd}$
- $R_{19} = 150 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_{21} = R_{30} = 700 \text{ m} \Rightarrow \text{RHN} \leq R \leq \text{RHd}$
- $R_{24} = R_{26} = R_{28} = 225 \text{ m} \Rightarrow \text{RHm} < R < \text{RHN}$
- $R_{27} = 750 \text{ m} \Rightarrow \text{RHN} \leq R \leq \text{RHd}$
- $R_{22} = R_3 = 75 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_4 = R_{17} = R_{31} = R_{11} = 25 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_6 = 5 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_{20} = 50 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$
- $R_{29} = 10 \text{ m} \Rightarrow R < \text{RHm}$

R1 = 1250 m	d (R1) = -3.00 %
R2 = 500 m	d (R2) = 3.30 %
R10 = 500 m	d (R10) = 3.30 %
R18 = 500 m	d (R18) = 3.30 %
R23 = 500 m	d (R23) = 3.30 %
R5 = 250 m	d (R5) = 7.40 %
R12 = 300 m	d (R7) = 6.70 %
R14 = 450 m	d (R14) = 5.11 %

R16 = 475 m	d (R16) = 4.88 %
R21 = 700 m	d (R21) = 3.33 %
R30 = 700 m	d (R30) = 3.33 %
R24 = 225 m	d (R24) = 7.94 %
R26 = 225 m	d (R26) = 7.94 %
R28 = 225 m	d (R28) = 7.94 %
R27 = 750 m	d (R15) = 3.11 %

Tableau 24: Dévers associé aux rayons

Rayons inférieur au RHM

R7 = 125 m	d (R7) = -3.00 %
R9 = 125 m	d (R2) = -3.00 %
R13 = 125 m	d (R13) = -3.00 %
R8 = 175 m	d (R8) = -3.00 %
R15 = 200 m	d (R15) = -3.00 %
R19 = 150 m	d (R19) = -3.00 %
R22 = 75 m	d (R22) = -3.00 %
R3 = 75 m	d (R3) = -3.00 %

R4 = 25 m	d (R4) = -3.00 %
R17 = 25 m	d (R17) = -3.00 %
R31 = 25 m	d (R31) = -3.00 %
R11 = 25 m	d (R11) = -3.00 %
R6 = 5 m	d (R6) = -3.00 %
R20 = 50 m	d (R20) = -3.00 %
R29 = 10 m	d (R29) = -3.00 %

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

Exemple pour R1=1250 :

a- Condition d'optique :

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

$$L = (24.R.\Delta R)^{1/2} \Rightarrow L_1 = 173.20 \text{ m}$$

b- Condition de gauchissement :

$L_2 \geq L. \Delta d.Vr$ Avec : $\Delta d = df - di \Delta d = 8 - (-3)$; $\Delta d = 11.00 \%$

- $L = 7 \text{ m}$

- $Vr = 80 \text{ Km/h}$

$$L_2 \geq 7 \times 0.11 \times 80 \quad L_2 \geq 61.60m$$

c- Condition dynamique :

$$L_3 \geq \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127.1250} - 0.06 \right) \quad L_3 \geq -6.99m$$

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 173.20 \text{ m.}$$

Tableau IV.2: Longueur de la clothoïde.

N° Virages	Conditions					Lmax (m)	L choisie (m)	Remarques
	Optique	gauchissement	dynamique	Non Chevauchement				
	L1	L2	L3	τ (g)	$\beta/2$ (gr)			
1	173.20	61.60	-6.99	4.41	11,767	173.20	174	P.de che
2	109.54	26,32	14.50	6.97	7.50	109.54	110	P.de che
5	77.45	3,36	50.33	9.86	9.93	77.45	78	P.de che
10	109.54	26,32	14.50	6.97	4.65	109.54	110	impossible
12	84.85	7,28	38.39	9.00	11.44	84.85	85	P.de che
18	109.54	26,32	14.50	6.97	18.08	109.54	110	P.de che
14	103.92	16,18	18.48	7.35	21.70	103.92	104	P.de che
16	106.77	17,47	16.38	7.15	18.18	106.77	107	P.de che
21	129.61	26,15	4.26	5.89	10.99	129.61	130	P.de che

23	109.54	26,32	14.50	6.97	11.13	109.54	110	P.de che
24	73.48	0,336	58.30	10.39	21.87	73.48	74	P.de che
26	73.48	0,336	58.30	10.39	18.97	73.48	74	P.de che
27	134.16	27,38	2.55	5.69	12.07	134.16	135	P.de che
28	73.48	0,336	58.30	10.39	14.94	73.48	74	P.de che
30	129.61	26,15	4.26	5.89	6.67	129.61	130	P.de che

Tableau IV.2.2: Longueur de la clothoïde des rayons inferieur au RHM.

N° Virages	Conditions							
	Optique	gauchi	dynamique	Non Chevauchement		Lmax (m)	L choisie (m)	Remarques
	L1	L2	L3	τ (g)	$\beta/2$ (gr)			
3	42.42	61.60	217.57	92,340	16,732	217.57	218.00	impossible
4	24.49	61.60	695.37	885,373	28,721	695.37	696.00	impossible
6	10.95	61.60	3562.21	22 677,733	20,734	3562.21	3563	impossible
7	54.77	61.60	122.00	31,067	13,057	122.00	122.00	impossible
8	64.80	61.60	81.05	14,742	13,943	81.05	82.00	impossible
9	54.77	61.60	122.00	31,067	14,120	122.00	122.00	impossible
11	24.49	61.60	695.37	885,373	31,133	695.37	696.00	impossible
13	54.77	61.60	122.00	31,067	15,543	122.00	122.00	impossible
15	69.28	61.60	68.25	11,026	16,391	69.28	70.00	P.de che
17	24.49	61.60	695.37	885,373	16,719	695.37	696.00	impossible
19	60	61.60	98.11	20,820	27,411	98.11	100.00	P.de che
20	34.64	61.60	337.02	214,554	21,927	337.02	338	impossible
22	42.42	61.60	217.57	92,340	14,781	217.57	218.00	impossible
29	15.49	61.60	1770.44	5 635,486	18,697	1770.44	1771	impossible
31	24.49	61.60	695.37	885,373	27,918	695.37	696.00	impossible

IV-7-3 : Calcul des paramètres de clothoïde :

Tableau IV.3: Paramètres de clothoïde.

Paramètre de la clothoïde																			
N° Virages	R	L	A =√R,	α	gama	taux	XKE	YKE	Θ	Lcercle	SL	Xo	Yo	ΔR	Dcercle	DT	TK	TL	Biss
Vir 1	1250	174	466,369	176,466	14,714	4,431	173,916	4,037	1,477	29,009	173,963	86,983	1251,010	1,009	288,908	636,908	58,045	169,869	1271,661
Vir 2	500	110	234,521	185,000	1,060	7,003	109,867	4,033	2,336	18,347	109,941	54,976	501,011	1,008	8,325	228,325	36,740	105,809	503,490
Vir 5	250	78	139,642	180,140	0,140	9,931	77,810	4,056	3,315	13,020	77,916	38,969	251,020	1,014	0,550	156,550	26,106	73,704	253,072
Vir 12	300	85	159,687	177,120	4,880	9,019	84,829	4,014	3,010	14,185	84,924	42,470	301,008	1,003	22,996	192,996	28,428	80,775	304,910
Vir 14	450	104	216,333	156,600	28,700	7,356	103,861	4,006	2,454	17,348	103,938	51,980	451,005	1,001	202,868	410,868	34,746	99,828	477,471
Vir 16	475	107	225,444	163,640	22,060	7,170	106,864	4,017	2,392	17,848	106,940	53,480	476,008	1,004	164,596	378,596	35,744	102,821	495,049
Vir 18	500	110	234,521	163,840	22,220	7,003	109,867	4,033	2,336	18,347	109,941	54,976	501,011	1,008	174,515	394,515	36,740	105,809	520,865
Vir 21	700	130	301,662	178,020	10,200	5,911	129,888	4,024	1,972	21,678	129,950	64,986	701,009	1,006	112,155	372,155	43,399	125,847	710,562
Vir 23	500	110	234,521	177,740	8,320	7,003	109,867	4,033	2,336	18,347	109,941	54,976	501,011	1,008	65,345	285,345	36,740	105,809	507,740
Vir 24	225	74	129,035	156,260	22,960	10,469	73,800	4,056	3,496	12,354	73,911	36,966	226,021	1,014	81,147	229,147	24,778	69,688	238,962
Vir 26	225	74	129,035	162,060	17,160	10,469	73,800	4,056	3,496	12,354	73,911	36,966	226,021	1,014	60,648	208,648	24,778	69,688	235,373
Vir 27	750	135	318,198	175,860	12,760	5,730	134,891	4,050	1,911	22,511	134,951	67,477	751,014	1,013	150,325	420,325	45,057	130,824	763,685
Vir 28	225	74	129,035	170,120	9,100	10,469	73,800	4,056	3,496	12,354	73,911	36,966	226,021	1,014	32,162	180,162	24,778	69,688	231,341
Vir 30	700	130	301,662	186,660	1,560	5,911	129,888	4,024	1,972	21,678	129,950	64,986	701,009	1,006	17,153	277,153	43,399	125,847	703,860

Tableau: Paramètres de clothoïde pour les rayons inférieur au RHM

Vir 15	200,000	70,000	118,322	167,218	10,730	11,141	69,786	4,083	3,721	11,689	69,905	35,319	201,091	1,021	33,709	173,709	23,695	65,640	206,817
Vir 19	145,178	13,182	21,221	98,889	11,111	7,123	16,784	99,511	50,703	153,161	2,778	31,059	231,059	34,588	87,156	165,066	145,178	13,182	21,221

Paramètre de la clothoïde	
R	Rayon (m)
L	Longueur de la clothoïde (m)
$A = \sqrt{R.L}$	Paramètre de la clothoïde (m)
$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet (gr)
$\beta = 200 - \alpha$	Angle au centre (gr)
$\tau = L/2.R$	Angle des tangentes (gr)
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire (gr)
$X_{KE} = L - (L^3/40.R^2)$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.
$Y_{KE} = L^2/6.R$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.
$\Theta = \arctg(Y_{KE}/X_{KE})$	Angle Polaire (gr)
$L_{cercle} = \pi.R.\Theta/200$	Long, de la partie circulaire (m)
$SL = \sqrt{(X_{KE}^2 + Y_{KE}^2)}$	Longueur de la corde KA-KE (m)
$X_o = X_{KE} - R.\sin \tau$	Abscisse du centre (m)
$Y_o = Y_{KE} + R.\cos \tau$	Ordonnées du centre (m)
$\Delta R = L^2/24.R$	Ripage (m)
$D_{cercle} = \pi R \gamma / 200$	Développée de cercle
$DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale (m)
$TK = Y_{KE} / \sin \tau$	Tangente longue (m)
$TL = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau)$	Tangente courte (m)
Bissectrice	Bissectrice (m)

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 est 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 : permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : 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 antérieurement en tous s'effectuaient vers d'autres destinations.

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 :

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n$$

avec :

TJMA₀: le trafic à l'année zéro.

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

τ : 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 :

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

T_{eff} : 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_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

- Valeur de **K2** :

Tableau V.2 : Coefficient « K2 ».

Environnement	E1	E2	E3
K₂	0.75	0.85	0.90-0.95

- Valeurs de **K1**:

Tableau V.3: Coefficient « K1 ».

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_{th}** 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_{admet}** 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_{adm} : 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 :

- Calcul du trafic :
- -Les données de trafic pour notre projet :
 - 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.
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **P=6**

- **Dimensionnement de la voie :**

-**Calcul du TJMA de l'année de mise en service :**

$$TMJA(\text{année mise en service}) = TMJA_{\text{origine}} \times (1 + \tau)^n = 1100 \times (1 + 0.05)^3 = 1274 \text{ V/j}$$

$$TMJA_p 2025 = 1274 \text{ v/j}$$

-**Calcul du TJMA de l'année horizon (2035) :**

$$TM_{2035} = TM_{2025} \times (1 + \tau)^n = 1274 \times (1 + 0.05)^{10} = 2076 \text{ V/j}$$

$$TM_{2035} = 2076 \text{ v/j}$$

-**Trafic effectif de l'année de mise en service :**

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ] TM_{2035}$$

Pour notre cas : P = 6 (Environnement 2)

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.35) + (6 \times 0.35)] \times 2076 = 5709 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{eff}} = 5709 \text{ uvp/j}$$

V-6-1- Débit du point horaire prévisible:

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

Avec : (1/n) coefficient de pointe prise égale 0.12 (n = 8 heures)

▪ Année de mise en service :

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

$$Q = 0.12 \times 5709 \quad \Rightarrow \quad Q = 686 \text{ uvp/h}$$

V-6-2- -Débit horaire admissible:

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

Calculons tout d'abord la capacité admissible

Avec $K_1 = 0,99$ / $K_2 = 0.85$

$$C_{th} = 1800 \text{ uvp/h} \quad \Rightarrow$$

$$Q_{adm} = K_2 \times K_1 \times C_{th}$$

$$Q_{adm} = 0.99 \times 0.85 \times 1800 \quad \Rightarrow$$

$$Q_{adm} = 1515 \text{ uvp/j}$$

V-6-3- Nombre de voies :

$$N = S \times (Q/Q_{adm})$$

Avec S: Coefficient dissymétrie en général il est. égal à 2/3

$$N = (2/3) \times (686 / 1515) = 0.30 \approx 1$$

Donc: N = 1 voie / sens.

8-10- Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

TJMA/2025	1274 V/J
TM/2035	2076 V/J
Teff /	5709 uvp/j
Q	686 uvp/h
Qadm	1515 uvp/j
N	1

Tableau 19 : Récapitulatif des résultats du calcul de trafic

V-7- CONCLUSION :

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

Deux Chaussée unidirectionnelle

- le nombre de voie : 2 voies/sens
- La largeur de la chaussée : $2 \times 3.50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$
- La largeur de l'accotement : 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.

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

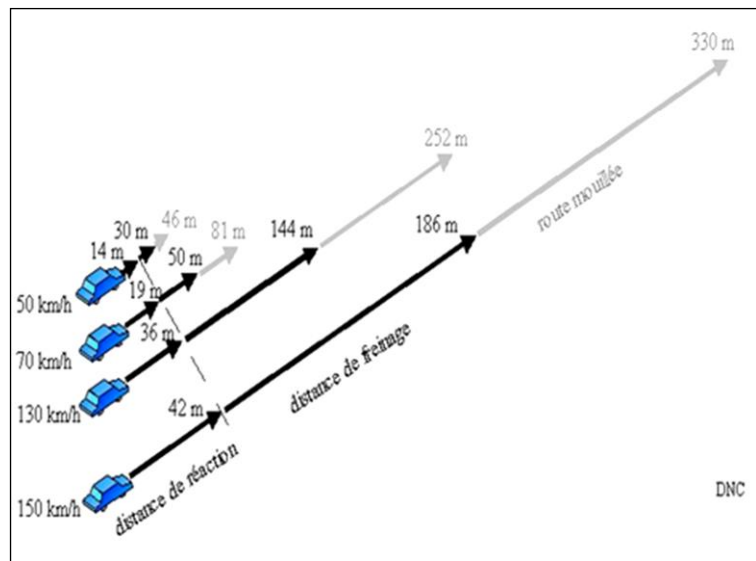


Figure VI.1.Distance de freinage.

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 :

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

❖ **En alignement droit :**

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

❖ **En rampe :**

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

❖ **En pente :**

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

VI-2-1 Application :

❖ **En alignement droit : $i = 0$;**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43)} \longrightarrow d_0=59.53\text{m}$$

❖ **En Rampe avec: $i=6.338 \%$**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43+0,06338)} \longrightarrow d_0=51.88\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 0.838 \%$**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0.43+0,00838)} \longrightarrow d_0=58.39\text{m}$$

❖ **En Pente avec $i= -6.512 \%$**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0.43-0,06512)} \longrightarrow d_0=70.165\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i =7.013 \%$**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43+0,07013)} \longrightarrow d_0=51.18\text{m}$$

❖ En Rampe avec : $i = 0.214 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 + 0,00214)} \longrightarrow d_0 = 59.24\text{m}$$

❖ En Rampe avec : $i = 6.797 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 + 0,06797)} \longrightarrow d_0 = 51.40\text{m}$$

❖ En Rampe avec : $i = 10.831 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 + 0,10831)} \longrightarrow d_0 = 47.55\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -1.401 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,01401)} \longrightarrow d_0 = 61.53\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -1.638 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,01638)} \longrightarrow d_0 = 61.89\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -7.483 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,07483)} \longrightarrow d_0 = 72.07\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -1.531 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,01531)} \longrightarrow d_0 = 61.73\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -6.579 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,06579)} \longrightarrow d_0 = 70.28\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -2.394 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,02394)} \longrightarrow d_0 = 63.04\text{m}$$

❖ En Pente avec : $i = -3.937 \%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0,03937)} \longrightarrow d_0 = 65.53\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 3.505 \%$**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0.03505)} \longrightarrow \mathbf{d_0=64.81m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -1.832 \%$**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0.43 - 0.01832)} \longrightarrow \mathbf{d_0=62.18m}$$

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.
- **$t = 0.8 \text{ s}$** 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**

$$(d) : d = d_1 + d_0$$

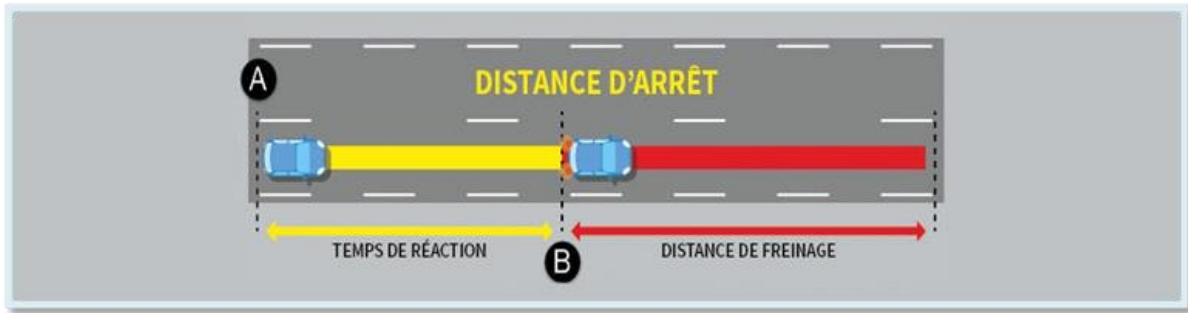


Figure VI.2: Temps de perception-réaction.

a- En alignement droit :

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

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.

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

VI.4.1 Application

a-En alignement droit :

$$Vr = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = d_0 + 0.55Vr$$

❖ **En palier avec : $i = 0$**

$$d = 59.53 + (0.55 \times 80) = 103.53 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 6.338 \%$:**

$$d = 51.88 + (0.55 \times 80) = 95.88 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 0.838 \%$:**

$$d = 58.39 + (0.55 \times 80) = 102.39 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -6.512 \%$:**

$$d = 70.165 + (0.55 \times 80) = 114.16 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 7.013 \%$**

$$d = 51.18 + (0.55 \times 80) = 95.18\text{m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 0.214 \%$**

$$d = 59.24 + (0.55 \times 80) = 103.24\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 6.797 \%$**

$$d = 51.40 + (0.55 \times 80) = 95.40\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 10.831 \%$**

$$d = 47.55 + (0.55 \times 80) = 91.55\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -1.401 \%$**

$$d = 61.53 + (0.55 \times 80) = 105.53\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -1.638 \%$**

$$d = 61.89 + (0.55 \times 80) = 105.89\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -7.483 \%$**

$$d = 72.07 + (0.55 \times 80) = 116.07\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -1.531 \%$**

$$d = 61.73 + (0.55 \times 80) = 105.73\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -6.579 \%$**

$$d = 70.28 + (0.55 \times 80) = 114.28\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -2.394 \%$**

$$d = 63.04 + (0.55 \times 80) = 107.04\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -3.937 \%$**

$$d = 65.53 + (0.55 \times 80) = 109.53\text{m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 3.505 \%$**

$$d = 64.81 + (0.55 \times 80) = 108.81\text{m}$$

❖ **En Pente avec : $i = -1.832 \%$**

$$d = 62.18 + (0.55 \times 80) = 106.18\text{m}$$

b- En courbe:

$$Vr = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times Vr$$

❖ **En palier : $i = 0$:**

$$d = (1.25 \times 59.53) + (0.55 \times 80) = 118.41 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec $i = -6.338\%$:**

$$d = (1,25 \times 51.88) + (0.55 \times 80) = 108.85 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 0.838\%$:**

$$d = (1,25 \times 58.39) + (0.55 \times 80) = 116.98 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -6.512\%$:**

$$d = (1,25 \times 70.165) + (0.55 \times 80) = 131.70 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 7.013\%$:**

$$d = (1,25 \times 51.18) + (0.55 \times 80) = 107.97 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 0.214\%$:**

$$d = (1,25 \times 59.24) + (0.55 \times 80) = 118.05 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 6.797\%$:**

$$d = (1,25 \times 51.40) + (0.55 \times 80) = 108.25 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec : $i = 10.831\%$:**

$$d = (1,25 \times 47.55) + (0.55 \times 80) = 103.43 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -1,401\%$:**

$$d = (1,25 \times 61.53) + (0.55 \times 80) = 120.91 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -1,638\%$:**

$$d = (1,25 \times 61.89) + (0.55 \times 80) = 121.36 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -7.483\%$:**

$$d = (1,25 \times 72.07) + (0.55 \times 80) = 134.08 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -1,531\%$:**

$$d = (1,25 \times 61.73) + (0.55 \times 80) = 121.16 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -6.579\%$:**

$$d = (1,25 \times 70.28) + (0.55 \times 80) = 131.85 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -2.394\%$:**

$$d = (1,25 \times 63.04) + (0.55 \times 80) = 122.80 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -3.937\%$:**

$$d = (1,25 \times 65.53) + (0.55 \times 80) = 125.91 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -3.505\%$:**

$$d = (1,25 \times 64.81) + (0.55 \times 80) = 125.01 \text{ m}$$

❖ En pente avec : $i = -1,832 \%$:

$$d = (1,25 \times 62,18) + (0,55 \times 80) = 121,72 \text{ m}$$

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.

$$d_p = d + \frac{6}{3,6} V_r \quad V_r \text{ est en Km/h}$$

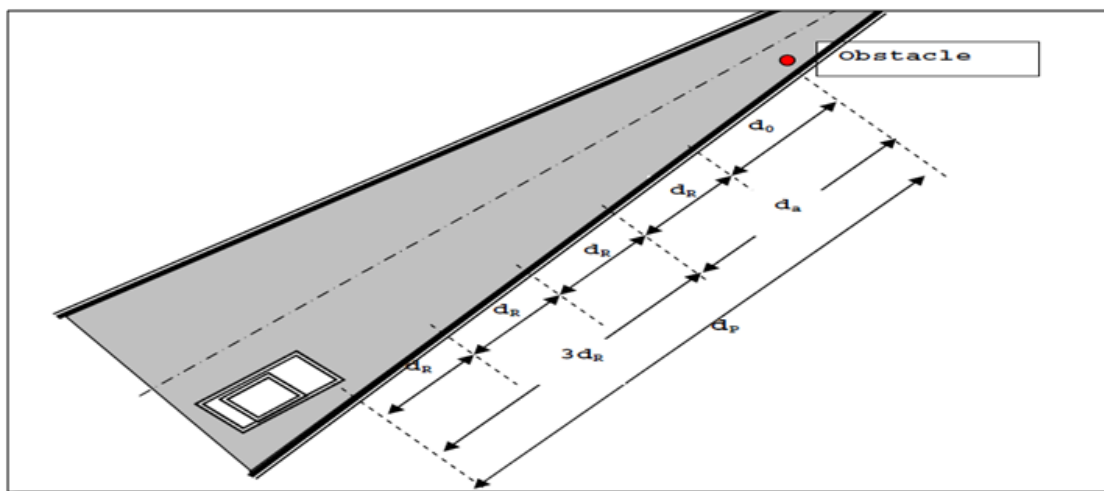


Figure VI.3 : Distance de perception.

VI-5-1- Application :

a- En alignement droit :

En palier: $d_p = 103,53 + (6/3,6) \times 80 = 234 \text{ m}$

En Rampe: $d_p = 95,88 + (6/3,6) \times 80 = 230 \text{ m}$

En rampe: $d_p = 102,39 + (6/3,6) \times 80 = 236 \text{ m}$

En pente: $d_p = 114,16 + (6/3,6) \times 80 = 248 \text{ m}$

En rampe: $d_p = 95,18 + (6/3,6) \times 80 = 229 \text{ m}$

En rampe: $d_p = 103,24 + (6/3,6) \times 80 = 237 \text{ m}$

En Rampe : $d_p = 95,40 + (6/3,6) \times 80 = 229 \text{ m}$

En Rampe : $d_p = 91,55 + (6/3,6) \times 80 = 225 \text{ m}$

En pente: $d_p = 105,53 + (6/3,6) \times 80 = 239 \text{ m}$

En pente: $d_p = 105,89 + (6/3,6) \times 80 = 240 \text{ m}$

En pente: $dp = 116.07 + (6/3,6) \times 80 = 250 \text{ m}$

En pente: $dp = 105.73 + (6/3,6) \times 80 = 240 \text{ m}$

En pente: $dp = 114.28 + (6/3,6) \times 80 = 248 \text{ m}$

En pente: $dp = 107.04 + (6/3,6) \times 80 = 241 \text{ m}$

En pente: $dp = 109.53 + (6/3,6) \times 80 = 243 \text{ m}$

En pente: $dp = 108.81 + (6/3,6) \times 80 = 243 \text{ m}$

En pente: $dp = 106.18 + (6/3,6) \times 80 = 240 \text{ m}$

b- En courbe :

En palier: $dp = 118.41 + (6/3,6) \times 80 = 252 \text{ m}$

En Rampe: $dp = 108.85 + (6/3,6) \times 80 = 243 \text{ m}$

En rampe: $dp = 116.98 + (6/3,6) \times 80 = 251 \text{ m}$

En pente: $dp = 131.70 + (6/3,6) \times 80 = 265 \text{ m}$

En rampe: $dp = 107.97 + (6/3,6) \times 80 = 242 \text{ m}$

En rampe: $dp = 118.05 + (6/3,6) \times 80 = 252 \text{ m}$

En Rampe : $dp = 108.25 + (6/3,6) \times 80 = 242 \text{ m}$

En Rampe : $dp = 103.43 + (6/3,6) \times 80 = 237 \text{ m}$

En pente: $dp = 120.91 + (6/3,6) \times 80 = 255 \text{ m}$

En pente: $dp = 121.36 + (6/3,6) \times 80 = 255 \text{ m}$

En pente: $dp = 134.08 + (6/3,6) \times 80 = 268 \text{ m}$

En pente: $dp = 121.16 + (6/3,6) \times 80 = 255 \text{ m}$

En pente: $dp = 131.85 + (6/3,6) \times 80 = 266 \text{ m}$

En pente: $dp = 122.80 + (6/3,6) \times 80 = 257 \text{ m}$

En pente: $dp = 125.91 + (6/3,6) \times 80 = 260 \text{ m}$

En pente: $dp = 125.01 + (6/3,6) \times 80 = 259 \text{ m}$

En pente: $dp = 121.72 + (6/3,6) \times 80 = 255 \text{ m}$

	dp: En alignement droit	dp: En courbe
En palier :	234	252
En Rampe avec $i = -6.338\%$:	230	243
v En rampe avec : $i = 0.838\%$:	236	251
v En pente avec $i = -6.512\%$:	248	265
v En rampe avec : $i = 7.013\%$:	229	242

En rampe avec : $i = 0.214 \%$:	237	252
En rampe avec : $i = 6.797 \%$:	229	242
En rampe avec : $i = 10.831 \%$:	225	237
En pente avec : $i = -1,401 \%$:	239	255
En pente avec : $i = -1,638 \%$:	240	255
En pente avec : $i = -7.483 \%$:	250	268
En pente avec : $i = -1,531 \%$:	240	255
En pente avec : $i = -6.579 \%$:	248	266
En pente avec : $i = -2.394 \%$:	241	257
En pente avec : $i = -3.937 \%$:	243	260
En pente avec : $i = -3.505 \%$:	243	259
En pente avec : $i = -1,832 \%$:	240	255

VI-6- ESPACEMENT ENTRE DEUX VEHICULES :

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction du second véhicule un feu arrière de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :

$$d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

d_2 : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

L : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc :

$$d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l \quad (t \text{ en s et } v \text{ en m/s})$$

Soit E l'espacement supplémentaire de sécurité :

$$E = v \times t' + l$$

Sachons que $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ et $t' = 0.75 \text{ s}$ $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + 1$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m.

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « E_s », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules T_s égale à 1,2 secondes.

$$E_s = 1,2.v \text{ ou } E_s = \frac{V}{3}$$

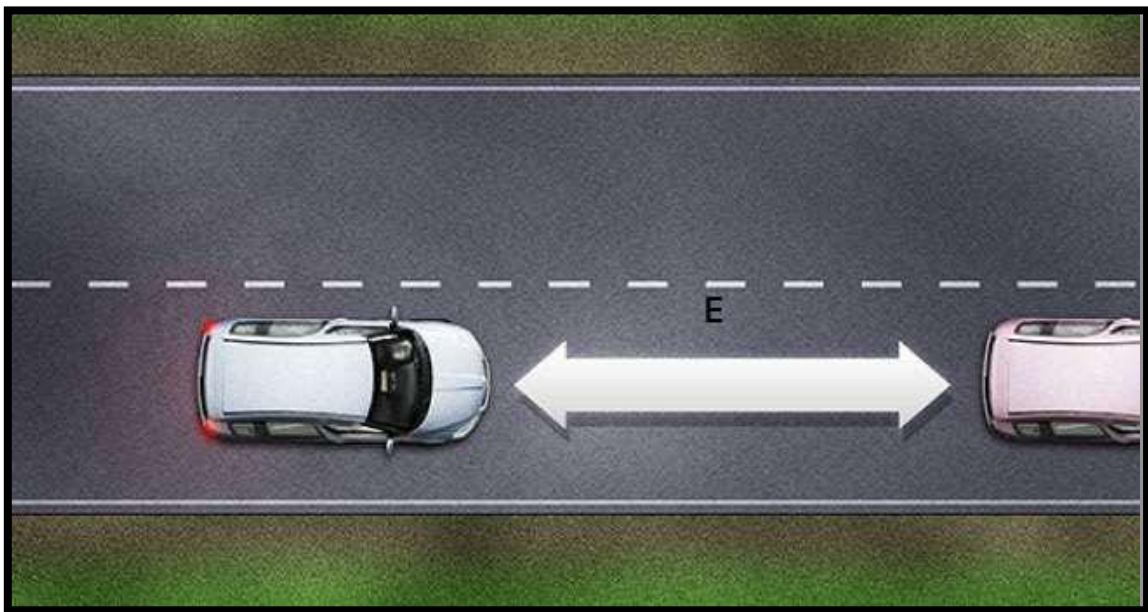


Figure VI.4 : L'espace entre deux véhicules.

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 80 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

➤ **1^{er} Cas :** $E_s = \frac{V}{5} + 1 = \frac{80}{5} + 5 = 21\text{m}$

➤ **2^{ème} Cas :** $E_s = \frac{V}{3} = \frac{80}{3} = 26,67\text{m}$

VI-7- DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSANT ET DE MANŒUVRE:

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparait en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manœuvre et de dépassement et d'arrêt :

- **dvdm** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.
- **dvdn** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.
- **dmd** : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

Tableau VI.2 : les différentes distances selon les normes B40

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
dvdm	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
dvdn	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
Dmd	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de **dvdm**, **dvdn** et **dmd** en fonction de la vitesse.

Application : Vr = 80 Km/h

$$\mathbf{dvdm} = 320\text{m}$$

$$\mathbf{dvdn} = 480\text{ m}$$

$$\mathbf{dmd} = 200\text{m}$$

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.

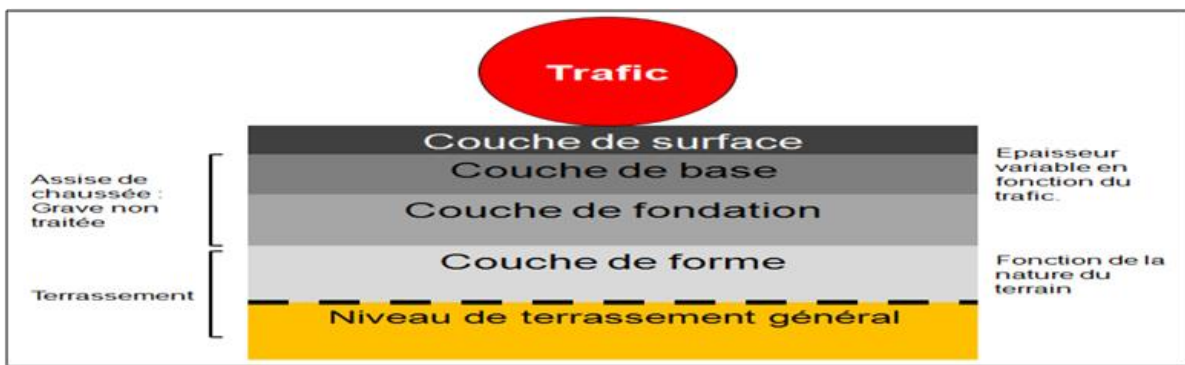


Figure VII.1 : Structure type d'une chaussée souple.

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.

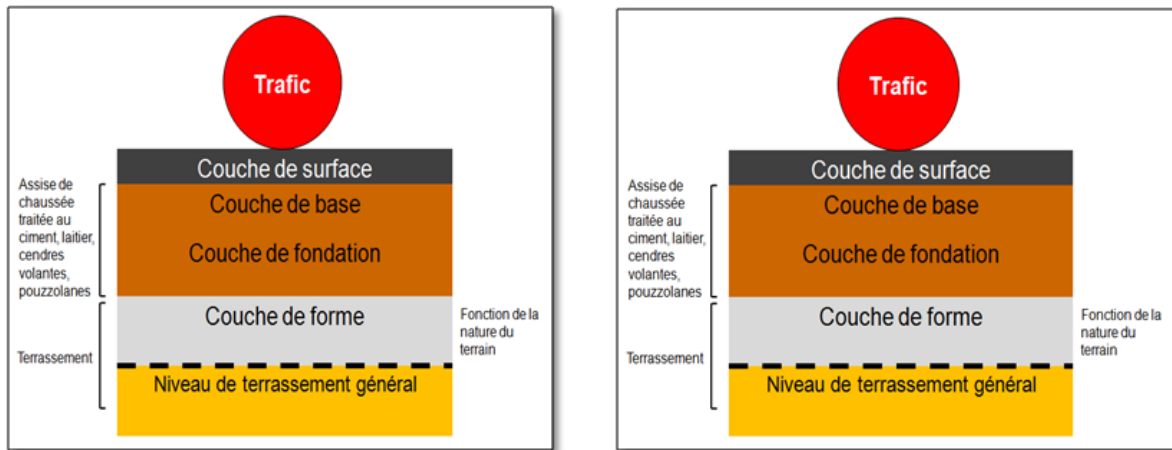


Figure VII.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide.

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 stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

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



Figure 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.

Portance	1	2	3	4
CBR	<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:

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

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:

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

a₁ × e₁ : couche de roulement

a₂ × e₂ : couche de base

a₃ × e₃ : couche de fondation

Où: **c₁, c₂, c₃** : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

Tableau VII.3: Coefficient d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.0
Grave ciment – grave laitier	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 deux voies,

✚ 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.
- ✚ ICBR = 9 (ce sol appartient à la classe (S3))

VII-5- 2- Répartition de trafic :

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

- $T_0 = TMJA \times \%PL$

- $T_0 = 1100 \times 0.35 = \mathbf{385 \text{ VPL/J}}$

- $T_1 = T_0 (1 + \tau)^n$

- $T_1 = 385 (1 + 0.05)^2 = \mathbf{425 \text{ VPL/J}}$

- $T_{10} = 425 (1 + 0.05)^{10}$

- $T_{10} = \mathbf{693 \text{ VPL/J}}$

- $$e(m) = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \cdot \log \frac{693}{10} \right)}{9 + 5}$$

- on prend : $\mathbf{e = 38 \text{ cm}}$

- Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

- L'épaisseur totale équivalente sera

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

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

TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

• Tableau 1: matériaux et coefficients d'équivalence

VII-5- 3- Epaisseur équivalente :

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

- 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 b.b à module élevé (BB) : $a_1 \times e_1 = 2 \times 5 = 10 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) : $a_2 \times e_2 = 8 \times 1,7 = 13.60 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en TUF: $a_3 \times e_3 = 25 \times 0.60 = 15.00 \text{ cm}$

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	5	10
Grave Bitume	GB	8	13.60
Couche de fondation	TUF	25	15.00
	Somme	38.00	38.60

Notre structure comporte : **5 BB + 8 GB + 25 TUF**

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

Couche de roulement	5 BB
Couche de roulement	8GB
Couche de fondation	25 TUF

Figure VII.4 : La structure de chaussée.

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 fossé :

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

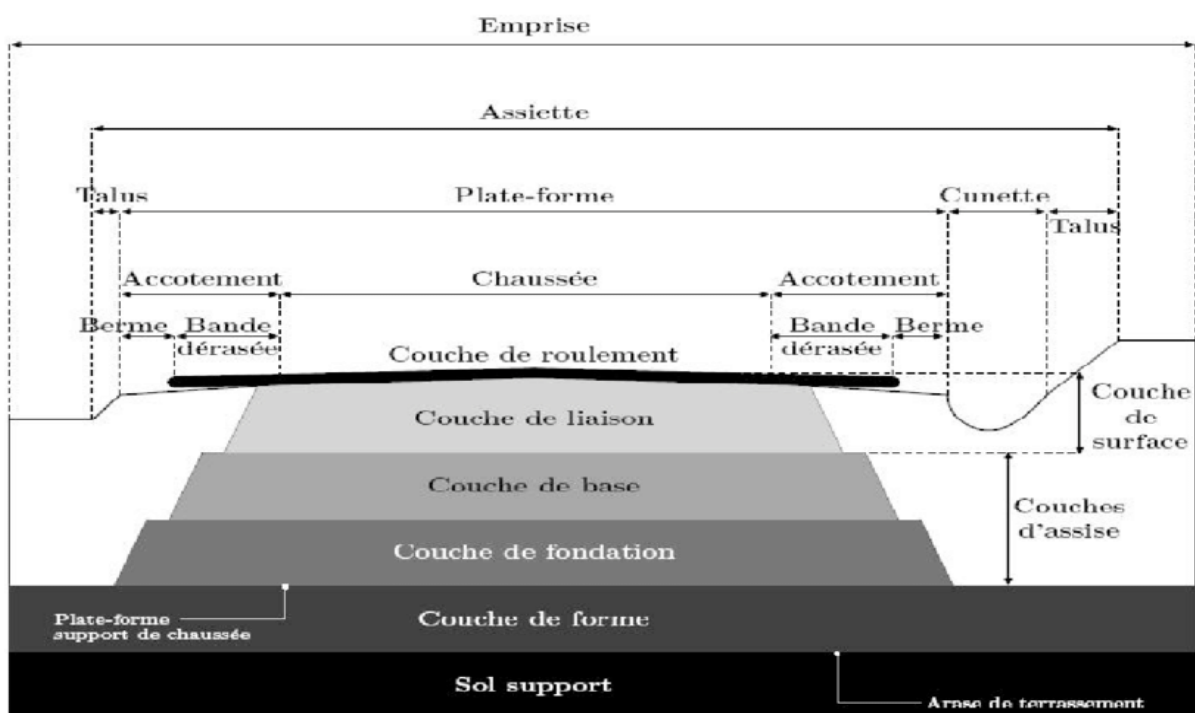


Figure VIII.1: Les éléments constitutifs du profil en travers.

VIII-4- Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à deux voies.

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

- + Chaussée : $3.50 \times 2 = 7 \text{ m}$
- + Accotement : $2.50 \times 2 = 5 \text{ m}$.
- + Plate-forme : 12 m .

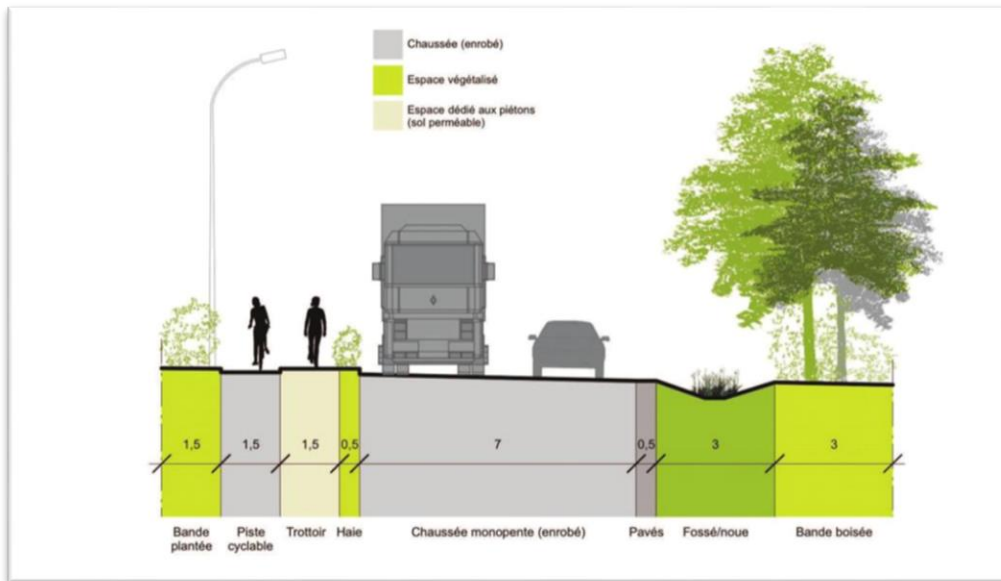


Figure VIII.2: Le profil en travers.

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

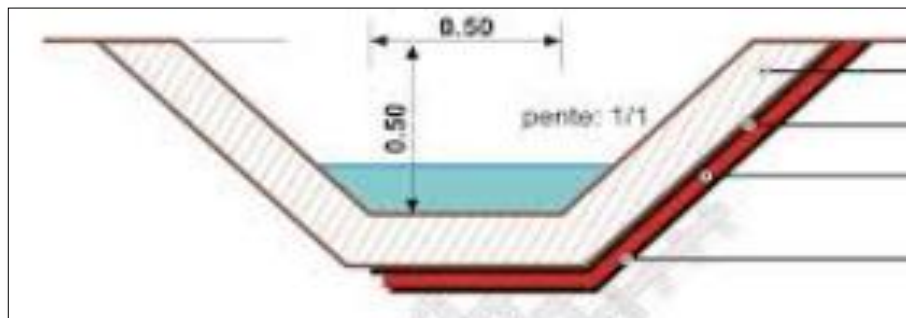


Figure VIII.3 : Dimensions du fossé.

Chapitre 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, S1, S2 et S0 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.

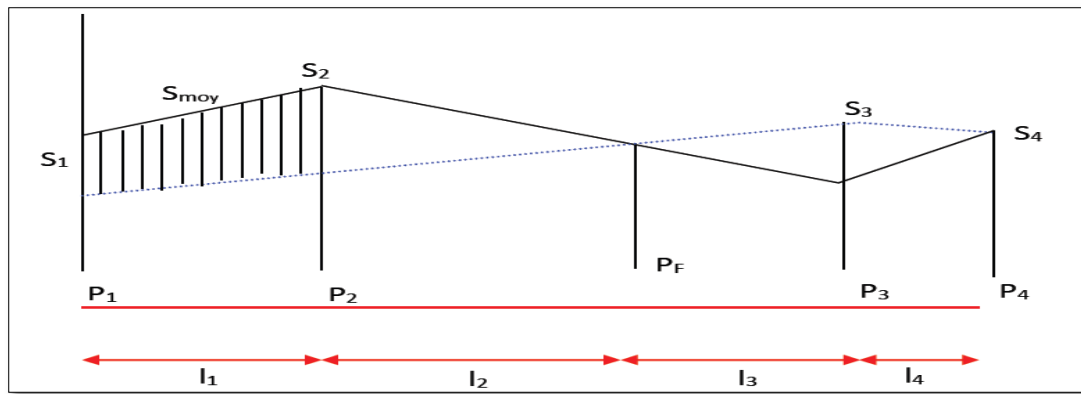


Figure IX.1: Schéma représentant la surface entre profil.

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.

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 :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

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 à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profils 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 profils 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.

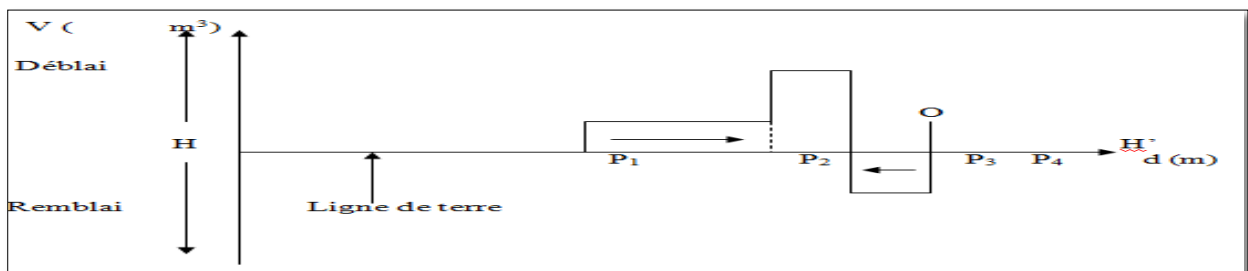


Figure IX.2 :L'épure de LALANNE.

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.

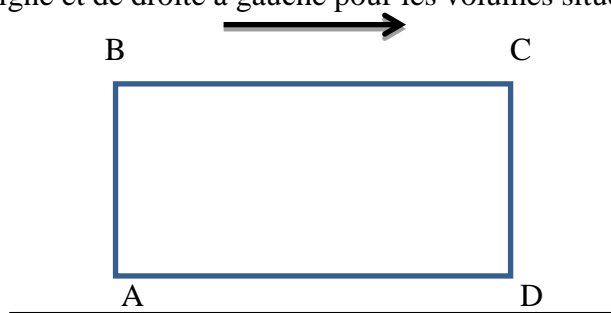


Figure IX.3 : Sens de transport.

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

Volume cumulé déblais (m³) 100 435,868

Volume cumulé remblais (m³) 10 000,962

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais (dans l'emprise de la ligne Projet)					Remblais (dans l'emprise de la ligne Projet)				
			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	-	6,570	3,843	1,669	5,511	36,208	36,208	-	0,050	0,050	0,328	0,328
P2	13,140	12,500	3,203	1,398	4,601	57,514	93,722	-	0,053	0,053	0,665	0,994
P3	25,000	18,430	3,734	1,913	5,647	104,081	197,803	-	0,035	0,035	0,652	1,646
P4	50,000	25,000	5,088	3,137	8,225	205,628	403,430	-	-	-	-	1,646
P5	75,000	25,000	7,369	5,486	12,855	321,387	724,818	-	-	-	-	1,646
P6	100,000	25,000	9,761	7,776	17,538	438,440	1 163,258	-	-	-	-	1,646
P7	125,000	25,000	14,399	11,617	26,016	650,390	1 813,648	-	-	-	-	1,646
P8	150,000	25,000	14,984	14,980	29,964	749,092	2 562,740	-	-	-	-	1,646
P9	175,000	25,000	16,681	14,975	31,657	791,418	3 354,158	-	-	-	-	1,646
P10	200,000	25,000	19,832	17,937	37,769	944,225	4 298,383	-	-	-	-	1,646
P11	225,000	25,000	23,309	21,418	44,727	1 118,169	5 416,552	-	-	-	-	1,646
P12	250,000	25,000	27,034	25,459	52,494	1 312,343	6 728,895	-	-	-	-	1,646
P13	275,000	25,000	27,617	25,700	53,318	1 332,941	8 061,836	-	-	-	-	1,646
P14	300,000	25,000	28,566	26,085	54,651	1 366,275	9 428,111	-	-	-	-	1,646
P15	325,000	25,000	26,904	26,052	52,956	1 323,891	10 752,001	-	-	-	-	1,646
P16	350,000	25,000	22,022	21,727	43,749	1 093,733	11 845,735	-	-	-	-	1,646
P17	375,000	25,000	19,838	18,056	37,894	947,357	12 793,092	-	-	-	-	1,646
P18	400,000	25,000	19,413	16,843	36,256	906,400	13 699,492	-	-	-	-	1,646
P19	425,000	25,000	14,446	11,790	26,237	655,916	14 355,408	-	-	-	-	1,646
P20	450,000	25,000	10,967	7,520	18,487	462,185	14 817,593	-	-	-	-	1,646
P21	475,000	12,616	7,066	6,202	13,269	167,397	14 984,989	-	-	-	-	1,646

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P22	475,232	12,500	7,031	6,212	13,243	165,534	15 150,523	-	-	-	-	1,646
P23	500,000	24,884	8,862	6,959	15,821	393,678	15 544,201	-	-	-	-	1,646
P24	525,000	25,000	8,375	5,630	14,005	350,127	15 894,329	-	-	-	-	1,646
P25	550,000	25,000	10,455	4,764	15,220	380,495	16 274,824	-	-	-	-	1,646
P26	575,000	25,000	8,796	4,610	13,406	335,152	16 609,976	-	0,014	0,014	0,343	1,989
P27	600,000	25,000	10,182	3,240	13,421	335,536	16 945,512	-	0,039	0,039	0,987	2,976
P28	625,000	25,000	15,981	3,888	19,869	496,735	17 442,247	-	0,301	0,301	7,513	10,489
P29	650,000	25,000	2,189	0,191	2,379	59,482	17 501,729	-	0,763	0,763	19,074	29,563
P30	675,000	25,000	7,560	5,369	12,929	323,233	17 824,962	-	-	-	-	29,563
P31	700,000	25,000	4,977	3,190	8,167	204,176	18 029,139	-	-	-	-	29,563
P32	725,000	25,000	5,094	2,330	7,424	185,611	18 214,749	-	0,026	0,026	0,644	30,207
P33	750,000	24,956	1,945	0,173	2,118	52,857	18 267,606	-	0,679	0,679	16,942	47,149
P34	774,913	12,500	-	-	-	-	18 267,606	2,574	6,221	8,795	109,942	157,092
P35	775,000	12,544	-	-	-	-	18 267,606	2,598	6,189	8,787	110,225	267,316
P36	800,000	25,000	2,907	0,332	3,239	80,977	18 348,583	-	0,569	0,569	14,223	281,539
P37	825,000	25,000	4,181	1,464	5,645	141,125	18 489,708	-	0,066	0,066	1,657	283,196
P38	850,000	25,000	0,806	-	0,806	20,149	18 509,857	0,223	1,628	1,851	46,279	329,476
P39	875,000	21,361	2,434	0,061	2,495	53,305	18 563,162	-	0,780	0,780	16,659	346,135
P40	892,723	12,195	3,332	0,185	3,517	42,893	18 606,055	-	0,971	0,971	11,837	357,972
P41	899,390	3,639	2,709	0,141	2,850	10,369	18 616,424	-	1,109	1,109	4,037	362,009
P42	900,000	12,805	2,504	0,145	2,649	33,914	18 650,338	-	1,096	1,096	14,032	376,040
P43	925,000	19,407	7,815	6,784	14,599	283,321	18 933,659	-	-	-	-	376,040
P44	938,813	8,599	9,796	6,471	16,267	139,886	19 073,545	-	-	-	-	376,040
P45	942,199	5,593	8,130	6,988	15,117	84,559	19 158,104	-	-	-	-	376,040
P46	950,000	11,279	7,326	8,026	15,351	173,146	19 331,250	-	-	-	-	376,040
P47	964,756	12,500	9,072	7,717	16,789	209,865	19 541,115	-	-	-	-	376,040
P48	975,000	17,622	13,020	10,321	23,341	411,313	19 952,428	-	-	-	-	376,040
P49	1 000,000	25,000	3,219	3,133	6,352	158,805	20 111,233	-	-	-	-	376,040
P50	1 025,000	25,000	3,737	2,600	6,337	158,428	20 269,661	-	0,043	0,043	1,083	377,123

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P51	1 050,000	13,114	4,022	0,495	4,517	59,241	20 328,902	-	0,614	0,614	8,050	385,173
P52	1 051,229	12,500	3,101	0,086	3,188	39,847	20 368,749	-	1,382	1,382	17,280	402,453
P53	1 075,000	24,386	3,559	2,865	6,424	156,652	20 525,401	-	-	-	-	402,453
P54	1 100,000	25,000	0,417	-	0,417	10,427	20 535,828	0,035	0,673	0,707	17,681	420,134
P55	1 125,000	14,647	-	-	-	-	20 535,828	3,435	5,217	8,652	126,720	546,855
P56	1 129,294	2,283	-	-	-	-	20 535,828	3,821	4,729	8,550	19,516	566,371
P57	1 129,565	1,764	-	-	-	-	20 535,828	3,851	4,699	8,550	15,083	581,453
P58	1 132,822	4,791	-	-	-	-	20 535,828	4,443	4,911	9,354	44,814	626,267
P59	1 139,147	8,589	-	-	-	-	20 535,828	6,854	7,681	14,535	124,842	751,109
P60	1 150,000	17,926	-	-	-	-	20 535,828	6,965	11,742	18,707	335,351	1 086,460
P61	1 175,000	20,211	-	-	-	-	20 535,828	3,849	4,759	8,608	173,964	1 260,423
P62	1 190,421	10,362	-	-	-	-	20 535,828	2,348	2,891	5,240	54,297	1 314,720
P63	1 195,725	4,789	0,001	-	0,001	0,007	20 535,835	1,632	2,707	4,339	20,781	1 335,501
P64	1 200,000	14,638	0,248	-	0,248	3,635	20 539,469	0,360	1,978	2,338	34,220	1 369,721
P65	1 225,000	25,000	1,632	-	1,632	40,792	20 580,261	0,342	1,370	1,712	42,790	1 412,510
P66	1 250,000	23,689	1,107	-	1,107	26,226	20 606,487	0,242	2,675	-	-	1 412,510
P67	1 272,377	12,500	2,279	1,215	3,495	43,685	20 650,171	-	0,049	0,049	0,608	1 413,118
P68	1 275,000	3,402	2,282	1,405	3,687	12,544	20 662,715	-	0,042	0,042	0,143	1 413,261
P69	1 279,182	12,500	2,213	1,598	3,810	47,628	20 710,344	-	0,031	0,031	0,388	1 413,649
P70	1 300,000	22,909	3,500	2,047	5,547	127,075	20 837,419	-	-	-	-	1 413,649
P71	1 325,000	17,314	6,507	4,267	10,774	186,545	21 023,963	-	-	-	-	1 413,649
P72	1 334,629	9,362	9,607	6,864	16,472	154,204	21 178,168	-	-	-	-	1 413,649
P73	1 343,723	7,686	12,861	10,078	22,939	176,304	21 354,471	-	-	-	-	1 413,649
P74	1 350,000	15,638	9,270	6,624	15,894	248,552	21 603,024	-	-	-	-	1 413,649
P75	1 375,000	25,000	3,289	1,958	5,247	131,166	21 734,190	-	0,000	0,000	0,002	1 413,651
P76	1 400,000	20,927	0,309	-	0,309	6,474	21 740,664	0,122	0,586	0,708	14,822	1 428,473
P77	1 416,855	11,671	-	-	-	-	21 740,664	1,304	2,534	3,838	44,795	1 473,268
P78	1 423,341	4,073	-	-	-	-	21 740,664	1,572	2,886	4,458	18,157	1 491,425
P79	1 425,000	12,226	-	-	-	-	21 740,664	1,635	2,982	4,617	56,447	1 547,872

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P80	1 447,792	12,500	-	-	-	-	21 740,664	7,949	13,050	20,999	262,482	1 810,353
P81	1 450,000	3,865	-	-	-	-	21 740,664	9,169	15,190	24,359	94,155	1 904,508
P82	1 455,523	12,500	-	-	-	-	21 740,664	11,100	17,876	28,976	362,201	2 266,709
P83	1 475,000	22,238	-	-	-	-	21 740,664	9,492	14,952	24,443	543,582	2 810,291
P84	1 500,000	25,000	-	-	-	-	21 740,664	2,822	1,192	4,015	100,363	2 910,655
P85	1 525,000	25,000	14,656	12,388	27,044	676,111	22 416,775	-	-	-	-	2 910,655
P86	1 550,000	19,200	16,005	8,322	24,327	467,075	22 883,850	-	-	-	-	2 910,655
P87	1 563,399	10,055	13,295	7,979	21,274	213,900	23 097,751	-	-	-	-	2 910,655
P88	1 570,109	5,800	10,805	8,083	18,889	109,559	23 207,309	-	-	-	-	2 910,655
P89	1 575,000	14,945	13,899	12,340	26,239	392,155	23 599,464	-	-	-	-	2 910,655
P90	1 600,000	25,000	10,021	10,809	20,830	520,761	24 120,225	-	-	-	-	2 910,655
P91	1 625,000	15,573	19,900	16,805	36,705	571,613	24 691,838	-	-	-	-	2 910,655
P92	1 631,147	12,500	14,653	12,545	27,198	339,970	25 031,807	-	-	-	-	2 910,655
P93	1 650,000	11,291	15,573	12,849	28,422	320,903	25 352,710	-	-	-	-	2 910,655
P94	1 653,728	12,500	15,872	12,990	28,862	360,775	25 713,485	-	-	-	-	2 910,655
P95	1 675,000	23,136	21,781	16,955	38,735	896,180	26 609,665	-	-	-	-	2 910,655
P96	1 700,000	25,000	16,908	14,268	31,176	779,412	27 389,077	-	-	-	-	2 910,655
P97	1 725,000	25,000	11,185	8,133	19,318	482,949	27 872,026	-	-	-	-	2 910,655
P98	1 750,000	25,000	3,243	0,329	3,572	89,307	27 961,333	-	0,531	0,531	13,263	2 923,917
P99	1 775,000	25,000	-	-	-	-	27 961,333	3,219	1,575	4,794	119,855	3 043,772
P100	1 800,000	25,000	1,061	1,006	2,067	51,682	28 013,015	0,010	0,035	0,045	1,130	3 044,902
P101	1 825,000	25,000	2,838	2,222	5,060	126,491	28 139,506	-	-	-	-	3 044,902
P102	1 850,000	25,000	4,393	3,584	7,977	199,422	28 338,928	-	-	-	-	3 044,902
P103	1 875,000	25,000	6,005	4,492	10,497	262,423	28 601,351	-	-	-	-	3 044,902
P104	1 900,000	25,000	7,063	5,699	12,762	319,051	28 920,402	-	-	-	-	3 044,902
P105	1 925,000	25,000	9,931	8,550	18,480	462,005	29 382,407	-	-	-	-	3 044,902
P106	1 950,000	17,774	12,229	11,150	23,379	415,542	29 797,949	-	-	-	-	3 044,902
P107	1 960,549	5,941	10,995	9,899	20,894	124,136	29 922,085	-	-	-	-	3 044,902
P108	1 961,882	7,226	11,096	9,773	20,869	150,793	30 072,878	-	-	-	-	3 044,902

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P109	1 975,000	19,059	10,848	10,328	21,176	403,580	30 476,458	-	-	-	-	3 044,902
P110	2 000,000	25,000	12,487	11,107	23,594	589,849	31 066,307	-	-	-	-	3 044,902
P111	2 025,000	25,000	12,160	11,824	23,984	599,599	31 665,906	-	-	-	-	3 044,902
P112	2 050,000	19,935	12,979	12,033	25,012	498,605	32 164,511	-	-	-	-	3 044,902
P113	2 064,869	12,500	12,566	11,993	24,559	306,991	32 471,502	-	-	-	-	3 044,902
P114	2 075,000	17,565	12,268	11,103	23,371	410,516	32 882,017	-	-	-	-	3 044,902
P115	2 100,000	25,000	9,515	9,660	19,175	479,377	33 361,395	-	-	-	-	3 044,902
P116	2 125,000	25,000	7,580	7,813	15,393	384,815	33 746,210	-	-	-	-	3 044,902
P117	2 150,000	19,067	4,579	4,896	9,475	180,661	33 926,871	-	-	-	-	3 044,902
P118	2 163,134	12,500	2,601	3,273	5,874	73,425	34 000,295	-	-	-	-	3 044,902
P119	2 175,000	18,433	2,289	2,863	5,152	94,966	34 095,262	0,016	-	0,016	0,295	3 045,197
P120	2 200,000	25,000	0,966	1,976	2,941	73,534	34 168,795	0,059	-	0,059	1,481	3 046,678
P121	2 225,000	25,000	1,807	2,690	4,498	112,446	34 281,241	0,022	-	0,022	0,556	3 047,234
P122	2 250,000	25,000	3,722	4,596	8,318	207,946	34 489,187	-	-	-	-	3 047,234
P123	2 275,000	25,000	6,014	6,878	12,892	322,299	34 811,486	-	-	-	-	3 047,234
P124	2 300,000	25,000	8,266	9,184	17,449	436,237	35 247,723	-	-	-	-	3 047,234
P125	2 325,000	25,000	7,975	9,146	17,121	428,017	35 675,741	-	-	-	-	3 047,234
P126	2 350,000	25,000	7,733	9,196	16,929	423,227	36 098,967	-	-	-	-	3 047,234
P127	2 375,000	25,000	6,716	8,824	15,540	388,499	36 487,467	-	-	-	-	3 047,234
P128	2 400,000	25,000	6,758	8,668	15,426	385,658	36 873,125	-	-	-	-	3 047,234
P129	2 425,000	17,245	3,459	6,208	9,667	166,713	37 039,837	-	-	-	-	3 047,234
P130	2 434,491	5,845	2,615	5,005	7,620	44,539	37 084,376	0,015	-	0,015	0,090	3 047,324
P131	2 436,690	7,665	2,779	5,187	7,966	61,059	37 145,435	0,015	-	0,015	0,117	3 047,441
P132	2 449,820	6,655	3,116	4,273	7,389	49,174	37 194,609	-	-	-	-	3 047,441
P133	2 450,000	12,590	3,110	4,294	7,403	93,206	37 287,816	-	-	-	-	3 047,441
P134	2 475,000	20,371	0,629	2,341	2,971	60,514	37 348,330	0,092	-	0,092	1,879	3 049,320
P135	2 490,743	12,500	0,391	2,895	3,286	41,076	37 389,406	0,316	-	0,316	3,954	3 053,274
P136	2 500,000	17,129	0,154	2,159	2,313	39,626	37 429,032	0,711	-	0,711	12,187	3 065,461
P137	2 525,000	25,000	2,163	4,796	6,960	173,989	37 603,021	0,031	-	0,031	0,777	3 066,239

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P138	2 550,000	25,000	5,186	7,164	12,350	308,746	37 911,767	-	-	-	-	3 066,239
P139	2 575,000	25,000	7,161	9,424	16,585	414,623	38 326,390	-	-	-	-	3 066,239
P140	2 600,000	25,000	4,783	7,172	11,956	298,888	38 625,278	-	-	-	-	3 066,239
P141	2 625,000	25,000	1,056	3,014	4,069	101,733	38 727,011	0,069	-	0,069	1,726	3 067,964
P142	2 650,000	25,000	-	0,051	0,051	1,267	38 728,278	2,745	0,833	3,578	89,442	3 157,407
P143	2 675,000	25,000	-	-	-	-	38 728,278	5,634	3,375	9,009	225,213	3 382,619
P144	2 700,000	25,000	-	-	-	-	38 728,278	5,351	2,262	7,613	190,336	3 572,955
P145	2 725,000	25,000	-	0,593	0,593	14,814	38 743,092	3,419	0,329	3,747	93,685	3 666,640
P146	2 750,000	24,938	0,158	2,194	2,352	58,664	38 801,756	0,686	-	0,686	17,115	3 683,755
P147	2 774,877	12,500	0,742	2,361	3,103	38,787	38 840,544	0,151	-	0,151	1,887	3 685,643
P148	2 775,000	12,562	0,744	2,397	3,140	39,450	38 879,993	0,149	-	0,149	1,876	3 687,518
P149	2 800,000	20,941	1,201	3,545	4,746	99,382	38 979,375	0,051	-	0,051	1,078	3 688,596
P150	2 816,882	12,500	0,345	3,046	3,390	42,379	39 021,754	0,258	-	0,258	3,219	3 691,815
P151	2 825,000	16,559	0,491	3,329	3,820	63,248	39 085,002	0,175	-	0,175	2,900	3 694,714
P152	2 850,000	25,000	2,452	3,815	6,267	156,663	39 241,666	0,022	-	0,022	0,542	3 695,256
P153	2 875,000	25,000	7,621	9,695	17,317	432,913	39 674,578	-	-	-	-	3 695,256
P154	2 900,000	25,000	8,215	10,293	18,507	462,687	40 137,266	-	-	-	-	3 695,256
P155	2 925,000	23,026	9,267	11,049	20,316	467,788	40 605,054	-	-	-	-	3 695,256
P156	2 946,051	12,500	5,403	7,749	13,151	164,393	40 769,448	-	-	-	-	3 695,256
P157	2 950,000	2,233	5,977	7,938	13,915	31,070	40 800,518	-	-	-	-	3 695,256
P158	2 950,517	12,500	6,084	7,967	14,051	175,636	40 976,154	-	-	-	-	3 695,256
P159	2 975,000	17,222	1,397	4,633	6,030	103,846	41 080,000	0,044	-	0,044	0,754	3 696,010
P160	2 984,960	12,500	3,278	6,872	10,150	126,879	41 206,878	0,018	-	0,018	0,223	3 696,233
P161	3 000,000	20,020	6,354	7,287	13,642	273,110	41 479,988	-	-	-	-	3 696,233
P162	3 025,000	17,766	6,687	10,642	17,329	307,862	41 787,850	-	-	-	-	3 696,233
P163	3 035,531	12,500	8,722	9,867	18,589	232,358	42 020,209	-	-	-	-	3 696,233
P164	3 050,000	19,734	7,332	11,722	19,054	376,026	42 396,235	-	-	-	-	3 696,233
P165	3 075,000	25,000	5,714	9,886	15,600	390,012	42 786,247	-	-	-	-	3 696,233
P166	3 100,000	25,000	5,745	10,731	16,477	411,915	43 198,162	-	-	-	-	3 696,233

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P167	3 125,000	25,000	4,833	8,423	13,256	331,390	43 529,552	-	-	-	-	3 696,233
P168	3 150,000	25,000	4,103	7,729	11,832	295,795	43 825,347	-	-	-	-	3 696,233
P169	3 175,000	25,000	4,759	7,656	12,414	310,359	44 135,706	-	-	-	-	3 696,233
P170	3 200,000	25,000	2,590	5,174	7,764	194,111	44 329,816	0,025	-	0,025	0,619	3 696,852
P171	3 225,000	25,000	3,726	6,259	9,984	249,610	44 579,426	-	-	-	-	3 696,852
P172	3 250,000	25,000	5,408	9,323	14,731	368,285	44 947,711	-	-	-	-	3 696,852
P173	3 275,000	13,606	12,665	14,103	26,767	364,190	45 311,901	-	-	-	-	3 696,852
P174	3 277,212	4,924	13,296	14,517	27,813	136,943	45 448,844	-	-	-	-	3 696,852
P175	3 284,847	11,394	14,445	15,217	29,662	337,967	45 786,811	-	-	-	-	3 696,852
P176	3 300,000	17,413	15,237	16,033	31,270	544,495	46 331,306	-	-	-	-	3 696,852
P177	3 319,673	12,500	15,745	15,805	31,549	394,368	46 725,674	-	-	-	-	3 696,852
P178	3 325,000	15,164	15,633	15,622	31,255	473,941	47 199,615	-	-	-	-	3 696,852
P179	3 350,000	14,089	15,200	14,617	29,817	420,101	47 619,716	-	-	-	-	3 696,852
P180	3 353,178	12,500	15,226	14,687	29,913	373,915	47 993,631	-	-	-	-	3 696,852
P181	3 375,000	23,411	14,170	13,435	27,604	646,242	48 639,873	-	-	-	-	3 696,852
P182	3 400,000	25,000	11,772	10,345	22,116	552,905	49 192,778	-	-	-	-	3 696,852
P183	3 425,000	25,000	8,656	7,658	16,314	407,847	49 600,625	-	-	-	-	3 696,852
P184	3 450,000	25,000	7,754	7,053	14,807	370,175	49 970,800	-	-	-	-	3 696,852
P185	3 475,000	25,000	7,086	6,744	13,831	345,763	50 316,563	-	-	-	-	3 696,852
P186	3 500,000	25,000	7,156	6,899	14,054	351,359	50 667,922	-	-	-	-	3 696,852
P187	3 525,000	14,044	7,446	7,195	14,641	205,614	50 873,536	-	-	-	-	3 696,852
P188	3 528,088	6,756	7,501	7,256	14,757	99,694	50 973,230	-	-	-	-	3 696,852
P189	3 538,511	10,956	7,942	7,706	15,648	171,443	51 144,673	-	-	-	-	3 696,852
P190	3 550,000	18,244	8,597	8,407	17,004	310,219	51 454,892	-	-	-	-	3 696,852
P191	3 575,000	25,000	10,450	10,406	20,856	521,394	51 976,287	-	-	-	-	3 696,852
P192	3 600,000	25,000	13,710	13,534	27,244	681,099	52 657,386	-	-	-	-	3 696,852
P193	3 625,000	25,000	16,984	16,920	33,903	847,585	53 504,971	-	-	-	-	3 696,852
P194	3 650,000	25,000	19,436	18,659	38,095	952,377	54 457,347	-	-	-	-	3 696,852
P195	3 675,000	21,552	20,881	19,980	40,861	880,649	55 337,997	-	-	-	-	3 696,852

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P196	3 693,105	12,500	21,493	20,434	41,927	524,087	55 862,084	-	-	-	-	3 696,852
P197	3 700,000	15,948	21,995	20,099	42,094	671,301	56 533,384	-	-	-	-	3 696,852
P198	3 725,000	25,000	21,783	20,516	42,299	1 057,480	57 590,865	-	-	-	-	3 696,852
P199	3 750,000	25,000	21,105	19,190	40,295	1 007,377	58 598,242	-	-	-	-	3 696,852
P200	3 775,000	25,000	20,154	19,063	39,217	980,423	59 578,665	-	-	-	-	3 696,852
P201	3 800,000	25,000	20,607	19,090	39,697	992,431	60 571,096	-	-	-	-	3 696,852
P202	3 825,000	25,000	21,889	20,261	42,150	1 053,749	61 624,844	-	-	-	-	3 696,852
P203	3 850,000	23,603	23,385	22,028	45,412	1 071,886	62 696,731	-	-	-	-	3 696,852
P204	3 872,207	12,500	25,602	23,876	49,478	618,474	63 315,205	-	-	-	-	3 696,852
P205	3 875,000	13,897	25,779	24,073	49,852	692,769	64 007,974	-	-	-	-	3 696,852
P206	3 900,000	25,000	26,472	25,073	51,546	1 288,638	65 296,612	-	-	-	-	3 696,852
P207	3 925,000	25,000	27,841	26,296	54,137	1 353,428	66 650,040	-	-	-	-	3 696,852
P208	3 950,000	25,000	29,252	27,959	57,211	1 430,282	68 080,322	-	-	-	-	3 696,852
P209	3 975,000	25,000	29,986	28,896	58,882	1 472,048	69 552,370	-	-	-	-	3 696,852
P210	4 000,000	25,000	30,669	29,599	60,268	1 506,708	71 059,078	-	-	-	-	3 696,852
P211	4 025,000	25,000	30,184	29,422	59,605	1 490,132	72 549,210	-	-	-	-	3 696,852
P212	4 050,000	25,000	29,853	28,609	58,462	1 461,551	74 010,761	-	-	-	-	3 696,852
P213	4 075,000	25,000	29,114	28,337	57,451	1 436,276	75 447,037	-	-	-	-	3 696,852
P214	4 100,000	25,000	28,135	27,455	55,590	1 389,753	76 836,790	-	-	-	-	3 696,852
P215	4 125,000	25,000	25,981	25,413	51,394	1 284,857	78 121,647	-	-	-	-	3 696,852
P216	4 150,000	25,000	23,934	23,883	47,817	1 195,420	79 317,067	-	-	-	-	3 696,852
P217	4 175,000	13,418	21,498	21,204	42,701	572,975	79 890,042	-	-	-	-	3 696,852
P218	4 176,836	8,777	21,312	21,035	42,347	371,691	80 261,734	-	-	-	-	3 696,852
P219	4 192,555	11,582	19,703	19,572	39,275	454,868	80 716,602	-	-	-	-	3 696,852
P220	4 200,000	16,223	18,934	18,863	37,797	613,169	81 329,770	-	-	-	-	3 696,852
P221	4 225,000	25,000	16,224	16,277	32,501	812,515	82 142,286	-	-	-	-	3 696,852
P222	4 250,000	25,000	12,395	11,604	24,000	599,989	82 742,275	-	-	-	-	3 696,852
P223	4 275,000	25,000	9,543	9,258	18,801	470,017	83 212,292	-	-	-	-	3 696,852
P224	4 300,000	25,000	8,114	8,003	16,117	402,925	83 615,217	-	-	-	-	3 696,852

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P225	4 325,000	13,346	5,825	5,819	11,643	155,388	83 770,604	-	-	-	-	3 696,852
P226	4 326,691	12,500	5,598	5,584	11,182	139,776	83 910,381	-	-	-	-	3 696,852
P227	4 350,000	20,903	0,923	0,971	1,894	39,581	83 949,962	0,040	0,039	0,079	1,648	3 698,501
P228	4 368,496	12,500	-	-	-	-	83 949,962	1,882	1,893	3,775	47,189	3 745,690
P229	4 375,000	15,752	-	-	-	-	83 949,962	2,736	2,795	5,531	87,126	3 832,816
P230	4 400,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	5,062	6,226	11,287	282,187	4 115,004
P231	4 425,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	8,177	9,236	17,414	435,344	4 550,347
P232	4 450,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	10,327	11,743	22,071	551,770	5 102,118
P233	4 475,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	13,860	15,132	28,991	724,781	5 826,899
P234	4 500,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	15,213	16,163	31,376	784,389	6 611,287
P235	4 525,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	13,007	12,730	25,737	643,427	7 254,715
P236	4 550,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	10,863	10,527	21,390	534,750	7 789,465
P237	4 575,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	10,724	10,512	21,236	530,906	8 320,371
P238	4 600,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	9,147	8,115	17,261	431,528	8 751,899
P239	4 625,000	25,000	-	-	-	-	83 949,962	7,053	6,096	13,149	328,728	9 080,626
P240	4 650,000	13,981	-	-	-	-	83 949,962	5,806	5,287	11,093	155,091	9 235,718
P241	4 652,962	12,500	-	-	-	-	83 949,962	5,994	5,132	11,126	139,076	9 374,793
P242	4 675,000	23,519	-	-	-	-	83 949,962	3,675	2,845	6,520	153,347	9 528,141
P243	4 700,000	25,000	-	0,313	0,313	7,832	83 957,794	1,792	0,207	1,999	49,987	9 578,128
P244	4 725,000	25,000	0,839	1,700	2,539	63,476	84 021,270	0,062	-	0,062	1,540	9 579,668
P245	4 750,000	25,000	3,446	4,499	7,945	198,627	84 219,896	-	-	-	-	9 579,668
P246	4 775,000	25,000	5,065	5,948	11,013	275,326	84 495,222	-	-	-	-	9 579,668
P247	4 800,000	25,000	6,088	6,766	12,854	321,355	84 816,577	-	-	-	-	9 579,668
P248	4 825,000	25,000	6,688	6,755	13,443	336,086	85 152,663	-	-	-	-	9 579,668
P249	4 850,000	25,000	6,310	6,813	13,123	328,080	85 480,743	-	-	-	-	9 579,668
P250	4 875,000	25,000	4,367	4,925	9,291	232,285	85 713,028	-	-	-	-	9 579,668
P251	4 900,000	25,000	3,606	3,991	7,596	189,912	85 902,940	-	-	-	-	9 579,668
P252	4 925,000	25,000	3,363	3,743	7,107	177,663	86 080,603	-	-	-	-	9 579,668
P253	4 950,000	25,000	2,643	3,120	5,763	144,080	86 224,683	-	-	-	-	9 579,668

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P254	4 975,000	25,000	3,819	4,152	7,971	199,278	86 423,961	-	-	-	-	9 579,668
P255	5 000,000	25,000	4,168	3,835	8,003	200,065	86 624,026	-	-	-	-	9 579,668
P256	5 025,000	25,000	4,911	4,629	9,540	238,499	86 862,525	-	-	-	-	9 579,668
P257	5 050,000	25,000	5,932	7,237	13,169	329,234	87 191,758	-	-	-	-	9 579,668
P258	5 075,000	25,000	5,270	7,093	12,363	309,063	87 500,822	-	-	-	-	9 579,668
P259	5 100,000	25,000	4,222	6,318	10,540	263,510	87 764,332	-	-	-	-	9 579,668
P260	5 125,000	25,000	3,531	4,898	8,429	210,724	87 975,056	-	-	-	-	9 579,668
P261	5 150,000	25,000	0,183	2,389	2,572	64,304	88 039,360	0,103	-	0,103	2,564	9 582,232
P262	5 175,000	25,000	-	1,022	1,022	25,549	88 064,909	1,119	0,015	1,134	28,348	9 610,580
P263	5 200,000	25,000	-	0,251	0,251	6,283	88 071,192	2,530	0,587	3,117	77,921	9 688,500
P264	5 225,000	25,000	-	0,010	0,010	0,242	88 071,434	2,779	1,078	3,857	96,428	9 784,928
P265	5 250,000	25,000	-	-	-	-	88 071,434	1,572	0,870	2,442	61,056	9 845,985
P266	5 275,000	25,000	-	-	-	-	88 071,434	1,478	0,923	2,401	60,031	9 906,016
P267	5 300,000	25,000	-	-	-	-	88 071,434	0,803	1,067	1,871	46,770	9 952,786
P268	5 325,000	25,000	129,866	63,405	193,272	4 831,793	92 903,228	-	1,317	1,317	32,924	9 985,710
P269	5 350,000	25,000	1,435	0,708	2,142	53,559	92 956,787	0,008	0,059	0,067	1,681	9 987,391
P270	5 375,000	25,000	4,630	3,318	7,948	198,700	93 155,487	-	-	-	-	9 987,391
P271	5 400,000	25,000	5,444	4,082	9,526	238,144	93 393,631	-	-	-	-	9 987,391
P272	5 425,000	25,000	4,492	3,850	8,342	208,544	93 602,175	-	-	-	-	9 987,391
P273	5 450,000	24,797	3,313	1,826	5,139	127,422	93 729,598	-	0,036	0,036	0,885	9 988,276
P274	5 474,593	12,500	3,730	2,125	5,855	73,193	93 802,790	-	0,024	0,024	0,306	9 988,582
P275	5 475,000	12,703	3,825	2,217	6,042	76,755	93 879,545	-	0,021	0,021	0,271	9 988,854
P276	5 500,000	25,000	2,976	1,385	4,361	109,031	93 988,576	-	0,052	0,052	1,296	9 990,150
P277	5 525,000	25,000	2,926	0,500	3,425	85,635	94 074,211	-	0,364	0,364	9,089	9 999,238
P278	5 550,000	25,000	3,553	1,247	4,800	119,995	94 194,206	-	0,065	0,065	1,623	10 000,861
P279	5 575,000	15,132	7,287	5,508	12,796	193,617	94 387,823	-	-	-	-	10 000,861
P280	5 580,263	4,066	8,455	6,433	14,888	60,530	94 448,353	-	-	-	-	10 000,861
P281	5 583,131	4,371	8,852	6,941	15,793	69,032	94 517,385	-	-	-	-	10 000,861
P282	5 589,005	8,434	8,330	7,123	15,453	130,336	94 647,722	-	-	-	-	10 000,861

Chapitre IX

Cubatures et mouvements des terres

P283	5 600,000	17,997	8,189	6,874	15,063	271,099	94 918,820	-	-	-	-	10 000,861
P284	5 625,000	16,885	10,523	7,634	18,157	306,582	95 225,402	-	-	-	-	10 000,861
P285	5 633,771	12,500	11,611	9,056	20,667	258,332	95 483,734	-	-	-	-	10 000,861
P286	5 650,000	20,615	12,689	10,952	23,641	487,355	95 971,089	-	-	-	-	10 000,861
P287	5 675,000	25,000	13,718	11,179	24,896	622,412	96 593,500	-	-	-	-	10 000,861
P288	5 700,000	25,000	12,857	9,313	22,170	554,241	97 147,741	-	-	-	-	10 000,861
P289	5 725,000	25,000	9,904	7,557	17,461	436,523	97 584,264	-	-	-	-	10 000,861
P290	5 750,000	25,000	11,766	9,515	21,281	532,021	98 116,285	-	-	-	-	10 000,861
P291	5 775,000	15,247	10,977	8,207	19,184	292,492	98 408,777	-	-	-	-	10 000,861
P292	5 780,494	7,175	10,347	7,576	17,923	128,599	98 537,375	-	-	-	-	10 000,861
P293	5 789,350	9,753	8,842	7,595	16,437	160,314	98 697,689	-	-	-	-	10 000,861
P294	5 800,000	10,963	10,071	9,357	19,427	212,990	98 910,679	-	-	-	-	10 000,861
P295	5 811,277	12,500	10,459	8,901	19,360	241,994	99 152,673	-	-	-	-	10 000,861
P296	5 825,000	19,361	10,528	9,687	20,215	391,388	99 544,061	-	-	-	-	10 000,861
P297	5 850,000	25,000	10,193	9,500	19,693	492,336	100 036,397	-	-	-	-	10 000,861
P298	5 875,000	25,000	6,902	5,969	12,871	321,781	100 358,179	-	-	-	-	10 000,861
P299	5 900,000	13,032	3,348	2,394	5,742	74,828	100 433,007	-	0,007	0,007	0,093	10 000,954
P300	5 901,065	0,532	3,197	2,177	5,375	2,861	100 435,868	-	0,015	0,015	0,008	10 000,962

Volume de déblai total : 100 435,868 m³

Volume de remblai : 10 000,962 m³

Excès de déblai : 90 434,906 m³

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 :

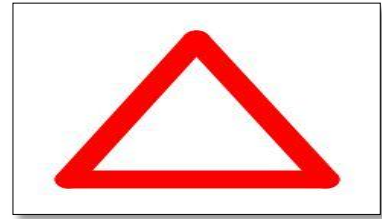
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- Signalisation avancée.
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

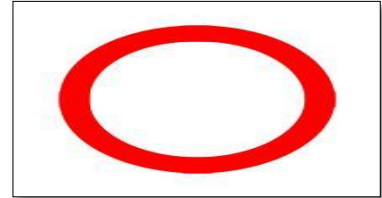
❖ **Signaux de danger :**

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.

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 :

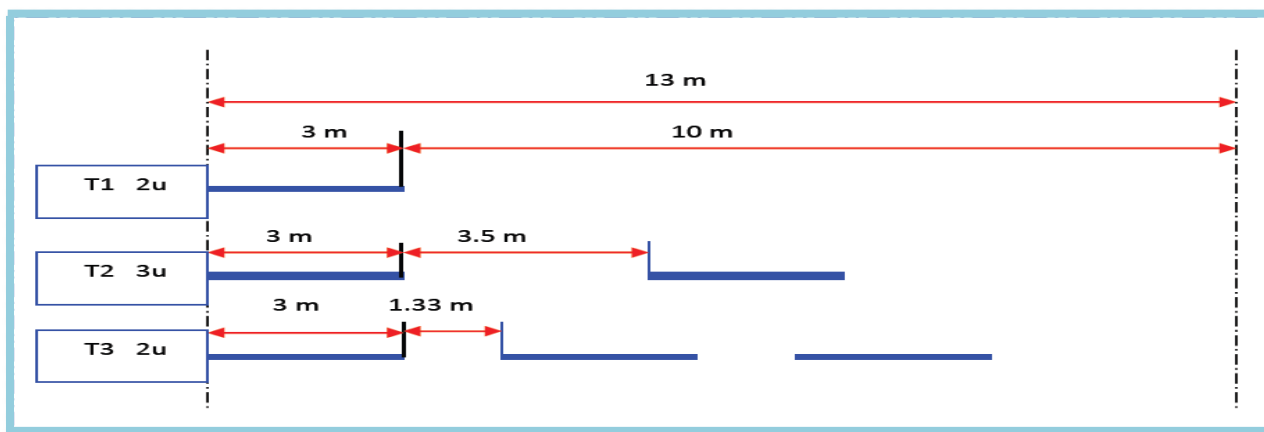


Figure XI.1 : Types de modulation.

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

Tableau. X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	~ 1/3
T2	3.00	3.5	~1
T3	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 mmarquage :**

- **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 : Flèche 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 unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm 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 :**










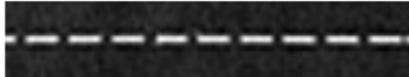
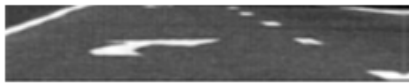



			
A1b Virage à gauche	A1a Virage à droite	AB3a Céder le passage à l'intersection. Signal de position	
			
AB6 Indication du caractère prioritaire d'une route	Passage piéton	AB25 Carrefour à sens giratoire	B6d Arrêt et stationnement interdits

Tableau X.3 : signalisation verticale.

✚ Signalisation horizontale :

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

	<p>Ligne d'avertissement : Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.</p>
	<p>Flèches de rabattement : Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.</p>
	<p>Ligne mixte : Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.</p>
	<p>Ligne de rive trait : Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.</p>
	<p>Hachurage : Sur le nez d'îlot.</p>

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 :

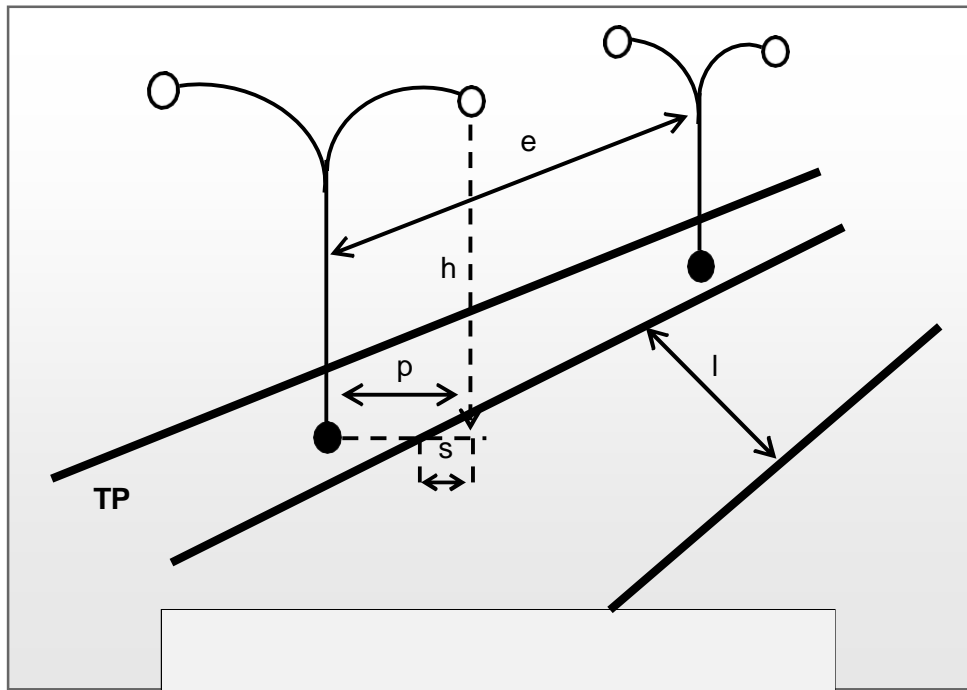
- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

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.

- 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

Réseau d'Assainissement

ASSAINISSEMENT

XI-1- Introduction :

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

L'eau est la première ennemie de la route car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur

(Glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) Et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

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

- Pour les chaussées :

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

- Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.

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

XI-2-Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux de ruissellement de surface de chaussée

(Danger d'aquaplaning).

- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- Réduction du coût d'entretien.

- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

XI-3-Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels superficiels ou enterrés.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

XI-4-Quelques définitions :

4-1-Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

4-2 -Collecteur principal (canalisation) :

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

4-3- Chambre de visite (cheminée) :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

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

4-4- Sacs :

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

4-5 -Gueule de loup, grille d'introductions et gueulard :

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

4-6- Les regards :

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

4-7- Buses et dalots :

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalot.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement

XI -5- Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

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

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

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

5-1-Fossé de crête de déblai :

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

5-2-Descentes d'eau :

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

XI -6- Le drainage des eaux internes :**6-1-Notions générales sur le drainage :**

Le drainage routier correspond à la collecte et à l'évacuation des eaux présentes dans le sol support et dans la chaussée. Il constitue l'un des quatre volets du domaine de l'assainissement routier avec la collecte et l'évacuation des eaux de surface (assainissement superficiel), le rétablissement des écoulements naturels et le traitement de la pollution routière.

Le drainage participe de façon essentielle au bon comportement mécanique de la chaussée et contribue ainsi largement à la pérennité des ouvrages routiers.

6-2-Les eaux internes à drainer proviennent :

- des infiltrations au travers de la chaussée, vers les interfaces couches de chaussée
- des infiltrations depuis les accotements, vers les interfaces couches de chaussée, alimentées par la plate-forme ;
- des venues d'eau issues de l'environnement latéral, vers les interfaces

Le sol support, et qui ont pour origines les bassins versants, les déblais et les émergences de nappe phréatique.

Même si les réseaux de drainage et d'assainissement rejoignent souvent des exutoires communs, il est indispensable de les différencier. En effet, ces deux réseaux remplissent des fonctions distinctes : en particulier, le réseau de drainage qui véhicule une eau propre ne doit en aucun cas être perturbé par les eaux de ruissellement, souvent polluées (boues, huiles, végétation, etc.) et ce débit plus conséquent (pour éviter une mise en charge).

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		PU (DA)	MONTANT
1	Décapage de la plate-forme y compris décaissement et finition de la plate-forme, arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre sur une ép 0,20 cm	m ²	13962,387	550	7 679 312,85
2	Déblais	m ³	100 435,868	2000	200 871 736,00
3	Remblais	m ³	10 000,961	100	1 000 096,10
Corps de chaussée					
4	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	5060.107	12 000	60 721 284,00
5	F/mise en œuvre de la couche en Grave Bitumineux 0/14 sur une ép : de 8 cm	T	8294,445	10 000	82 944 450,00
6	Rechargement de la plate-forme en TUF sur une ép : de 25 cm y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	M3	17703.00	1400	24 784 200,00
Assainissement					
7	Fossé en béton	ML	11802.00	4500	53 109 000,00
Signalisation					
8	Ligne axiale de séparation de voies	ML	5901.00	250	1 475 250,00
9	Ligne de rive de chaussée (Limite BAU)	ML	11802.00	250	2 950 500,00
MONTANT EN H T					435 535 828,95
TVA 19%					82 751 807,50
MONTANT EN TTC					518 287 636,45

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, 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 existantes 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.

Bibliographie

B 40

Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers

- Niveaux de service et normes
- Manuel d'utilisation

Les travaux Publics

R. ALLARD et G. KIENERT

Métré de travaux Publics

P. PEYRONNET

Voies de communications

Nicolas BOS

Cour de Routes

F.Z KALLI

Mémoires

projet de route - Mémoire d'ingénieur