



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



N° d'ordre : M ...../GCA/2022

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTERACADEMIQUE

**Filière : Travaux Publics**

**Spécialité : VOA**

*Thème*

**ETUDE D'EVITEMENT MENDAS RELIANT LA WILAYA DE GHILIZENE  
LA WILAYA DE CHLEF SUR 5 KM**

**Présenté par :**

**-Mr. Abbassa Amar**

**- Mr.Ammour Oualid**

***Soutenu le13/ 07/ 2021 devant le jury composé de :***

**Président:** Mme. Moustifa

**Examineur:** Mr .Cherif Mourad

**Invité d'honneur:** Mr . Cherif Mourad

**Encadrant :** Mme. Guerzou Tourkia

**Co-Encadrant:**Mr. Zalmat Yacine

**Année Universitaire : 2022 / 2023**

## RESUME

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste à étudier en avant-projet sommaire et en avant-projet détaillée d'un évitement reliant la wilaya de Relizane avec la wilaya Mendes en ville Zammoura sur 5 Km et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier

Dans notre projet de bretelle autoroutière, 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 01. Et

- Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA (2016)) = 1100 V/j
- Pourcentage de poids lourds : 35%
- Taux d'accroissement = 5%
- Durée d'étude et d'exécution : n = 4 ans
- Durée de vie : 20 ans

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

## ABSTRACT

Our end-of-study project is a part of a new route which consists of studying a preliminary and detailed preliminary draft of a sidestep road section connecting Mostaganem district with Chelef district in OULED BOUGHALEM city on 3 km and this within the framework of the forecasts of the national regional planning scheme of the road master plan

In our project, we have introduced connection curves long the two roads, respecting the standards imposed by the B40 to ensure the comfort and safety of the user because any negligence can be deadly.

The category of our road is cat 01. And

- Average Annual Daily Traffic TJMA (2016) = 1100V / d
- The percentage (%) of heavy vehicles Z = 35%
- Annual traffic growth ratio  $\tau$  = %
- Study and execution time: n = 4 years
- Lifespan: 20 years

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

## مختصرة نبذة

مشروع نهاية الدراسة هو جزء من مسار جديد يتكون من دراسة مسودة أولية و مفصلة لطريق اجتنابي الرابط بين ولاية مستغانم و ولاية الشلف في مدينة اولاد بو غالم بطول 5 كم وهذا في إطار توقعات مخطط التخطيط الإقليمي الوطني للخطة الرئيسية للطريق

في مشروع منحدر الطريق السريع،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 01. و

- متوسط الحركة اليومية =1100 TJMA (2016)س.ح.ث / يوم
- النسبة المئوية (%) من مركبات البضائع الثقيلة =35%
- معدل نمو الحركة السنوية =5%
- وقت الدراسة و التنفيذ: ن = 4 سنوات
- عمر الطريق: 20 سنة

# SOMMAIRE

Dédicace

Remerciement

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale ..... 01

## Chapitre I : Présentation et contexte du projet

I-1- Contexte de projet ..... 03

I-2 - Découpage administratif .....04

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

I-4 -Infrastructures portuaires ..... 04

I-5-Donnes de base ..... 04

I-5-1- levé topographique ..... 04

I-5-2-Catégorie de la route ..... 05

I-5-3-Trafic ..... 05

## Chapitre II : Etude des variantes

II-1-Tracé En Plan ..... 07

II-1-1-Définition ..... 07

II-1-2-Règles à respecter dans le tracé en plan ..... 07

II-1-3-Les éléments de tracé en plan ..... 07

II-1-3-1-Alignement droit ..... 08

II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements ..... 08

II-1-3-3- Arcs en cercle ..... 08

II-1-4- Les variantes ..... 09

II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre ..... 09

II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires .....	10
II-1-4-3- Environnement de la route .....	11
II-1-4-4- La vitesse de référence .....	11
II-1-4-5- Courbes en plan .....	11
II-1-4-6- Calcul des Cubatures Approchées .....	12
II-2- Etude des variantes.....	14
II-2-1- Etude de la variante 1 .....	14
II-2-1-1- Introduction .....	14
II-2-1-2- Les coordonnées des sommets .....	15
II-2-1-3- Calcul de gisements et des angles au centre .....	15
II-2-1-4- Environnement de la route .....	15
II-2-1-5- La vitesse de référence .....	21
II-2-1-6- Stabilité en courbe .....	21
II-2-1-7- Détermination des éléments des raccordements circulaire .....	23
II-2-1-8- Cubatures Approchées .....	24
II-2-2-Etude de la variante 2 .....	27
II-2-2-1- les coordonnées des sommets .....	27
II-2-2-2- Calcul de gisements et des angles au centre .....	27
II-2-2-3- Environnement de la route .....	79
II-2-2-4- La vitesse de référence .....	32
II-2-2-5- Stabilité en courbe .....	32
II-2-2-6- Détermination des éléments des raccordements circulaire .....	34
II-2-2-7- Cubatures Approchées .....	34
II-2-3- Le choix de la variante .....	37
II-3- Conclusion .....	37

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

III-1- Définition .....	39
III-2- La ligne de projet (ligne rouge) .....	39
III-3- Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	39
III-4- Les éléments de composition du profil en long .....	40
III-5- Coordination entre le tracé en plan et le profil en long .....	40
III-6- Déclivité .....	40
III-7- Les raccordements en profil en long .....	41

III-8- Eléments nécessaire au calcul du profil en long .....	44
III-9- Détermination pratique du profil en long .....	45
III-10- Application de projet .....	47

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

IV-1- Introduction .....	51
IV-2- Définition de la Clothoïde .....	51
IV-3- Les éléments de la clothoïde .....	51
IV-4- Propriétés de la clothoïde .....	52
IV-5- Les conditions de raccordement .....	52
IV-5-1- Condition de confort optique .....	53
IV-5-2- Condition de confort dynamique .....	53
IV-5-3- Condition de gauchissement.....	53
IV-5-4- La Vérification de non chevauchement .....	53
IV-6- Notion de devers .....	54
IV-6 -1- Devers en alignement .....	54
IV-6 -2- Devers en courbe .....	54
IV-6-3- Rayon de courbure .....	54
IV-6 -4- Calcul des devers .....	54
IV-7- Application de projet .....	55
IV-7-1- Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie .....	55
IV-7-2- Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement .....	56
IV-7-3 : Calcul des paramètres des deux clothoïde .....	57

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

V-1- Introduction .....	60
V-2- Analyse de trafic .....	60
V-3- Mesure des trafics .....	60
V-4- Différents types de trafic .....	61
V-4-1- Trafic normal.....	61
V-4-2 Trafic dévie .....	61
V-4-3 Trafic induit .....	62
V-4-4- Trafic total .....	62
V-5- Calcul de la capacité .....	62

V-5-1- Définition de la capacité .....	62
V-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon .....	62
V-5-3- Calcul de trafic effectif .....	62
V-5-4- débit de point horaire normal .....	63
V-5-5- Débit horaire admissible .....	63
V-5-6- Déterminations du nombre des voies .....	64
V-6- Application de projet .....	64
V-6-1- Projection future de trafic .....	64
V.6.2 Calcul du trafic effectif .....	65
V-6-3- Débit de pointe horaire normal .....	65
V-6-4- La capacité admissible .....	65
V.6.5 : Le nombre des voies .....	66
V-7- Conclusion .....	66

## **Chapitre VI : Paramètres cinématiques**

VI-1- Définition .....	68
VI-2- Distance de freinage .....	68
VI-2-1 Application .....	69
VI-3- Temps de perception et de réaction .....	70
VI-4- Distance d'arrêt .....	71
VI.4.1 Application .....	71
VI-5- Distance de perception .....	72
VI-5-1- Application .....	73
VI-6- Espacement entre deux véhicules .....	74
VI-7- Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre .....	76

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

VII-1- Introduction .....	78
VII-2- La chaussée .....	78
VII-2-1 Définition .....	78
VII-2-2 Différents types de chaussées .....	79
VII-2-2-1- Chaussée souple .....	79
VIII-2-2-2- Chaussée semi-rigide .....	80
VII-2-2-3 - Chaussée rigide .....	81

VII-3- Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement .....	81
VII-3-1 - Trafic .....	82
VII-3-2 – Environnement .....	82
VII-3-3 - Le Sol Support .....	82
VII-3-4 – Matériaux .....	83
VII-4- Méthodes De Dimensionnement .....	83
VII-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) .....	83
VII-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials) .....	84
VII-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	85
VII-5- Application au Projet .....	85
VII-5- 1- Données de l'étude .....	85
VII-5- 2- Répartition de trafic .....	86
VII-5- 3- Calcul d'épaisseur .....	86
VII-5- 4- Epaisseur équivalente .....	86

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

VIII-1- Définition .....	89
VIII-2- Types De Profil En Travers .....	89
VIII-2-1- profil en travers type .....	89
VIII-2-2- profil en travers courants .....	89
VIII-3- Les éléments de composition du profil en travers .....	89
VIII-4- Application au projet .....	91

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

IX-1- Introduction .....	93
IX-2- Cubatures terrassements .....	93
IX-3- Méthode utilisée .....	93
IX-3-1- Description de la Méthode .....	93
IX-4- Mouvement des terres .....	94
IX-4-1- Métré de terrassement .....	94
IX-4-2- Foisonnement .....	95
IX-4-3- Moment de transport .....	95
IX-4-4- Distance moyenne de transport .....	95
IX-4-5- Epure de LALANNE .....	95



IX-4-6- Principe de l'épure de LALANNE .....	96
IX-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE .....	96
IX-4-8- Ligne de répartition des sens de transport .....	96
IX-5- Calculs des cubatures .....	97

## **Chapitre XI : Signalisation routière**

XI -1- Introduction .....	101
XI-2- L'objectif de la signalisation routière .....	101
XI-3- Règles à respecter pour la signalisation .....	101
XI-4- Types de signalisations .....	101
XI -5- Caractéristiques générales des marques .....	104
XI-6- Application au projet .....	104
XI-7- Eclairage .....	106
XI-7-1- Introduction.....	106
XI-7-2- Catégorie d'éclairage.....	106
XI-7-3- Paramètre de l'implantation des luminaires.....	106
XI-7-4- Application au projet.....	107
XI-7- Conclusion .....	107
<b>Devis</b> .....	109
<b>Conclusion générale</b> .....	110

## **ANNEXE**

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau II.1:</b> Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1 .....	15
<b>Tableau II.2 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01".....	15
<b>Tableau II.3 :</b> dénivelé de profil "variante 01 ".....	15
<b>Tableau II.4 :</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01 ".....	19
<b>Tableau II.5:</b> Sinuosité "variante 01".....	20
<b>Tableau II.6 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01".....	20
<b>Tableau II.7 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante 01 ".....	21
<b>Tableau II.8:</b> Devers en fonction de l'environnement .....	21
<b>Tableau II.9 :</b> Valeur du coefficient ft .....	21
<b>Tableau II.10 :</b> Valeur du coefficient « F"» .....	22
<b>Tableau II.11:</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 1" .....	23
<b>Tableau II.12:</b> Cubatures approchées de la 'variante 01'.....	24
<b>Tableau II.13 :</b> les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2" .....	27
<b>Tableau II.14 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 ".....	27
<b>Tableau II.15 :</b> dénivelé de profil 'variante 02'.....	27
<b>Tableau II.16:</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée 'variante 02' .....	31
<b>Tableau II.17 :</b> Sinuosité 'variante 02'.....	31
<b>Tableau II.18 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02'.....	32
<b>Tableau II.19 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' <b>variante 02'</b> .....	32
<b>Tableau II.20 :</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 2 ".....	34
<b>Tableau II.21 :</b> Cubatures approchées de la 'variante 02 '.....	34
<b>Tableau II.22 :</b> Comparaison entre les deux variantes .....	37
<b>Tableau III.1:</b> Valeur de déclivité maximal .....	41
<b>Tableau III.2 :</b> Rayons convexes .....	43
<b>Tableau- III.3 :</b> Rayons concaves (angle rentrant). Cat3, V80 .....	44
<b>Tableau III.4 :</b> Caractéristique des rayons verticaux .....	47
<b>Tableau III.5:</b> les valeurs de tangente et la flèche .....	49
<b>Tableau IV.1 :</b> Devers .....	54
<b>Tableau IV.2:</b> Longueur de la clothoïde .....	57
<b>Tableau IV.3:</b> Paramètres de clothoïde .....	57

<b>Tableau V.1</b> coefficient d'équivalence "p" (selon le B40) .....	63
<b>Tableau V.2</b> : Coefficient « K1 » .....	63
<b>Tableau V.3</b> : Coefficient « K2» .....	63
<b>Tableau V.4</b> : valeurs de <b>C<sub>th</sub></b> capacité théorique du profil en travers en régime stable .....	64
<b>Tableau V.5</b> : résultats du calcul de trafic .....	66
<b>Tableau VI.1</b> : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40) .....	68
<b>Tableau VI.2</b> : les différentes distances selon les normes B40 .....	76
<b>Tableau VII. 1</b> : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR .....	82
<b>Tableau VII. 2</b> : Les classes de portance des sols .....	83
<b>Tableau VII.3</b> : Coefficient d'équivalence .....	84
<b>Tableau VII.4</b> : épaisseurs du corps de chaussée .....	87
<b>Tableau IX.1</b> : cubatures détaillées .....	97
<b>Tableau. X.1</b> : Caractéristiques des lignes discontinues .....	103

## *Liste des figures*

<b>Figure I.1</b> Tronçon de notre projet .....	03
<b>Figure I.2</b> levé topographique .....	05
<b>Figure II.1</b> Les éléments de tracé en plan .....	07
<b>Figure II.2</b> Détermination de l'angle au centre .....	10
<b>Figure II.3</b> Les éléments d'un raccordement circulaire .....	10
<b>Figure II.4</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	13
<b>Figure II.5</b> Calcul de surfaces cas de remblai .....	13
<b>Figure II.6</b> Calcul de surfaces cas de déblai .....	14
<b>Figure II.7</b> La dénivelée cumulée moyenne H/L .....	19
<b>Figure III.1</b> Eléments du profil en long .....	41
<b>Figure III.2</b> Pratiques du profil en long .....	43
<b>Figure IV.1</b> Les éléments de la clothoïde .....	51
<b>Figure IV.2</b> La propriété de clothoïde .....	52
<b>Figure VI.1</b> Distance de freinage .....	68
<b>Figure VI.2</b> Temps de perception-réaction .....	71
<b>Figure VI.3</b> Distance de perception .....	73
<b>Figure VI.4</b> L'espace entre deux véhicules .....	75
<b>Figure VII.1</b> Structure type d'une chaussée souple .....	80
<b>Figure VII.2</b> Structure type d'une chaussée semi-rigide .....	81
<b>Figure VII.3</b> Structure type d'une chaussée rigide .....	81
<b>Figure VII.4</b> La structure de chaussée .....	87

<b>Figure VIII.1</b> Les éléments constitutifs du profil en travers .....	90
<b>Figure VIII.2</b> Le profil en travers .....	91
<b>Figure VIII.3</b> Dimensions du fossé .....	91
<b>Figure IX.1</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	94
<b>Figure IX.2</b> L'épure de LALANNE .....	96
<b>Figure IX.3</b> Sens de transport .....	96
<b>Figure X.1</b> Types de modulation .....	103
<b>Figure X.2</b> Flèche de signalisations.....	104
<b>Figure X.3</b> Signalisations Verticales.....	105
<b>Figure X.4</b> Paramètres de l'implantation des luminaires.....	106

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau II.1:</b> Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1 .....	15
<b>Tableau II.2 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01".....	15
<b>Tableau II.3 :</b> dénivelé de profil "variante 01 ".....	15
<b>Tableau II.4 :</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01 ".....	19
<b>Tableau II.5:</b> Sinuosité "variante 01" .....	20
<b>Tableau II.6 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01".....	20
<b>Tableau II.7 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante 01 ".....	21
<b>Tableau II.8:</b> Devers en fonction de l'environnement .....	21
<b>Tableau II.9 :</b> Valeur du coefficient ft .....	21
<b>Tableau II.10 :</b> Valeur du coefficient « F"» .....	22
<b>Tableau II.11:</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 1" .....	23
<b>Tableau II.12:</b> Cubatures approchées de la 'variante 01'.....	24
<b>Tableau II.13 :</b> les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2" .....	27
<b>Tableau II.14 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 ".....	27
<b>Tableau II.15 :</b> dénivelé de profil 'variante 02'.....	27
<b>Tableau II.16:</b> Classification de terrain et Dénivelée cumulée 'variante 02' .....	31
<b>Tableau II.17 :</b> Sinuosité 'variante 02'.....	31
<b>Tableau II.18 :</b> Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02'.....	32
<b>Tableau II.19 :</b> VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' <b>variante 02'</b> .....	32
<b>Tableau II.20 :</b> Eléments des raccordements circulaires "variante 2 ".....	34
<b>Tableau II.21 :</b> Cubatures approchées de la 'variante 02 '.....	34
<b>Tableau II.22 :</b> Comparaison entre les deux variantes .....	37
<b>Tableau III.1:</b> Valeur de déclivité maximal .....	41
<b>Tableau III.2 :</b> Rayons convexes .....	43
<b>Tableau- III.3 :</b> Rayons concaves (angle rentrant). Cat3, V80 .....	44
<b>Tableau III.4 :</b> Caractéristique des rayons verticaux .....	47
<b>Tableau III.5:</b> les valeurs de tangente et la flèche .....	49
<b>Tableau IV.1 :</b> Devers .....	54
<b>Tableau IV.2:</b> Longueur de la clothoïde .....	57
<b>Tableau IV.3:</b> Paramètres de clothoïde .....	57

<b>Tableau V.1</b> coefficient d'équivalence "p" (selon le B40) .....	63
<b>Tableau V.2</b> : Coefficient « K1 » .....	63
<b>Tableau V.3:</b> Coefficient « K2» .....	63
<b>Tableau V.4</b> : valeurs de <b>C<sub>th</sub></b> capacité théorique du profil en travers en régime stable .....	64
<b>Tableau V.5</b> : résultats du calcul de trafic .....	66
<b>Tableau VI.1</b> : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40) .....	68
<b>Tableau VI.2</b> : les différentes distances selon les normes B40 .....	76
<b>Tableau VII. 1</b> : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR .....	82
<b>Tableau VII. 2</b> : Les classes de portance des sols .....	83
<b>Tableau VII.3:</b> Coefficient d'équivalence .....	84
<b>Tableau VII.4:</b> épaisseurs du corps de chaussée .....	87
<b>Tableau IX.1:</b> cubatures détaillées .....	97
<b>Tableau. X.1</b> : Caractéristiques des lignes discontinues .....	103

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de bretelle autoroutière.

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste à étudier en avant-projet sommaire et en avant-projet détaillée un évitement reliant la wilaya de Mostaganem à la Wilaya de Chlef au ville de Ouled Boughalem (**du PK00 au PK 3+100**) et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier.

C'est dans ce contexte que nous essaierons dans le présent mémoire, d'axer notre étude de conception tout en respectant les normes du B40. Ces normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent. La première partie sera consacrée à la phase APS « Avant-Projet Sommaire » où deux variantes seront traitées. Après comparaison de ces deux variantes on optera pour celle qui présentera plus d'avantage et fera objet de l'étude en APD « Avant-Projet Détaillé ».

Les études de conception vont permettre de mettre au point les modalités pratique qui permettront sa construction. Elle impose bien des études préalables pour définir : nombre de voies, dimensions et structure de la chaussée, caractéristiques de la couche de surface.



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

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

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

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

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

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

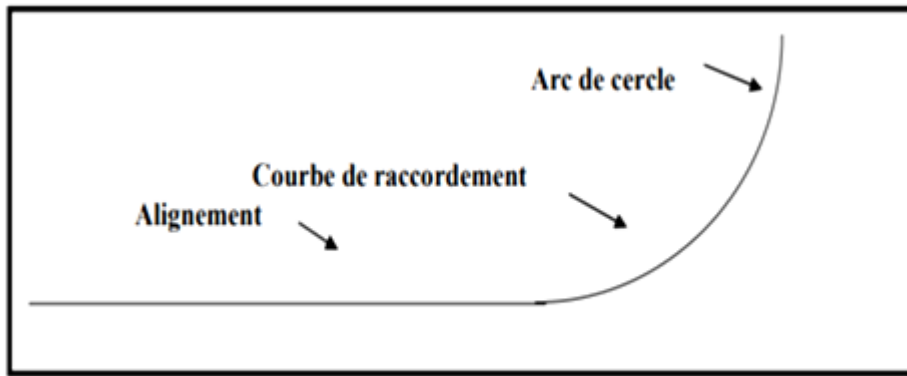


Figure II.1 : Les éléments de tracé en plan.

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

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

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

La longueur des alignements dépend de :

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

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

### II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements :

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

$$-L_{min}=5*V_B/3.6$$

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

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

$$L_{max}=60*VB/3.6$$

### **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.

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

• Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

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

❖ Distance :

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S2} - X_{S1})^2 + (Y_{S2} - Y_{S1})^2}$$

❖ L'angle au centre :

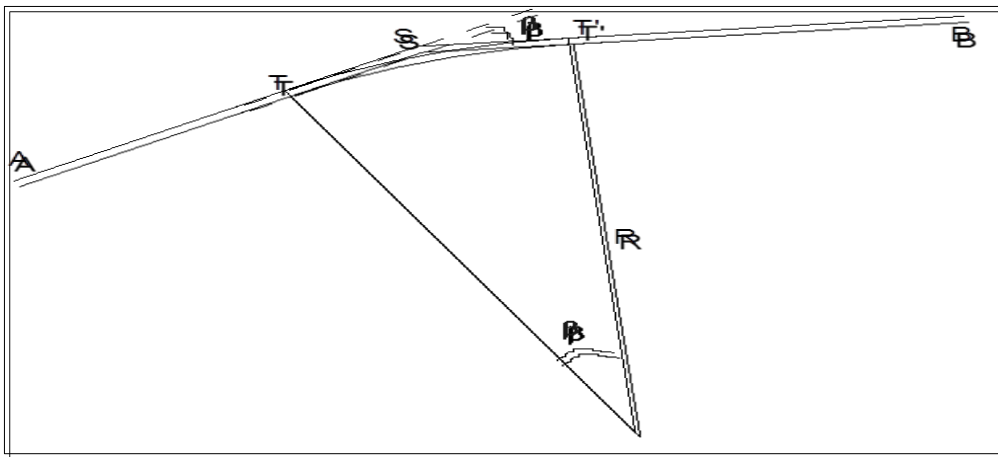


Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre.

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

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

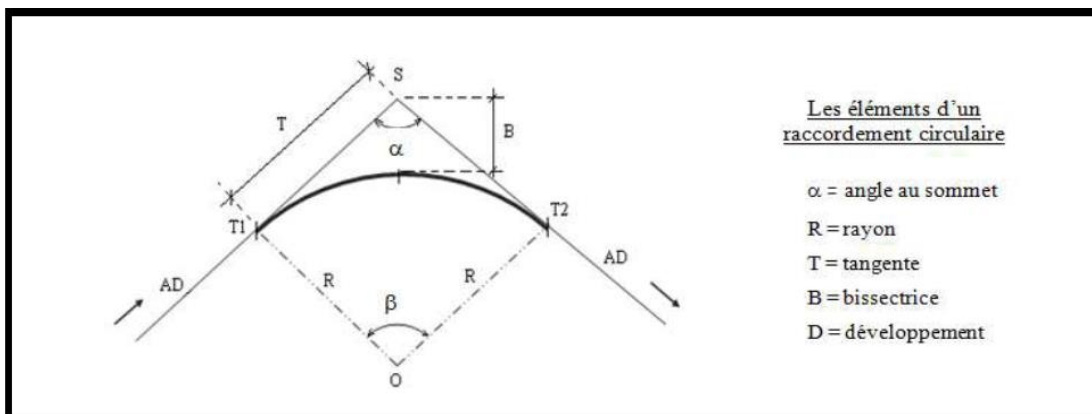


Figure II. 3 : Les éléments d'un raccordement circulaire.

- **angles de déviation au sommet  $\alpha$  :**

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

- ❖ **La tangente :**

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

- ❖ **Bissectrice :**

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

- ❖ **La développée :**

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

- ❖ **La flèche :**

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

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

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

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

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

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

- La catégorie.
- L'environnement.

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

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

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

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

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

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

❖ **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

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

❖ **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

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

$D_{\min} = 2.5\%$  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 consécoce

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

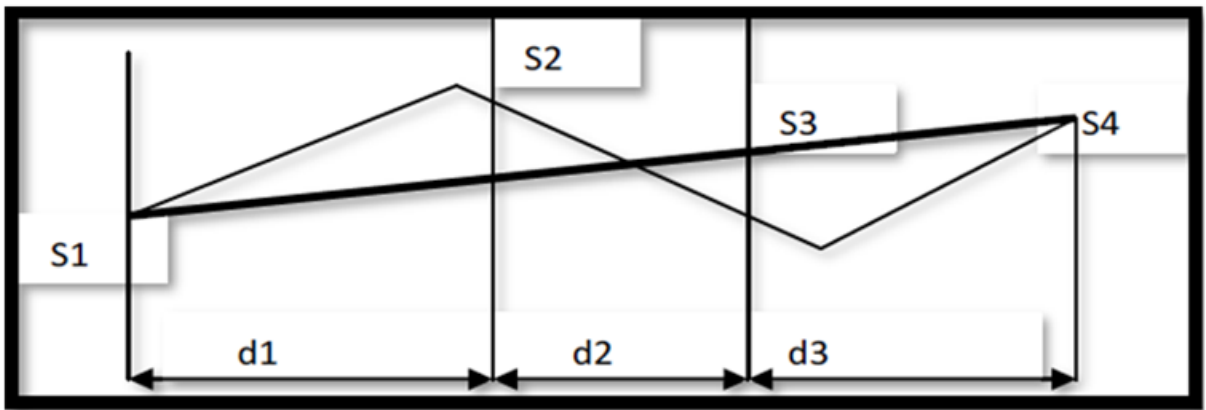


Figure II.4 : Schéma représentant la surface entre profil.

❖ Calcul des surfaces :

• En remblai :

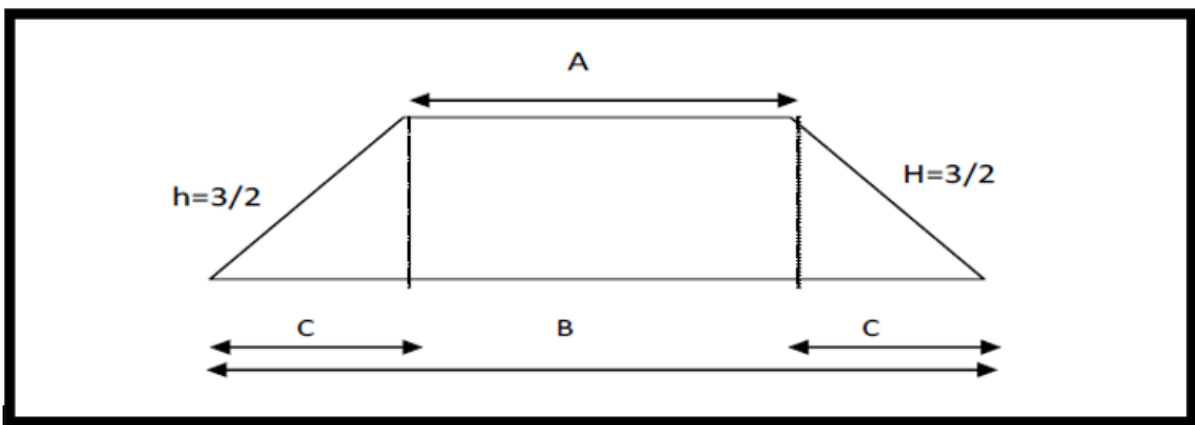


Figure II.5: Calcul de surfaces cas de remblai.



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

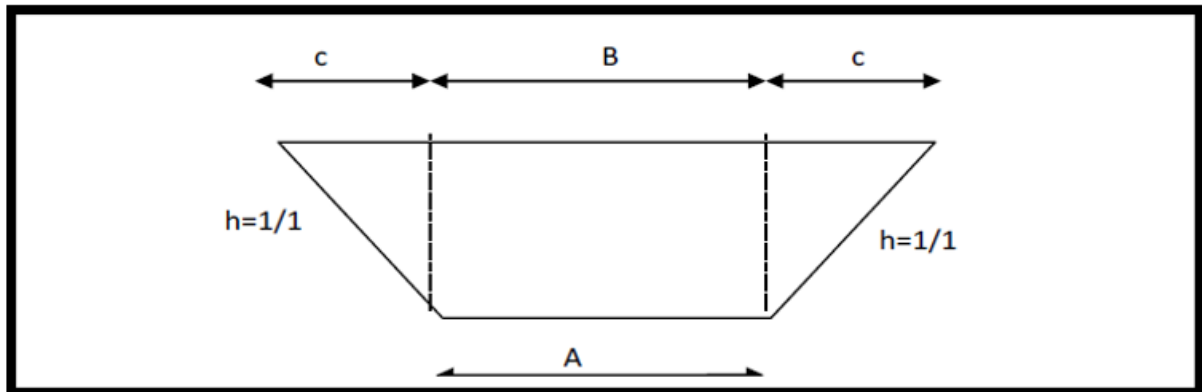


Figure II.6: Calcul de surfaces cas de déblai

Avec :

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

## II-2- Etude des variantes :

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

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

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

- Le tracé en plan, projection de la route sur u plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le Cy- lindre 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 prévalut à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

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

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

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

Points de discontinuité des tangences		
N°	X	Y
1	602733,545	880912,382
2	602783,979	881009,628
3	602846,859	881199,196
4	602881,667	881370,937
5	602874,285	881467,18
6	602909,428	881619,615
7	602888,738	881731,269
8	602901,58	881865,207
9	602893,642	882013,837
10	602881,837	882095,074
11	602879,871	882151,815
12	602862,888	882348,756
13	602832,174	882470,461
14	602812,544	882545,969
15	602743,883	882678,107
16	602701,849	882790,707
17	602658,715	882851,78
18	602619,305	882942,045
19	602591,646	882974,669
20	602487,067	883001,638
21	602370,757	883061,138
22	602224,761	883084,443
23	602186,271	883101,948
24	602146,423	883135,838
25	602124,286	883175,535
26	601995,045	883246,532
27	601962,835	883320,596
28	601966,918	883499,471
29	602006,182	883542,727
30	602019,881	883702,691
31	601998,203	883764,775
32	601952,7	883822,284
33	601916,61	883842,585
34	601905,723	883898,243

35	601879,626	883936,09
36	601879,785	883955,965
37	601929,563	884021,816
38	601899,635	884179,713
39	601922,701	884236,39
40	602038,431	884255,398
41	602082,862	884312,292
42	602118,767	884325,31
43	602145,199	884328,593
44	602163,034	884356,995
45	602166,448	884413,794
46	602223,123	884460,907
47	602230,004	884488,755
48	602210,785	884513,884
49	601973,408	884685,904
50	601919,775	884804,673
51	601854,129	884916,935

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

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

<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>Gisement g</b>	<b>G</b>	<b>distance</b>
77,4369	128,4944	34,5280	34,5280	150,0243
50,4340	97,2454	30,4582	30,4582	109,5457
62,8801	189,5681	20,3898	20,3898	199,7247
34,8075	171,7416	12,7302	12,7302	175,2334
-7,3819	96,2430	4,8734	395,1266	96,5257
35,1430	152,4343	14,4249	14,4249	156,4329
-20,6902	111,6546	11,6646	388,3354	113,5555
12,8426	133,9373	6,0856	6,0856	134,5516
-7,9379	148,6300	3,3968	396,6032	148,8418
-11,8050	81,2371	9,1867	390,8133	82,0903
-1,9659	56,7416	2,2048	397,7952	56,7756
-16,9836	196,9407	5,4765	394,5235	197,6716
-30,7136	121,7046	15,7372	384,2628	125,5202
-19,6301	75,5086	16,1919	383,8081	78,0185

-68,6607	132,1377	30,5078	369,4922	148,9116
-42,0339	112,6005	22,7452	377,2548	120,1903
-43,1346	61,0726	39,1478	360,8522	74,7693
-39,4096	90,2648	26,2067	373,7933	98,4929
-27,6593	32,6244	44,7685	355,2315	42,7713
-104,5789	26,9686	83,9330	316,0670	108,0003
-116,3095	59,4998	69,8970	330,1030	130,6451
-145,9964	23,3059	89,9224	310,0776	147,8449
-38,4898	17,5045	72,8275	327,1725	42,2832
-39,8480	33,8904	55,1324	344,8676	52,3108
-22,1368	39,6970	32,3844	367,6156	45,4520
-129,2419	70,9965	68,0207	331,9793	147,4584
-32,2097	74,0644	26,1151	373,8849	80,7651
4,0834	178,8742	1,4530	1,4530	178,9208
39,2638	43,2561	46,9224	46,9224	58,4186
13,6990	159,9645	5,4386	5,4386	160,5500
-21,6781	62,0840	21,3865	378,6135	65,7599
-45,5028	57,5089	42,6135	357,3865	73,3333
-36,0905	20,3009	67,3804	332,6196	41,4084
-10,8869	55,6583	12,2972	387,7028	56,7130
-26,0966	37,8472	38,4302	361,5698	45,9722
0,1584	19,8744	0,5074	0,5074	19,8750
49,7779	65,8514	41,2068	41,2068	82,5484
-29,9275	157,8972	11,9249	388,0751	160,7084
23,0661	56,6771	24,6056	24,6056	61,1910
115,7301	19,0074	89,6367	89,6367	117,2806
44,4307	56,8944	42,2083	42,2083	72,1877
35,9049	13,0180	77,8566	77,8566	38,1921
26,4319	3,2831	92,1329	92,1329	26,6350
17,8356	28,4017	35,6975	35,6975	33,5375
3,4136	56,7989	3,8215	3,8215	56,9014
56,6747	47,1128	55,8487	55,8487	73,6996

6,8809	27,8486	15,4208	15,4208	28,6860
-19,2188	25,1284	41,5663	358,4337	31,6354
-237,3773	172,0200	60,0781	339,9219	293,1533
-53,6326	118,7688	27,0029	372,9971	130,3169
-65,6455	112,2623	33,6856	366,3144	130,0467
-22,6145	119,4243	11,9141	388,0859	121,5466

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

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

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

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,0000	12,5000	602656,1081	880783,8879	273,5723	0,0000
P2	25,0000	25,0000	602669,0122	880805,3002	273,9437	0,3714
P3	50,0000	25,0000	602681,9163	880826,7124	274,4887	0,5450
P4	75,0000	25,0000	602694,8203	880848,1247	275,2124	0,7237
P5	100,0000	25,0000	602707,7244	880869,5370	276,1150	0,9026
P6	125,0000	25,0000	602720,6285	880890,9492	277,1965	1,0816
P7	150,0000	12,5122	602733,5326	880912,3615	278,4573	1,2607
P8	150,0243	12,5000	602733,5451	880912,3823	278,4586	0,0013
P9	175,0000	15,1514	602745,0437	880934,5536	279,8973	1,4388
P10	180,3271	12,5000	602747,4963	880939,2826	280,2274	0,3301
P11	200,0000	22,3364	602756,3811	880956,8345	281,5170	1,2896
P12	225,0000	25,0000	602767,1708	880979,3855	283,3165	1,7995
P13	250,0000	25,0000	602777,3934	881002,1993	285,2624	1,9459
P14	275,0000	25,0000	602787,0425	881025,2614	287,2219	1,9595
P15	300,0000	25,0000	602796,1121	881048,5575	289,1815	1,9595
P16	325,0000	19,2412	602804,5966	881072,0731	291,1410	1,9595
P17	338,4823	12,5000	602808,9274	881084,8408	292,1977	1,0568
P18	350,0000	15,0677	602812,5535	881095,7728	293,1005	0,9028
P19	368,6177	12,5000	602818,4150	881113,4437	294,5598	1,4593
P20	375,0000	15,6911	602820,4115	881119,5057	295,0600	0,5002
P21	400,0000	25,0000	602827,9829	881143,3313	297,0195	1,9595
P22	425,0000	25,0000	602835,1563	881167,2797	298,9790	1,9595
P23	450,0000	25,0000	602841,9295	881191,3444	300,9385	1,9595
P24	475,0000	25,0000	602848,3006	881215,5187	302,8981	1,9595
P25	500,0000	25,0000	602854,2681	881239,7957	304,8576	1,9595
P26	525,0000	24,5463	602859,8301	881264,1688	306,8171	1,9595

**Chapitre II Etude des variantes**

P27	549,0927	12,5000	602864,8052	881287,7420	308,7055	1,8884
P28	550,0000	0,6997	602864,9854	881288,6312	308,7766	0,0711
P29	550,4921	12,5000	602865,0831	881289,1135	308,8152	0,0386
P30	575,0000	24,7540	602869,4594	881313,2258	310,7361	1,9209
P31	600,0000	25,0000	602872,9053	881337,9854	312,6956	1,9595
P32	625,0000	25,0000	602875,3168	881362,8670	314,6552	1,9595
P33	650,0000	25,0000	602876,6898	881387,8274	316,6147	1,9595
P34	675,0000	25,0000	602877,0219	881412,8234	318,5742	1,9595
P35	700,0000	20,7009	602876,3125	881437,8115	320,5465	1,9723
P36	716,4018	8,6104	602875,2818	881454,1804	321,8542	1,3077
P37	717,2208	4,2991	602875,2192	881454,9970	321,9198	0,0656
P38	725,0000	12,1255	602875,0020	881462,7701	322,5441	0,6243
P39	741,4718	12,5000	602877,0298	881479,0873	323,8740	1,3299
P40	750,0000	16,7641	602878,9457	881487,3975	324,5669	0,6929
P41	775,0000	15,8869	602884,5620	881511,7585	326,6149	2,0481
P42	781,7737	12,5000	602886,0837	881518,3591	327,1742	0,5593
P43	800,0000	21,6131	602889,8537	881536,1902	328,6882	1,5140
P44	825,0000	25,0000	602893,9629	881560,8475	330,7868	2,0986
P45	850,0000	25,0000	602896,8346	881585,6794	332,9106	2,1238
P46	875,0000	25,0000	602898,4616	881610,6238	335,0598	2,1491
P47	900,0000	25,0000	602898,8399	881635,6183	337,2342	2,1744
P48	925,0000	25,0000	602897,9685	881660,6005	339,4338	2,1997
P49	950,0000	25,0000	602895,8496	881685,5080	341,6588	2,2250
P50	975,0000	18,3402	602892,4885	881710,2784	343,9091	2,2503
P51	986,6805	6,1017	602890,4946	881721,7871	344,9691	1,0600
P52	987,2034	6,6598	602890,3994	881722,3013	345,0167	0,0476
P53	1000,0000	9,0617	602889,3174	881735,0313	346,1847	1,1680
P54	1005,3267	12,5000	602889,6081	881740,3486	346,6728	0,4881
P55	1025,0000	16,0823	602891,4858	881759,9321	348,4856	1,8128
P56	1037,4913	12,5000	602892,6781	881772,3664	349,6447	1,1591
P57	1050,0000	18,7544	602893,8097	881784,8237	350,8117	1,1670
P58	1075,0000	25,0000	602895,6975	881809,7519	353,1260	2,3143
P59	1100,0000	25,0000	602897,0865	881834,7129	355,1137	1,9877
P60	1125,0000	25,0000	602897,9759	881859,6967	356,6815	1,5678
P61	1150,0000	25,0000	602898,3655	881884,6932	357,8308	1,1493
P62	1175,0000	25,0000	602898,2552	881909,6925	358,5624	0,7317
P63	1200,0000	24,3393	602897,6449	881934,6847	358,8772	0,3147
P64	1223,6786	12,5000	602896,6061	881958,3401	358,8037	-0,0735
P65	1225,0000	5,0351	602896,5357	881959,6596	358,7939	-0,0098
P66	1233,7487	12,5000	602896,0691	881968,3959	358,7290	-0,0649
P67	1250,0000	20,6256	602895,0705	881984,6163	358,6084	-0,1206
P68	1275,0000	25,0000	602893,0202	882009,5314	358,4229	-0,1855
P69	1300,0000	24,8485	602890,3477	882034,3875	358,2374	-0,1855
P70	1324,6970	12,5000	602887,0983	882058,8691	358,0541	-0,1833
P71	1325,0000	1,8251	602887,0547	882059,1690	358,0519	-0,0022
P72	1328,3471	12,5000	602886,5734	882062,4814	358,0270	-0,0248

## Chapitre II Etude des variantes

P73	1350,0000	23,3264	602883,8469	882083,9607	357,8664	-0,1607
P74	1375,0000	22,0752	602881,6652	882108,8635	357,6809	-0,1855
P75	1394,1505	10,2513	602880,6968	882127,9887	357,5427	-0,1382
P76	1395,5025	2,9248	602880,6500	882129,3400	357,5337	-0,0090
P77	1400,0000	14,7487	#NUM!	882133,8343	357,5047	-0,0290
P78	1425,0000	20,2352	602879,1320	882158,7969	357,3679	-0,1368
P79	1440,4703	12,5000	602877,9391	882174,2210	357,3041	-0,0638
P80	1450,0000	17,2648	602877,1204	882183,7154	357,2728	-0,0313
P81	1475,0000	25,0000	602874,9724	882208,6230	357,2193	-0,0535
P82	1500,0000	19,8498	602872,8244	882233,5305	357,2075	-0,0118
P83	1514,6996	12,5000	602871,5615	882248,1758	357,2200	0,0125
P84	1525,0000	17,6502	602870,6342	882258,4343	357,2374	0,0174
P85	1550,0000	25,0000	602868,0324	882283,2981	357,3089	0,0715
P86	1575,0000	25,0000	602864,9338	882308,1050	357,4221	0,1132
P87	1600,0000	25,0000	602861,3397	882332,8448	357,5770	0,1549
P88	1625,0000	25,0000	602857,2516	882357,5079	357,7736	0,1965
P89	1650,0000	25,0000	602852,6711	882382,0843	358,0118	0,2382
P90	1675,0000	25,0000	602847,6000	882406,5641	358,2917	0,2799
P91	1700,0000	20,5847	602842,0404	882430,9377	358,6133	0,3216
P92	1716,1693	11,4417	602838,1854	882446,6406	358,8434	0,2302
P93	1722,8835	4,4153	602836,5425	882453,1507	358,9441	0,1007
P94	1725,0000	13,5583	602836,0242	882455,2027	358,9765	0,0324
P95	1750,0000	16,7943	602829,8361	882479,4248	359,3814	0,4049
P96	1758,5885	6,1488	602827,6823	882487,7389	359,5302	0,1487
P97	1762,2975	8,2057	602826,7491	882491,3285	359,5959	0,0658
P98	1775,0000	18,8512	602823,3972	882503,5804	359,8281	0,2321
P99	1800,0000	25,0000	602815,8967	882527,4260	360,3164	0,4883
P100	1825,0000	25,0000	602807,2138	882550,8670	360,8464	0,5300
P101	1850,0000	24,8675	602797,3702	882573,8446	361,4180	0,5717
P102	1874,7350	12,5000	602786,5127	882596,0665	362,0247	0,6067
P103	1875,0000	9,6012	602786,3906	882596,3016	362,0314	0,0067
P104	1893,9375	12,5000	602777,6588	882613,1059	362,5239	0,4924
P105	1900,0000	15,5313	602774,8771	882618,4926	362,6865	0,1627
P106	1925,0000	25,0000	602763,6947	882640,8517	363,3834	0,6968
P107	1950,0000	25,0000	602752,9805	882663,4390	364,1219	0,7385
P108	1975,0000	25,0000	602742,7392	882686,2445	364,9021	0,7803
P109	2000,0000	25,0000	602732,9752	882709,2585	365,7241	0,8220
P110	2025,0000	20,1303	602723,6928	882732,4708	366,5879	0,8637
P111	2040,2605	8,4292	602718,2650	882746,7334	367,1356	0,5478
P112	2041,8585	4,8697	602717,7062	882748,2304	367,1939	0,0583
P113	2050,0000	16,5708	602714,7704	882755,8240	367,4933	0,2995
P114	2075,0000	25,0000	602704,6641	882778,6844	368,4406	0,9472
P115	2100,0000	25,0000	602692,9520	882800,7652	369,4295	0,9890
P116	2125,0000	16,0182	602679,6940	882821,9538	370,4603	1,0308
P117	2132,0364	5,4841	602675,6927	882827,7417	370,7579	0,2976
P118	2135,9682	8,9818	602673,4244	882830,9532	370,9257	0,1678

## Chapitre II Etude des variantes

P119	2150,0000	19,5159	602665,6553	882842,6357	371,5328	0,6071
P120	2175,0000	18,3937	602653,4820	882864,4598	372,6471	1,1143
P121	2186,7874	12,5000	602648,5127	882875,1473	373,1870	0,5399
P122	2200,0000	18,1446	602643,2260	882887,2561	373,8033	0,6162
P123	2223,0766	12,5000	602633,9924	882908,4049	374,9060	1,1027
P124	2225,0000	13,4617	602633,2160	882910,1646	374,9986	0,0926
P125	2250,0000	25,0000	602621,9131	882932,4519	376,2028	1,2042
P126	2275,0000	22,9842	602608,4416	882953,4994	377,4065	1,2037
P127	2295,9683	11,1341	602595,5681	882970,0429	378,3153	0,9087
P128	2297,2682	2,0158	602594,7275	882971,0344	378,3658	0,0505
P129	2300,0000	4,6140	602592,7814	882972,9462	378,4698	0,1040
P130	2306,4961	7,8236	602587,0317	882975,8590	378,7050	0,2353
P131	2315,6471	9,2519	602578,1706	882978,1441	379,0078	0,3027
P132	2325,0000	17,1764	602569,1270	882980,5294	379,2825	0,2747
P133	2350,0000	25,0000	602545,0884	882987,3921	379,8449	0,5624
P134	2375,0000	25,0000	602521,2619	882994,9587	380,1572	0,3123
P135	2400,0000	25,0000	602497,6683	883003,2228	380,2195	0,0623
P136	2425,0000	25,0000	602474,3278	883012,1771	380,0318	-0,1877
P137	2450,0000	25,0000	602451,2608	883021,8140	379,5940	-0,4378
P138	2475,0000	25,0000	602428,4872	883032,1250	378,9060	-0,6880
P139	2500,0000	14,0262	602406,0267	883043,1013	377,9676	-0,9384
P140	2503,0524	1,9655	602403,3067	883044,4865	377,8359	-0,1317
P141	2503,9309	10,9738	602402,5246	883044,8866	377,7973	-0,0386
P142	2525,0000	23,0345	602383,3459	883053,5906	376,8760	-0,9213
P143	2550,0000	24,8533	602359,6561	883061,5374	377,0332	0,1572
P144	2574,7065	12,5000	602335,5211	883066,7625	377,2775	0,2443
P145	2575,0000	12,6467	602335,2313	883066,8087	377,2804	0,0029
P146	2600,0000	25,0000	602310,5439	883070,7497	377,5746	0,2941
P147	2625,0000	23,1730	602285,8565	883074,6906	378,0054	0,4308
P148	2646,3461	12,5000	602264,7772	883078,0556	378,4833	0,4779
P149	2650,0000	14,3270	602261,1726	883078,6535	378,5752	0,0920
P150	2675,0000	25,0000	602236,7402	883083,9159	379,2785	0,7033
P151	2700,0000	25,0000	602212,8305	883091,1937	380,0175	0,7390
P152	2725,0000	13,4520	602189,6096	883100,4365	380,7565	0,7390
P153	2726,9041	1,1329	602187,8738	883101,2192	380,8128	0,0563
P154	2727,2657	1,5706	602187,5446	883101,3689	380,8235	0,0107
P155	2730,0453	6,5297	602185,2058	883102,8542	380,9057	0,0822
P156	2740,3251	9,9774	602177,3751	883109,5141	381,2096	0,3039
P157	2750,0000	17,3375	602170,1422	883115,9387	381,4956	0,2860
P158	2775,0000	25,0000	602152,7934	883133,9213	382,2346	0,7390
P159	2800,0000	22,8616	602137,5454	883153,7167	382,9726	0,7381
P160	2820,7231	10,6157	602126,6339	883171,3259	383,5762	0,6035
P161	2821,2314	2,1384	602126,3863	883171,7698	383,5909	0,0147
P162	2825,0000	4,1983	602124,1588	883174,7974	383,6995	0,1087
P163	2829,6280	12,5000	602120,5076	883177,6112	383,8326	0,1330
P164	2850,0000	22,6860	602102,6523	883187,4197	384,4126	0,5800



P165	2875,0000	22,9632	602080,7407	883199,4564	385,1117	0,6991
P166	2895,9265	12,5000	602062,3994	883209,5318	385,6862	0,5745
P167	2900,0000	14,5368	602058,8471	883211,5253	385,7969	0,1107
P168	2925,0000	25,0000	602037,8915	883225,1349	386,4681	0,6713
P169	2950,0000	25,0000	602018,5743	883240,9842	387,1255	0,6574
P170	2975,0000	25,0000	602001,1335	883258,8777	387,7690	0,6435
P171	3000,0000	25,0000	601985,7844	883278,5948	388,3986	0,6296
P172	3025,0000	22,0166	601972,7162	883299,8922	389,0143	0,6157
P173	3044,0332	9,8252	601964,3969	883317,0046	389,4773	0,4630
P174	3044,6503	2,9834	601964,1508	883317,5706	389,4923	0,0150
P175	3050,0000	3,2478	601962,9278	883322,7495	389,6224	0,1301
P176	3051,1459	12,5000	601962,9102	883323,8950	389,6503	0,0279
P177	3075,0000	24,4270	601963,4546	883347,7429	390,2305	0,5802
P178	3100,0000	25,0000	601964,0252	883372,7364	390,8341	0,6035
P179	3125,0000	25,0000	601964,5957	883397,7298	391,4018	0,5677
P180	3150,0000	22,9001	601965,1663	883422,7233	391,9278	0,5260
P181	3170,8002	12,5000	601965,6410	883443,5181	392,3337	0,4059
P182	3175,0000	14,5999	601965,7956	883447,7149	392,4122	0,0785
P183	3200,0000	25,0000	601969,1356	883472,4616	392,8549	0,4427
P184	3225,0000	25,0000	601976,5347	883496,3113	393,2558	0,4010
P185	3250,0000	25,0000	601987,7878	883518,6031	393,6151	0,3593
P186	3275,0000	13,9675	602002,5831	883538,7191	393,9328	0,3176
P187	3277,9350	1,8486	602004,5344	883540,9114	393,9673	0,0346
P188	3278,6973	2,0102	602005,0467	883541,4758	393,9762	0,0089
P189	3281,9554	10,6514	602006,3262	883544,4098	394,0137	0,0375
P190	3300,0000	21,5223	602007,8659	883562,3886	394,2087	0,1950
P191	3325,0000	25,0000	602009,9990	883587,2974	394,4430	0,2343
P192	3350,0000	25,0000	602012,1322	883612,2062	394,6375	0,1945
P193	3375,0000	13,3295	602014,2653	883637,1151	394,8220	0,1846
P194	3376,6589	12,5000	602014,4069	883638,7679	394,8352	0,0131
P195	3400,0000	24,1705	602015,4922	883662,0779	395,0849	0,2497
P196	3425,0000	25,0000	602014,6416	883687,0562	395,4866	0,4018
P197	3450,0000	25,0000	602011,7148	883711,8770	396,0274	0,5407
P198	3475,0000	25,0000	602006,7322	883736,3680	396,7071	0,6797
P199	3500,0000	14,0346	601999,7283	883760,3594	397,5259	0,8188
P200	3503,0692	1,9152	601998,7314	883763,2621	397,6360	0,1101
P201	3503,8305	1,2142	601998,4804	883763,9808	397,6637	0,0276
P202	3505,4976	10,5848	601997,6809	883765,4350	397,7246	0,0610
P203	3525,0000	16,0524	601985,5799	883780,7290	398,4839	0,7592
P204	3537,6025	12,5000	601977,7601	883790,6121	399,0196	0,5357
P205	3550,0000	18,6987	601969,7783	883800,0959	399,5811	0,5615
P206	3575,0000	25,0000	601952,0161	883817,6665	400,8177	1,2366
P207	3600,0000	21,1776	601932,2483	883832,9459	402,1935	1,3759
P208	3617,3552	9,0728	601917,4999	883842,0842	403,1926	0,9991
P209	3618,1457	0,6115	601916,8109	883842,4718	403,2381	0,0455
P210	3618,5783	3,4272	601916,5654	883842,8116	403,2630	0,0249

P211	3625,0000	6,3822	601915,3326	883849,1138	403,6327	0,3697
P212	3631,3426	12,5000	601914,1151	883855,3385	403,9978	0,3651
P213	3650,0000	21,8287	601909,7254	883873,4658	405,0719	1,0741
P214	3675,0000	25,0000	601901,3570	883897,0080	406,5111	1,4392
P215	3700,0000	21,2735	601890,2519	883919,3896	407,9503	1,4392
P216	3717,5470	9,1114	601880,9059	883934,2345	408,9605	1,0101
P217	3718,2228	1,8670	601880,5223	883934,7908	408,9994	0,0389
P218	3721,2809	2,4022	601879,6388	883937,6690	409,1754	0,1761
P219	3723,0272	1,8595	601879,6527	883939,4152	409,2760	0,1005
P220	3725,0000	13,4864	601879,7074	883941,3871	409,3895	0,1136
P221	3750,0000	14,9962	601886,9578	883965,0413	410,8287	1,4392
P222	3754,9924	7,7870	601889,7646	883969,1674	411,1161	0,2874
P223	3765,5741	10,0038	601896,1456	883977,6087	411,7253	0,6092
P224	3775,0000	17,2130	601901,5408	883985,3352	412,2024	0,4771
P225	3800,0000	25,0000	601912,8856	884007,5661	412,5190	0,3166
P226	3825,0000	25,0000	601919,5877	884031,6077	412,8470	0,3281
P227	3850,0000	22,4489	601921,3798	884056,5017	416,0669	3,2199
P228	3869,8979	12,5000	601919,2428	884076,2633	418,6297	2,5628
P229	3875,0000	15,0511	601918,2926	884081,2762	419,2868	0,6571
P230	3900,0000	19,8522	601913,6371	884105,8389	422,4814	3,1946
P231	3914,7043	12,5000	601910,8988	884120,2860	424,3240	1,8426
P232	3925,0000	17,6478	601909,2363	884130,4455	425,5977	1,2737
P233	3950,0000	25,0000	601907,3364	884155,3576	428,6341	3,0364
P234	3975,0000	25,0000	601908,4811	884180,3159	431,5907	2,9566
P235	4000,0000	25,0000	601912,6535	884204,9496	434,4675	2,8768
P236	4025,0000	16,1687	601919,7915	884228,8927	437,2647	2,7972
P237	4032,3374	3,8814	601922,4352	884235,7369	438,0706	0,8059
P238	4032,7629	0,4681	601922,5956	884236,1310	438,1171	0,0465
P239	4033,2736	8,6186	601922,9777	884236,4359	438,1729	0,0558
P240	4050,0000	20,8632	601939,4829	884239,1467	439,9824	1,8095
P241	4075,0000	15,9469	601964,1524	884243,1984	442,6206	2,6382
P242	4081,8937	12,5000	601970,9550	884244,3157	443,3341	0,7135
P243	4100,0000	21,5531	601988,6383	884248,1683	445,1794	1,8453
P244	4125,0000	25,0000	602012,2064	884256,4437	447,6588	2,4795
P245	4150,0000	25,0000	602034,3563	884267,9903	450,0590	2,4002
P246	4175,0000	25,0000	602054,6366	884282,5727	452,3801	2,3211
P247	4200,0000	18,6348	602072,6342	884299,8939	454,6220	2,2419
P248	4212,2696	6,6008	602080,5186	884309,2916	455,6934	1,0714
P249	4213,2016	3,2658	602081,0923	884310,0262	455,7740	0,0806
P250	4218,8012	5,8992	602085,5651	884313,2724	456,2560	0,4820
P251	4225,0000	4,9910	602091,3927	884315,3853	456,7850	0,5289
P252	4228,7832	12,5000	602094,9494	884316,6749	457,1054	0,3204
P253	4250,0000	23,1084	602115,2068	884322,9563	458,8689	1,7635
P254	4275,0000	14,6201	602139,7059	884327,8709	460,8739	2,0050
P255	4279,2401	2,5328	602143,9085	884328,4332	461,2062	0,3322
P256	4280,0657	0,8560	602144,7277	884328,5349	461,2706	0,0644

P257	4280,9522	0,9922	602145,4513	884328,9955	461,3397	0,0691
P258	4282,0501	9,5239	602146,0352	884329,9253	461,4251	0,0854
P259	4300,0000	21,4750	602154,4588	884345,7584	462,8102	1,3851
P260	4325,0000	22,3193	602162,2420	884369,4722	464,7368	1,9266
P261	4344,6385	11,4627	602164,9521	884388,9024	466,2503	1,5134
P262	4347,9254	2,6807	602165,1492	884392,1834	466,5036	0,2533
P263	4350,0000	13,5373	602165,3166	884394,2511	466,6635	0,1599
P264	4375,0000	19,3937	602173,8354	884417,4786	468,5901	1,9266
P265	4388,7875	12,5000	602183,0965	884427,6336	469,6526	1,0625
P266	4400,0000	12,8795	602191,7189	884434,8013	470,5167	0,8641
P267	4414,5464	12,5000	602202,9050	884444,1001	471,6377	1,1210
P268	4425,0000	17,7268	602210,4850	884451,2881	472,4434	0,8056
P269	4450,0000	20,1748	602224,3447	884471,9723	474,3700	1,9266
P270	4465,3495	7,9121	602229,4292	884486,4303	475,5529	1,1829
P271	4465,8242	2,0276	602229,5430	884486,8911	475,5895	0,0366
P272	4469,4048	2,0053	602228,8371	884490,2806	475,8654	0,2759
P273	4469,8349	2,7976	602228,5758	884490,6223	475,8986	0,0331
P274	4475,0000	15,0826	602225,3853	884494,6840	476,2966	0,3981
P275	4500,0000	25,0000	602208,5161	884513,1127	478,2233	1,9266
P276	4525,0000	13,9958	602189,4809	884529,2944	480,1499	1,9266
P277	4527,9916	12,5000	602187,0717	884531,0679	480,3804	0,2305
P278	4550,0000	23,5042	602169,2507	884543,9823	482,0765	1,6961
P279	4575,0000	25,0000	602149,0072	884558,6521	484,0032	1,9266
P280	4600,0000	25,0000	602128,7638	884573,3219	485,9298	1,9266
P281	4625,0000	25,0000	602108,5203	884587,9917	487,8564	1,9266
P282	4650,0000	23,6299	602088,2769	884602,6615	489,7831	1,9266
P283	4672,2599	12,5000	602070,2522	884615,7234	491,4985	1,7155
P284	4675,0000	13,8701	602068,0384	884617,3380	491,7097	0,2112
P285	4700,0000	25,0000	602048,3058	884632,6829	493,6363	1,9266
P286	4725,0000	25,0000	602029,4557	884649,0997	495,5630	1,9266
P287	4750,0000	25,0000	602011,5463	884666,5380	497,4896	1,9266
P288	4775,0000	25,0000	601994,6328	884684,9438	499,4162	1,9266
P289	4800,0000	25,0000	601978,7674	884704,2603	501,3429	1,9266
P290	4825,0000	25,0000	601963,9991	884724,4280	503,2695	1,9266
P291	4850,0000	25,0000	601950,3735	884745,3847	505,1803	1,9108
P292	4875,0000	25,0000	601937,9325	884767,0656	507,0308	1,8505
P293	4900,0000	15,5275	601926,7145	884789,4038	508,8183	1,7875
P294	4906,0550	3,1326	601924,1855	884794,9053	509,2417	0,4235
P295	4906,2651	9,4725	601924,0991	884795,0968	509,2563	0,0146
P296	4925,0000	10,4971	601915,6007	884811,7857	510,5428	1,2864
P297	4927,2594	9,0960	601914,4713	884813,7425	510,6955	0,1528
P298	4943,1920	11,3703	601906,4287	884827,4963	511,7581	1,0626
P299	4950,0000	15,9040	601903,0256	884833,3926	512,2043	0,4462
P300	4975,0000	25,0000	601891,1078	884855,3670	513,8030	1,5987
P301	5000,0000	25,0000	601880,1156	884877,8188	515,3388	1,5358
P302	5025,0000	25,0000	601870,0682	884900,7089	516,8118	1,4730

P303	5050,0000	25,0000	601860,9830	884923,9977	518,2220	1,4102
P304	5075,0000	25,0000	601852,8758	884947,6448	519,5693	1,3474
P305	5100,0000	25,0000	601845,7606	884971,6090	520,8540	1,2846
P306	5125,0000	24,1915	601839,6498	884995,8488	522,0758	1,2219
P307	5148,3831	12,5000	601834,8527	885018,7330	523,1736	1,0977
P308	5150,0000	8,9697	601834,5519	885020,3217	523,2492	0,0757
P309	5166,3224	8,1612	601831,5150	885036,3591	524,0132	0,7640
<b>L Total=</b>	<b>5166,3224</b>				<b>DH Total=</b>	<b>250,4409</b>

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

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

**P** : pente du terrain.

**L** : longueur de l'itinéraire (L=L1+L2+L3+...Ln).

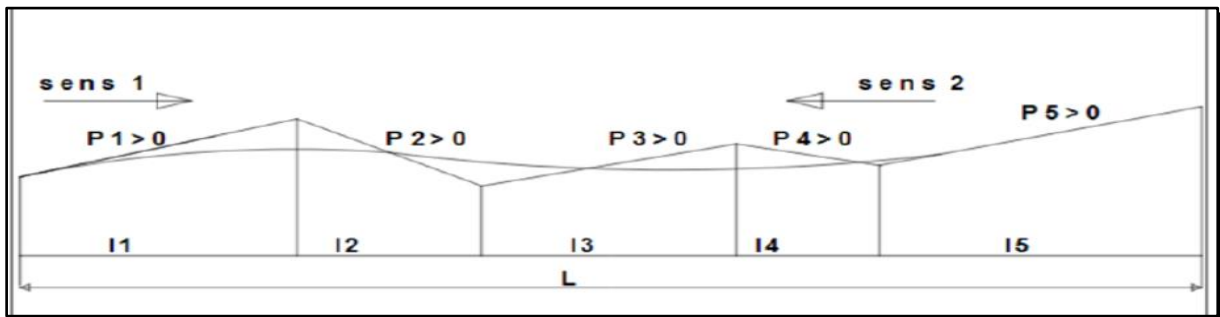


Figure II.7: La dénivelée cumulée moyenne H/L.

❖ **Dénivelée cumulée moyenne :**

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

- $\Sigma \Delta H = 250.4409 \text{ m}$  ;
- $\Sigma \text{Distance} = 5166,3224\text{m}$  ;
- 

$$D_C = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{Distance}} = \frac{250.4409}{5166.3224} = 0.0484756 \longrightarrow D_c = 4.85\%$$

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

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

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

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

**B)-Sinuosité :**

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

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

Avec :

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

Alors **Ls** = 0 si aucun rayon n'est inférieur a 200m.

**Donc**  $\sigma = \frac{\quad}{5166.3224}$ ;

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

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

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

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

### **Environnement de la route :**

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

**Tableau II.6 :** Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01".

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

**Dans notre cas, nous avons :**

Terrain montagneux  Environnement E2  
Sinuosité moyenne

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

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

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

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

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

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

**II-2-1-6- Stabilité en courbe :**

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

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

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<b><math>d_{min}</math></b>	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
<b><math>d_{max}</math></b>	7%	7%	8%	8%	9%

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

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

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

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

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

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
<b><math>F''</math></b>	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

✓ **Tableau récapitulatif :**

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

▪ **Détermination des rayons en plan :**

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

$$RHm = \frac{80^2}{127 (0,15 + 0,08)} = RHm = 229 \text{ m}$$

❖ **Le rayon minimal normal (RHN) :**

$$RHN = \frac{(80+20)^2}{127 (0,15 + 0,08)} = RHN = 442 \text{ m}$$

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

$$RHd = \frac{80^2}{127 * 2 * 0,03} = RHd = 839 \text{ m}$$

❖ **Le rayon non déversé RHnd :**

$$RHnd = \frac{80^2}{127 (0,07 - 0,03)} = RHnd = 1259 \text{ m}$$

▪ **Paramètres fondamentaux :**

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

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm	229	280
Rayon horizontal normal (m)	RHN	442	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd	839	800
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd	1259	1200



**▪ Choix des rayons:**

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

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

<b>Rayons Choisis (m)</b>	
R1	500
R2	1000
R3	1500
R4	600
R5	80
R6	500
R7	65
R8	1250
R9	1000
R10	600
R11	875
R12	1250
R13	5000
R14	500
R15	1200
R16	350
R17	250
R18	250
R19	15
R20	850
R21	225
R22	300
R23	10
R24	225
R25	15

R26	225
R27	15
R28	150
R29	5
R30	300
R31	5
R32	205
R33	0.5
R34	210
R35	5
R36	50
R37	125
R38	205
R39	0.5
R40	175
R41	10
R42	225
R43	1
R44	125
R45	50
R46	80
R47	4
R48	200
R49	450
R50	200
R51	600

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

Tableau des résultats :

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

<b>Virage</b>	<b>Tangente (m)</b>	<b>Bissectrice (m)</b>	<b>Flèche (m)</b>	<b>Développée (m)</b>
<b>1</b>	15.9875	500.2555	0.2554	31.9479
<b>2</b>	79.2422	1003.1347	3.1249	158.0738
<b>3</b>	90.3465	1502.7183	2.7134	180.3835
<b>4</b>	83.4876	605.7801	5.7254	165.8259
<b>5</b>	12.2191	80.9277	0.9171	24.2386
<b>6</b>	103.9116	510.6834	10.4599	204.8025
<b>7</b>	9.1207	65.6367	0.6306	18.1140
<b>8</b>	93.2657	1253.4745	3.4649	186.0921
<b>9</b>	45.5051	1001.0348	1.0337	90.9014
<b>10</b>	32.9344	600.9032	0.9018	65.7694
<b>11</b>	22.4888	875.2889	0.2888	44.9449
<b>12</b>	100.9528	1254.0699	4.0567	201.3662
<b>13</b>	17.8561	5000.0031	0.0318	35.6939
<b>14</b>	56.4565	503.1772	3.1571	112.3798
<b>15</b>	73.2515	1202.2336	2.2295	146.2473
<b>16</b>	45.3401	252.9245	2.9002	90.1322
<b>17</b>	25.4976	251.2968	1.2902	50.7938
<b>18</b>	36.7064	252.6803	2.6519	72.8550
<b>19</b>	4.7652	15.7387	0.7040	9.2232
<b>20</b>	94.0841	855.1911	5.1595	187.3104

<b>21</b>	35.6825	227.8118	2.7771	70.7397
<b>22</b>	40.5226	302.7244	2.6999	80.5169
<b>23</b>	1.3987	10.0973	0.0964	2.7781
<b>24</b>	40.6322	228.6394	3.5814	80.3573
<b>25</b>	4.3114	15.6073	0.5836	8.3923
<b>26</b>	76.8483	227.7618	12.0768	148.0315
<b>27</b>	3.2995	15.3586	0.3502	6.4922
<b>28</b>	55.9670	160.1009	9.4636	107.0804
<b>29</b>	1.6892	5.2776	0.2630	3.2564
<b>30</b>	64.1574	306.7835	6.6335	126.3462
<b>31</b>	0.8413	5.0702	0.0693	1.6663
<b>32</b>	40.3870	208.9404	3.8661	79.7122
<b>33</b>	0.2308	0.5507	0.0460	0.4324
<b>34</b>	43.7177	214.5023	4.4078	86.1605
<b>35</b>	1.5785	5.2432	0.2319	3.0566
<b>36</b>	16.5501	52.6679	2.5327	31.9490
<b>37</b>	55.4165	136.7332	10.7264	104.2709
<b>38</b>	60.4853	213.7369	8.3797	117.5734
<b>39</b>	0.2801	0.5731	0.0638	0.5104
<b>40</b>	68.3802	187.8852	12.0015	130.3095
<b>41</b>	2.8753	10.4051	0.3893	5.5967
<b>42</b>	25.3345	226.4218	1.4128	50.4310

43	0.4747	1.1069	0.0966	0.8860
44	31.9648	129.0222	3.8968	62.5566
45	21.6496	54.4858	4.1165	40.8413
46	26.2911	84.2094	3.9989	50.7774
47	1.9202	4.4370	0.3940	3.5787
48	29.2849	202.1326	2.1101	58.1270
49	119.5998	465.6222	15.0981	233.6762
50	10.5068	200.2757	0.2754	20.9836
51	103.6075	608.8797	8.7502	205.0875
				3999.27

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

$$Lad = AT1 + T'1T2 + T'2T3 + T3B + \dots + AT51$$

$$\Rightarrow Lad = 1163.4159$$

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

$$Lc = D1 + D2 + D3 + \dots + D51$$

$$\Rightarrow Lc = 3999.27$$

- **Longueur totale du tronçon : LT**

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT = 1163.4159m + 3999.27m \Rightarrow LT = 5162.8159 m$$

Pourcentage Alignement droit      % alig\_Droit = 23%

Pourcentage Courbe                      % courbe = 77 %

**Chapitre II Etude des variantes**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais	
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)
P1	0	12,5	10,27804	6,845922	17,12397	214,0496	214,0496	0	0,000000
P2	25	25	16,31481	16,4908	32,80561	820,1403	1034,19	0	0,000000
P3	50	25	13,80524	9,731271	23,53651	588,4128	1622,603	0	0,000000
P4	75	25	6,836555	1,822155	8,65871	216,4678	1839,07	0,270086	1,822155
P5	100	25	0	0	0	0	1839,07	7,095858	22,34187
P6	125	17,01846	0	0	0	0	1839,07	11,3735	14,8415
P7	134,0369	12,5	0	0	0	0	1839,07	7,51254	9,731271
P8	150	15,98194	1,081235	3,236003	4,317238	68,99783	1908,068	2,491918	0,000000
P9	166,0008	12,5	1,90854	14,99061	16,89915	211,2394	2119,308	0,912671	0,000000
P10	175	7,157727	4,674992	15,36389	20,03888	143,4328	2262,741	0,704753	0,000000
P11	180,3163	12,5	3,119271	14,48415	17,60342	220,0427	2482,783	0,666815	0,000000
P12	200	22,34187	4,88771	14,6016	19,48931	435,4277	2918,211	0,431545	0,000000
P13	225	25	4,596163	14,86315	19,45932	486,4829	3404,694	1,284955	0,000000
P14	250	25	9,295951	13,06934	22,36529	559,1322	3963,826	0	0,000000
P15	275	25	11,85039	9,942102	21,79249	544,8122	4508,638	0	0,000000
P16	300	25	9,140152	8,073906	17,21406	430,3515	4938,99	0	0,000000
P17	325	19,23572	6,996588	6,853462	13,85005	266,4157	5205,405	0	0,000000
P18	338,4714	12,5	6,391087	6,385033	12,77612	159,7015	5365,107	0	0,000000
P19	350	15,06769	4,068098	5,278231	9,346329	140,8276	5505,935	0,194256	0,000000
P20	368,6068	12,5	5,459636	2,912109	8,371745	104,6468	5610,581	0,237506	0,000000
P21	375	15,69659	5,418453	2,352122	7,770575	121,9715	5732,553	0,392681	0,000000
P22	400	25	0,629972	0	0,629972	15,7493	5748,302	1,393542	3,119271
P23	425	25	0	0	0	0	5748,302	9,626286	9,731271
P24	450	25	0	0	0	0	5748,302	17,21818	18,65054
P25	475	25	0	0	0	0	5748,302	25,77939	25,77939
P26	500	25	0	0	0	0	5748,302	28,8753	31,69869
P27	525	24,5409	0	0	0	0	5748,302	34,41856	36,61959
P28	549,0818	12,5	0	0	0	0	5748,302	37,03515	40,81984
P29	550	0,699701	0	0	0	0	5748,302	37,21228	40,81984
P30	550,4812	12,5	0	0	0	0	5748,302	37,31833	40,81984
P31	575	24,7594	0	0	0	0	5748,302	36,71734	40,81984
P32	600	25	0	0	0	0	5748,302	36,53687	38,14133
P33	625	25	0	0	0	0	5748,302	35,05366	37,31833
P34	650	25	0	0	0	0	5748,302	34,26916	34,26916
P35	675	25	0	0	0	0	5748,302	31,74244	32,00000
P36	700	20,69543	0	0	0	0	5748,302	23,25326	28,8753
P37	716,3909	8,604959	0	0	0	0	5748,302	22,50114	26,00000
P38	717,2099	4,304567	0	0	0	0	5748,302	21,91457	26,00000
P39	725	12,12549	0	0	0	0	5748,302	16,3851	24,5409
P40	741,4609	12,5	0	0	0	0	5748,302	14,11023	22,34187
P41	750	16,76955	0	0	0	0	5748,302	12,18716	20,69543
P42	775	15,88143	0,305458	0	0,305458	4,851103	5753,153	6,217587	16,3851

**Chapitre II Etude des variantes**

P43	781,7629	12,5	0,745824	0	0,745824	9,322804	5762,476	4,775833	13
P44	800	21,61857	2,977542	0	2,977542	64,3702	5826,846	1,852214	
P45	825	25	9,918062	3,134138	13,0522	326,305	6153,151	0,235615	0,
P46	850	25	15,80966	8,053427	23,86309	596,5772	6749,729	0,363169	0,
P47	875	25	30,02253	17,91556	47,93809	1198,452	7948,181	0	
P48	900	25	47,96145	26,14983	74,11127	1852,782	9800,963	0	
P49	925	25	36,95921	24,50958	61,46879	1536,72	11337,68	0	
P50	950	25	36,79957	25,41597	62,21554	1555,388	12893,07	0	
P51	975	18,33479	31,18474	18,63885	49,82359	913,5052	13806,58	0	
P52	986,6696	6,096235	29,85221	18,66291	48,51512	295,7595	14102,34	0	
P53	987,1925	6,665208	29,8101	18,33266	48,14276	320,8815	14423,22	0	
P54	1000	9,061661	26,83877	11,02301	37,86178	343,0906	14766,31	0	
P55	1005,316	12,5	24,51638	7,975304	32,49168	406,146	15172,45	0	0,
P56	1025	16,08231	19,85373	0,034239	19,88797	319,8444	15492,3	0,00538	8,
P57	1037,48	12,5	15,39216	0	15,39216	192,402	15684,7	0,272512	13
P58	1050	18,7598	14,62066	0,189043	14,8097	277,827	15962,53	0,102464	7,
P59	1075	25	14,7836	1,534665	16,31827	407,9567	16370,48	0	1
P60	1100	25	23,42244	10,05437	33,47681	836,9204	17207,4	0	
P61	1125	25	30,86101	24,83668	55,69769	1392,442	18599,85	0	
P62	1150	25	37,34253	25,99544	63,33796	1583,449	20183,3	0	
P63	1175	25	26,43063	20,09352	46,52415	1163,104	21346,4	0	
P64	1200	24,33385	19,71803	15,06527	34,78331	846,4118	22192,81	0	
P65	1223,668	12,5	21,9028	16,24701	38,1498	476,8725	22669,68	0	
P66	1225	5,035075	22,03196	16,25226	38,28422	192,7639	22862,45	0	
P67	1233,738	12,5	24,05964	16,5311	40,59074	507,3843	23369,83	0	
P68	1250	20,63107	31,87343	21,90354	53,77697	1109,477	24479,31	0	
P69	1275	25	39,77332	28,95773	68,73105	1718,276	26197,58	0	
P70	1300	24,84303	40,70073	27,01942	67,72016	1682,374	27879,96	0	
P71	1324,686	12,5	39,31704	22,64683	61,96387	774,5484	28654,51	0	
P72	1325	1,825078	39,30909	22,62858	61,93766	113,041	28767,55	0	
P73	1328,336	12,5	39,231	22,34463	61,57563	769,6954	29537,24	0	
P74	1350	23,33189	41,93049	23,15326	65,08375	1518,527	31055,77	0	
P75	1375	22,06978	41,03468	24,01801	65,05269	1435,699	32491,47	0	
P76	1394,14	10,24583	40,49067	29,27858	69,76925	714,8437	33206,31	0	
P77	1395,492	2,930216	40,52186	29,31108	69,83294	204,6256	33410,94	0	
P78	1400	14,75417	40,59134	29,4549	70,04625	1033,474	34444,41	0	
P79	1425	20,22971	39,5819	27,7125	67,2944	1361,346	35805,76	0	
P80	1440,459	12,5	39,20431	30,85899	70,0633	875,7913	36681,55	0	
P81	1450	17,27029	37,484	31,09535	68,57935	1184,386	37865,94	0	
P82	1475	25	32,53777	31,62975	64,16752	1604,188	39470,12	0	
P83	1500	19,84437	30,76182	30,23982	61,00164	1210,539	40680,66	0	
P84	1514,689	12,5	29,22039	29,41328	58,63367	732,9209	41413,58	0	
P85	1525	17,65563	28,80519	29,04195	57,84714	1021,328	42434,91	0	
P86	1550	25	27,25426	28,35204	55,6063	1390,157	43825,07	0	
P87	1575	25	20,05777	24,12393	44,18169	1104,542	44929,61	0	
P88	1600	25	10,36427	15,14313	25,5074	637,685	45567,3	0	

## Chapitre II Etude des variantes

P89	1625	25	3,546548	7,661777	11,20833	280,2081	45847,5	0,213964	0,
P90	1650	25	0,134439	2,079387	2,213826	55,34565	45902,85	0,752754	0,
P91	1675	25	0	0,393352	0,393352	9,833805	45912,68	3,110991	2,
P92	1700	20,57921	0	0	0	0	45912,68	8,449384	9,
P93	1716,158	11,43629	0	0	0	0	45912,68	14,92034	16,
P94	1722,873	4,420788	0	0	0	0	45912,68	17,60794	18,
P95	1725	13,56371	0	0	0	0	45912,68	18,46283	19,
P96	1750	16,78883	0	0	0	0	45912,68	30,49664	29,
P97	1758,578	6,143316	0	0	0	0	45912,68	35,32453	33,
P98	1762,287	8,211174	0	0	0	0	45912,68	37,49677	35,
P99	1775	18,85668	0	0	0	0	45912,68	44,04297	41,
P100	1800	25	0	0	0	0	45912,68	55,98912	53,
P101	1825	25	0	0	0	0	45912,68	55,46568	51,
P102	1850	24,86207	0	0	0	0	45912,68	49,79278	49,
P103	1874,724	12,5	0	0	0	0	45912,68	44,77742	43,
P104	1875	9,601209	0	0	0	0	45912,68	44,72021	43,
P105	1893,927	12,5	0	0	0	0	45912,68	40,96288	42,
P106	1900	15,53672	0	0	0	0	45912,68	41,0323	
P107	1925	25	0	0	0	0	45912,68	41,57258	44,
P108	1950	25	0	0	0	0	45912,68	40,11959	50,
P109	1975	25	0	0	0	0	45912,68	40,63078	55,
P110	2000	25	0	0	0	0	45912,68	27,62642	36,
P111	2025	20,12481	0	0	0	0	45912,68	13,00094	18,
P112	2040,25	8,423793	1,949549	0	1,949549	16,4226	45929,11	1,559418	7,
P113	2041,848	4,87519	2,693803	0	2,693803	13,1328	45942,24	1,64993	6,
P114	2050	16,57621	6,322765	0,873817	7,196581	119,292	46061,53	0,421086	1,
P115	2075	25	20,16839	11,46189	31,63028	790,757	46852,29	0	
P116	2100	25	24,65595	19,13944	43,79539	1094,885	47947,17	0	
P117	2125	16,01276	32,51138	27,83502	60,3464	966,3124	48913,49	0	
P118	2132,026	5,478655	42,75943	30,52906	73,28849	401,5223	49315,01	0	
P119	2135,957	8,987241	41,46426	30,71692	72,18118	648,7097	49963,72	0	
P120	2150	19,52135	38,63535	27,20975	65,8451	1285,385	51249,1	0	
P121	2175	18,38827	37,55877	7,949345	45,50812	836,8155	52085,92	0	
P122	2186,777	12,5	38,29836	17,1697	55,46806	693,3507	52779,27	0	
P123	2200	18,14459	38,40036	32,46694	70,8673	1285,858	54065,13	0	
P124	2223,066	12,5	33,99986	33,72247	67,72233	846,5292	54911,66	0	
P125	2225	13,46714	32,91367	33,2295	66,14316	890,7595	55802,42	0	
P126	2250	25	16,13153	22,00686	38,13839	953,4598	56755,87	0	
P127	2275	22,97873	0,53827	10,41951	10,95778	251,7959	57007,67	6,245481	0,
P128	2295,957	11,12865	0	8,52639	8,52639	94,88724	57102,56	10,73304	0,
P129	2297,257	2,02127	0	9,370673	9,370673	18,94066	57121,5	9,412996	0,
P130	2300	4,613963	0,016902	11,30827	11,32517	52,25393	57173,75	7,931165	0,
P131	2306,485	7,818126	0,161856	12,39231	12,55417	98,15008	57271,9	7,095477	0,
P132	2315,636	9,257383	0,518179	11,40154	11,91972	110,3454	57382,25	6,86374	0,
P133	2325	17,18187	0,470512	12,24983	12,72034	218,5593	57600,81	8,899409	0,
P134	2350	25	1,97141	15,92377	17,89518	447,3794	58048,19	2,392511	0,



## Chapitre II Etude des variantes

P135	2375	25	15,98631	34,99423	50,98054	1274,513	59322,7	0,090553	
P136	2400	25	39,25596	48,26179	87,51775	2187,944	61510,64	0	
P137	2425	25	44,33512	53,30507	97,64019	2441,005	63951,65	0	
P138	2450	25	40,20386	41,57142	81,77528	2044,382	65996,03	0	
P139	2475	25	26,74495	28,28049	55,02544	1375,636	67371,67	0	
P140	2500	14,02075	13,06451	16,29979	29,3643	411,7095	67783,38	0	
P141	2503,042	1,960005	9,904704	15,02801	24,93272	48,86825	67832,24	0	
P142	2503,92	10,97925	8,702595	14,66325	23,36585	256,5395	68088,78	0	
P143	2525	23,03999	0,238052	10,676	10,91405	251,4596	68340,24	7,527755	0,
P144	2550	24,84782	0	4,711718	4,711718	117,0759	68457,32	10,86536	0,
P145	2574,696	12,5	0	3,530652	3,530652	44,13315	68501,45	7,204726	0,
P146	2575	12,65218	0,000467	3,488267	3,488734	44,14011	68545,59	7,030698	0,
P147	2600	25	3,424519	7,433817	10,85834	271,4584	68817,05	0,048352	0,
P148	2625	23,1676	5,23578	7,332431	12,56821	291,1753	69108,23	0,144868	0,
P149	2646,335	12,5	11,58444	9,939206	21,52365	269,0456	69377,27	0	
P150	2650	14,3324	12,30813	10,49649	22,80462	326,8448	69704,12	0	
P151	2675	25	16,76333	12,33586	29,09919	727,4796	70431,6	0	
P152	2700	25	22,81593	5,421357	28,23729	705,9322	71137,53	0	1,
P153	2725	13,4466	23,49497	16,64481	40,13979	539,7434	71677,27	0	
P154	2726,893	1,127426	23,54491	17,67636	41,22126	46,47394	71723,75	0	
P155	2727,255	1,5706	23,55526	18,01911	41,57437	65,29672	71789,04	0	
P156	2730,034	6,529654	24,00362	18,91936	42,92298	280,2722	72069,31	0	
P157	2740,314	9,982804	24,45865	26,4508	50,90945	508,2191	72577,53	0	
P158	2750	17,34292	28,66286	9,475385	38,13824	661,4285	73238,96	0	
P159	2775	25	43,74634	13,49563	57,24196	1431,049	74670,01	0	0,
P160	2800	22,85611	38,88005	18,30719	57,18723	1307,078	75977,09	0	
P161	2820,712	10,61025	43,81873	13,47648	57,29521	607,9166	76585,01	0	
P162	2821,221	2,143886	42,9826	13,71074	56,69335	121,5441	76706,55	0	
P163	2825	4,198306	38,57445	19,55241	58,12687	244,0343	76950,58	0	
P164	2829,617	12,5	36,93585	17,94514	54,88099	686,0124	77636,6	0	
P165	2850	22,69144	24,51921	10,74199	35,2612	800,1275	78436,72	0	
P166	2875	22,9578	15,49656	0	15,49656	355,7671	78792,49	0,752463	8,
P167	2895,916	12,5	9,014653	0	9,014653	112,6832	78905,17	1,05304	11
P168	2900	14,5422	7,502627	0	7,502627	109,1047	79014,28	0,768135	8,
P169	2925	25	13,8285	0	13,8285	345,7124	79359,99	0,727973	13
P170	2950	25	1,135625	0	1,135625	28,39063	79388,38	9,554897	39
P171	2975	25	0	0	0	0	79388,38	41,93796	69
P172	3000	25	0	0	0	0	79388,38	15,34833	43
P173	3025	22,01114	0	0	0	0	79388,38	11,80069	28
P174	3044,022	9,819718	0,008127	0	0,008127	0,079808	79388,46	11,57598	24
P175	3044,639	2,988859	0,009152	0	0,009152	0,027355	79388,49	11,5981	24
P176	3050	3,247796	0,635077	0	0,635077	2,062599	79390,55	4,875927	23
P177	3051,135	12,5	0,563446	0	0,563446	7,043069	79397,6	4,899957	24
P178	3075	24,43249	0	0	0	0	79397,6	18,59637	34
P179	3100	25	0	1,203226	1,203226	30,08064	79427,68	6,348748	3
P180	3125	25	0	6,168019	6,168019	154,2005	79581,88	9,185076	2

## Chapitre II Etude des variantes

P181	3150	22,89465	0	3,407197	3,407197	78,00658	79659,88	15,76705	3,
P182	3170,789	12,5	0	8,680033	8,680033	108,5004	79768,38	24,87327	2,
P183	3175	14,60535	0	10,84393	10,84393	158,3795	79926,76	17,37968	0,
P184	3200	25	3,534863	19,87547	23,41034	585,2584	80512,02	0,704112	
P185	3225	25	4,397187	50,36441	54,7616	1369,04	81881,06	0	
P186	3250	25	3,749764	45,38857	49,13833	1228,458	83109,52	0,150278	
P187	3275	13,96203	0,383678	10,10344	10,48712	146,4215	83255,94	5,892291	0,
P188	3277,924	1,843181	0,483652	10,11425	10,5979	19,53385	83275,47	6,110113	0,
P189	3278,686	2,010214	0,496273	10,45027	10,94655	22,0049	83297,48	5,865908	0,
P190	3281,944	10,65682	0,261229	8,178285	8,439514	89,93837	83387,42	5,250133	0,
P191	3300	21,52775	0	10,20128	10,20128	219,6105	83607,03	13,29702	0,
P192	3325	25	5,076439	0,23078	5,30722	132,6805	83739,71	0,656472	1
P193	3350	25	10,58614	16,31064	26,89678	672,4195	84412,13	0,008155	
P194	3375	13,32401	2,490974	17,87807	20,36904	271,3974	84683,53	1,183015	0,
P195	3376,648	12,5	2,041162	18,77821	20,81937	260,2421	84943,77	1,956565	0,
P196	3400	24,17599	0	6,419658	6,419658	155,2016	85098,97	16,31265	1,
P197	3425	25	0	0	0	0	85098,97	38,2768	8,
P198	3450	25	0	0	0	0	85098,97	54,00574	22
P199	3475	25	0	0	0	0	85098,97	33,21402	6,
P200	3500	14,02914	0	0	0	0	85098,97	7,074681	5,
P201	3503,058	1,909786	0	0	0	0	85098,97	5,123733	5,
P202	3503,82	1,214231	0	0	0	0	85098,97	4,651456	5,
P203	3505,487	10,59021	0	0	0	0	85098,97	5,356057	5,
P204	3525	16,05245	10,32671	2,626802	12,95351	207,9356	85306,91	0,351211	2,
P205	3537,592	12,5	22,98851	4,467885	27,45639	343,2049	85650,11	0,001447	1,
P206	3550	18,70418	41,42492	15,39172	56,81664	1062,709	86712,82	0	
P207	3575	25	40,37934	16,45704	56,83639	1420,91	88133,73	0	
P208	3600	21,17218	25,90491	4,847074	30,75198	651,0864	88784,82	0	3,
P209	3617,344	9,067393	21,44044	20,23178	41,67222	377,8584	89162,67	0	
P210	3618,135	0,611529	20,48149	20,22235	40,70384	24,89156	89187,57	0	
P211	3618,567	3,432607	27,62556	14,11511	41,74067	143,2793	89330,84	0	
P212	3625	6,382164	22,64816	14,19878	36,84694	235,1632	89566,01	0	0,
P213	3631,332	12,5	24,80923	15,4791	40,28833	503,6041	90069,61	0	
P214	3650	21,83413	26,9368	17,02907	43,96586	959,9564	91029,57	0	
P215	3675	25	45,61251	11,13664	56,74915	1418,729	92448,3	0	0
P216	3700	21,26805	21,40209	4,345804	25,7479	547,6076	92995,9	0	8,
P217	3717,536	9,105937	24,89737	6,997017	31,89439	290,4283	93286,33	0	2,
P218	3718,212	1,86696	24,60655	7,214147	31,82069	59,40797	93345,74	0	1,
P219	3721,27	2,402198	22,51345	6,07276	28,58621	68,66975	93414,41	0	2,
P220	3723,016	1,864986	21,0577	5,108944	26,16664	48,80042	93463,21	0	3,
P221	3725	13,49186	19,3075	4,123373	23,43088	316,1262	93779,34	0	5
P222	3750	14,99074	10,0761	0,790488	10,86659	162,8983	93942,24	0	4,
P223	3754,981	7,781594	9,535065	1,597159	11,13222	86,62645	94028,86	0	1
P224	3765,563	10,00926	6,197307	9,701924	15,89923	159,1395	94188	0,72529	
P225	3775	17,21841	2,510131	13,6963	16,20643	279,0488	94467,05	10,04364	
P226	3800	25	0,197178	24,40189	24,59907	614,9767	95082,03	18,92823	

**Chapitre II Etude des variantes**

P227	3825	25	32,27829	40,96708	73,24537	1831,134	96913,16	0	
P228	3850	22,4435	32,30029	41,07029	73,37058	1646,693	98559,85	0	
P229	3869,887	12,5	42,0537	38,10129	80,15499	1001,937	99561,79	0	
P230	3875	15,0565	48,2076	35,8621	84,0697	1265,796	100827,6	0	
P231	3900	19,84672	47,26831	29,93565	77,20396	1532,245	102359,8	0	
P232	3914,693	12,5	40,31302	25,69682	66,00983	825,1229	103185	0	
P233		17,65328	35,64876	25,22991	60,87867	1074,708	104259,7	0	
P234	3950	25	18,83231	16,15413	34,98644	874,661	105134,3	0	
P235	3975	25	12,47399	0	12,47399	311,8498	105446,2	0,815595	19
P236	4000	25	22,71715	5,392621	28,10977	702,7443	106148,9	0	3,
P237	4025	16,16326	27,09115	11,96452	39,05567	631,2671	106780,2	0	1,
P238	4032,327	3,876002	30,2426	24,37842	54,62102	211,7112	106991,9	0	
P239	4032,752	0,468115	30,46642	25,16826	55,63468	26,04345	107017,9	0	
P240	4033,263	8,623998	32,0765	19,32411	51,40061	443,2788	107461,2	0	0,
P241	4050	20,86862	29,14433	17,26655	46,41088	968,5311	108429,7	0	0,
P242	4075	15,94141	44,70955	34,13213	78,84169	1256,848	109686,6	0	
P243	4081,883	12,5	43,19835	40,23941	83,43776	1042,972	110729,6	0	
P244	4100	21,55859	61,47384	45,47526	106,9491	2305,672	113035,2	0	
P245	4125	25	62,88311	32,48783	95,37093	2384,273	115419,5	0	
P246	4150	25	86,43299	41,76953	128,2025	3205,063	118624,6	0	
P247	4175	25	59,23326	36,12592	95,35918	2383,98	121008,6	0	
P248	4200	18,62933	49,84457	40,8422	90,68678	1689,434	122698	0	
P249	4212,259	6,595338	39,83625	52,44221	92,27846	608,6076	123306,6	0	
P250	4213,191	3,265815	39,77215	51,9517	91,72385	299,5531	123606,2	0	
P251	4218,79	5,904662	37,7179	46,94096	84,65887	499,882	124106	0	
P252	4225	4,991006	36,89707	41,50927	78,40633	391,3265	124497,4	0	
P253	4228,772	12,5	35,3352	39,35495	74,69015	933,6268	125431	0	
P254	4250	23,11385	20,13331	14,82928	34,96259	808,1198	126239,1	0	
P255	4275	14,61461	0	0	0	0	126239,1	5,771328	9,
P256	4279,229	2,527399	0	0	0	0	126239,1	5,821834	16
P257	4280,055	0,856033	0	0	0	0	126239,1	6,060489	18
P258	4280,941	0,992192	0	0	0	0	126239,1	9,926114	20
P259	4282,039	9,529358	0	0	0	0	126239,1	9,232729	19
P260	4300	21,48041	0	0	0	0	126239,1	17,81244	19
P261	4325	22,31381	0	0	0	0	126239,1	19,09813	13
P262	4344,628	11,45726	1,518713	0,936444	2,455157	28,12938	126267,2	3,827976	1,
P263	4347,915	2,686185	1,531885	2,474779	4,006665	10,76264	126278	6,175192	0,
P264	4350	13,54274	2,028393	3,206906	5,235299	70,90029	126348,9	3,711017	0,
P265	4375	19,38829	23,58597	8,664616	32,25059	625,2837	126974,2	0	
P266	4388,777	12,5	23,58291	16,0758	39,6587	495,7338	127469,9	0	
P267	4400	12,87947	25,05775	17,15736	42,21512	543,7082	128013,6	0	
P268	4414,536	12,5	31,53264	19,44156	50,97421	637,1776	128650,8	0	
P269	4425	17,73224	38,73992	20,74787	59,48779	1054,852	129705,7	0	
P270	4450	20,16932	54,47584	29,22934	83,70518	1688,277	131393,9	0	
P271	4465,339	7,906651	30,05046	22,2688	52,31926	413,6701	131807,6	0	
P272	4465,813	2,027632	28,42542	22,20657	50,63199	102,6631	131910,3	0	

P273	4469,394	2,005341	27,20547	21,15305	48,35852	96,97533	132007,2	0	
P274	4469,824	2,803046	27,50937	20,63726	48,14662	134,9572	132142,2	0	
P275	4475	15,08801	26,74782	14,68937	41,43719	625,2046	132767,4	0	
P276	4500	25	33,27219	6,319379	39,59157	989,7892	133757,2	0	1,
P277	4525	13,99035	20,76174	1,612905	22,37464	313,0292	134070,2	0	9,
P278	4527,981	12,5	21,39376	1,262065	22,65583	283,1978	134353,4	0,027439	10
P279	4550	23,50965	6,635838	0	6,635838	156,0062	134509,4	1,287777	21
P280	4575	25	7,834196	0	7,834196	195,8549	134705,3	1,020155	21
P281	4600	25	12,82757	0	12,82757	320,6892	135026	1,302336	24
P282	4625	25	8,378015	0	8,378015	209,4504	135235,4	1,597966	24
P283	4650	23,62449	13,74655	1,942995	15,68955	370,6576	135606,1	0	6,
P284	4672,249	12,5	15,97157	1,40102	17,37259	217,1574	135823,2	0	1,
P285	4675	13,87551	16,43166	2,924976	19,35663	268,5832	136091,8	0	0,
P286	4700	25	27,02333	9,22782	36,25115	906,2788	136998,1	0	
P287	4725	25	20,85069	4,813414	25,6641	641,6026	137639,7	0	0,
P288	4750	25	18,80324	1,607765	20,411	510,2751	138150	0	2,
P289	4775	25	10,83901	0	10,83901	270,9751	138420,9	1,204513	1
P290	4800	25	14,48448	6,8006	21,28508	532,127	138953,1	0	
P291	4825	25	25,11206	37,32094	62,433	1560,825	140513,9	0	
P292	4850	25	19,18231	47,95337	67,13568	1678,392	142192,3	0	
P293	4875	25	9,336666	30,48541	39,82208	995,5519	143187,8	0	
P294	4900	15,52206	2,466522	15,33576	17,80228	276,3281	143464,2	2,704018	0,
P295	4906,044	3,127106	1,741566	15,0052	16,74677	52,36892	143516,5	3,771748	0
P296	4906,254	9,477938	1,720219	14,95042	16,67064	158,0033	143674,5	3,760664	0,
P297	4925	10,49713	0	10,79651	10,79651	113,3324	143787,9	12,16333	0,
P298	4927,248	9,090573	0	10,63026	10,63026	96,63516	143884,5	13,72636	0,
P299	4943,181	11,37576	1,78248	8,014952	9,797432	111,4532	143996	4,898454	0,
P300	4950	15,90943	3,219574	11,65287	14,87245	236,6121	144232,6	2,932213	
P301	4975	25	12,2418	24,60415	36,84595	921,1487	145153,7	0	
P302	5000	25	25,70073	38,29483	63,99556	1599,889	146753,6	0	
P303	5025	25	30,12425	41,40724	71,53148	1788,287	148541,9	0	
P304	5050	25	25,71806	36,10401	61,82206	1545,552	150087,5	0	
P305	5075	25	28,74752	42,41317	71,16069	1779,017	151866,5	0	
P306	5100	25	27,3765	30,60508	57,98159	1449,54	153316	0	
P307	5125	24,1861	23,56938	12,08351	35,65289	862,3042	154178,3	0	
P308	5148,372	12,5	13,64653	1,196838	14,84337	185,5421	154363,9	0,046496	0,
P309	5150	8,969652	12,96753	0,85736	13,82489	124,0045	154487,9	0,121098	0,
P310	5166,311	8,155748	11,02395	3,41583	14,43978	117,7672	154605,6	0,004739	0,

- **Volume de déblai total : 154605.6 m<sup>3</sup>**
- **Volume de remblai total : 75909.66 m<sup>3</sup>**
- **Excès de remblai : 78695.94 m<sup>3</sup>**

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

### **II-2-2-1- les coordonnées des sommets :**

**Tableau II.13 :** les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2"

	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	602638,5951	880760,4828
S1	602864,8674	881188,0160
S2	602908,4866	881813,7291
S3	602816,2473	882564,3898
S4	602570,6802	883000,6480
S5	602154,8119	883114,5112
S6	601975,2060	883279,6000
S7	601973,7289	883517,6144
S8	602008,2065	883748,9679
S9	601870,0883	883971,6474
S10	601935,6979	884250,3750
S11	602054,3878	884259,1069
S12	602240,3505	884484,1692
S13	601951,6597	884718,0366
B	601825,1882	885027,6310

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

**Tableau II.14 :** Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 ".

<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>Gisement g</b>	<b>G</b>	<b>Distance</b>	<b>beta</b>
226,2723	427,5332	30,9890	30,9890	483,7187	/
43,6191	625,7131	4,4308	4,4308	627,2317	26.5582
-92,2392	750,6607	7,7836	392,2164	756,3065	12.2144
-245,5671	436,2582	32,6388	367,3612	500,6240	24.8552
-415,8684	113,8632	82,9865	317,0135	431,1744	50.4777
-179,6059	165,0888	52,6796	347,3204	243,9520	30.3069
-1,4771	238,0144	0,3951	399,6049	238,0190	52.2845
34,4776	231,3535	9,4180	9,4180	233,9084	9.8131

-138,1182	222,6795	35,3439	364,6561	262,0359	44.7619
65,6096	278,7276	14,7175	14,7175	286,3454	50.0614
118,6900	8,7319	95,3249	95,3249	119,0107	80.6074
185,9627	225,0624	43,9622	43,9622	291,9507	51.3627
-288,6908	233,8674	56,6547	343,3453	371,5324	100.6169
-126,4715	309,5943	24,6893	375,3107	334,4304	31.9654

### II-2-2-3- Environnement de la route :

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

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

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,000	12,500	602638,595	880760,483	273,281	0,000
P2	25,000	25,000	602650,290	880782,579	273,925	0,644
P3	50,000	25,000	602661,984	880804,675	274,512	0,587
P4	75,000	25,000	602673,678	880826,771	274,833	0,321
P5	100,000	19,151	602685,373	880848,867	274,870	0,037
P6	113,303	12,500	602691,595	880860,625	274,774	-0,096
P7	125,000	18,349	602697,033	880870,982	274,642	-0,132
P8	150,000	25,000	602708,420	880893,237	274,628	-0,014
P9	175,000	25,000	602719,489	880915,653	275,382	0,754
P10	200,000	25,000	602730,236	880938,225	277,205	1,823
P11	225,000	25,000	602740,660	880960,948	279,161	1,956
P12	250,000	25,000	602750,758	880983,818	281,117	1,956
P13	275,000	25,000	602760,528	881006,829	283,072	1,956
P14	300,000	25,000	602769,969	881029,978	285,028	1,956
P15	325,000	25,000	602779,078	881053,259	286,984	1,956
P16	350,000	25,000	602787,853	881076,668	288,940	1,956
P17	375,000	25,000	602796,293	881100,200	290,895	1,956
P18	400,000	25,000	602804,396	881123,850	292,851	1,956
P19	425,000	25,000	602812,161	881147,614	294,807	1,956
P20	450,000	25,000	602819,585	881171,486	296,763	1,956

P21	475,000	25,000	602826,668	881195,461	298,718	1,956
P22	500,000	25,000	602833,407	881219,536	300,674	1,956
P23	525,000	25,000	602839,801	881243,704	302,630	1,956
P24	550,000	25,000	602845,850	881267,961	304,586	1,956
P25	575,000	25,000	602851,552	881292,302	306,541	1,956
P26	600,000	25,000	602856,905	881316,722	308,497	1,956
P27	625,000	25,000	602861,909	881341,216	310,453	1,956
P28	650,000	25,000	602866,562	881365,779	312,409	1,956
P29	675,000	25,000	602870,864	881390,405	314,364	1,956
P30	700,000	25,000	602874,814	881415,091	316,343	1,978
P31	725,000	25,000	602878,411	881439,831	318,461	2,118
P32	750,000	25,000	602881,654	881464,619	320,735	2,274
P33	775,000	25,000	602884,543	881489,452	323,166	2,431
P34	800,000	25,000	602887,076	881514,323	325,752	2,587
P35	825,000	21,680	602889,254	881539,228	328,495	2,743
P36	843,359	12,500	602890,627	881557,535	330,609	2,114
P37	850,000	15,820	602891,089	881564,160	331,395	0,785
P38	875,000	25,000	602892,827	881589,099	334,450	3,056
P39	900,000	16,361	602894,566	881614,039	337,588	3,138
P40	907,721	12,500	602895,103	881621,741	338,464	0,876
P41	925,000	21,139	602896,230	881638,983	340,136	1,672
P42	950,000	25,000	602897,597	881663,946	341,851	1,715
P43	975,000	25,000	602898,652	881688,923	342,976	1,125
P44	1000,000	25,000	602899,395	881713,912	344,254	1,278
P45	1025,000	25,000	602899,825	881738,908	345,809	1,556
P46	1050,000	25,000	602899,943	881763,908	347,643	1,833
P47	1075,000	25,000	602899,748	881788,907	349,754	2,111
P48	1100,000	25,000	602899,241	881813,902	352,143	2,389
P49	1125,000	25,000	602898,421	881838,888	354,809	2,667
P50	1150,000	25,000	602897,289	881863,862	357,697	2,887
P51	1175,000	25,000	602895,845	881888,820	359,819	2,123

P52	1200,000	25,000	602894,089	881913,758	360,553	0,734
P53	1225,000	25,000	602892,022	881938,673	360,370	-0,182
P54	1250,000	25,000	602889,643	881963,559	360,167	-0,204
P55	1275,000	20,724	602886,954	881988,414	359,963	-0,204
P56	1291,447	12,500	602885,015	882004,746	359,829	-0,134
P57	1300,000	16,776	602883,972	882013,235	359,760	-0,070
P58	1325,000	25,000	602880,923	882038,049	359,556	-0,204
P59	1350,000	25,000	602877,874	882062,862	359,353	-0,204
P60	1375,000	25,000	602874,825	882087,675	359,149	-0,204
P61	1400,000	25,000	602871,776	882112,489	358,946	-0,204
P62	1425,000	25,000	602868,727	882137,302	358,742	-0,204
P63	1450,000	25,000	602865,678	882162,116	358,538	-0,204
P64	1475,000	25,000	602862,629	882186,929	358,335	-0,204
P65	1500,000	25,000	602859,580	882211,742	358,131	-0,204
P66	1525,000	25,000	602856,531	882236,556	357,928	-0,204
P67	1550,000	16,852	602853,482	882261,369	357,724	-0,204
P68	1558,705	12,500	602852,420	882270,009	357,653	-0,071
P69	1575,000	20,648	602850,345	882286,171	357,521	-0,133
P70	1600,000	25,000	602846,820	882310,921	357,317	-0,204
P71	1625,000	25,000	602842,884	882335,609	357,114	-0,204
P72	1650,000	25,000	602838,536	882360,228	356,910	-0,204
P73	1675,000	25,000	602833,779	882384,771	356,707	-0,204
P74	1700,000	25,000	602828,613	882409,231	356,503	-0,204
P75	1725,000	25,000	602823,040	882433,602	356,226	-0,277
P76	1750,000	25,000	602817,062	882457,876	355,771	-0,455
P77	1775,000	25,000	602810,681	882482,048	355,138	-0,633
P78	1800,000	25,000	602803,897	882506,109	354,326	-0,812
P79	1825,000	25,000	602796,713	882530,055	353,979	-0,347
P80	1850,000	25,000	602789,132	882553,877	354,958	0,980
P81	1875,000	25,000	602781,154	882577,570	355,948	0,989
P82	1900,000	25,000	602772,782	882601,126	356,937	0,989



P83	1925,000	25,000	602764,019	882624,540	357,926	0,989
P84	1950,000	25,000	602754,867	882647,804	358,915	0,989
P85	1975,000	25,000	602745,329	882670,912	359,904	0,989
P86	2000,000	25,000	602735,407	882693,859	360,711	0,807
P87	2025,000	25,000	602725,104	882716,637	362,738	2,027
P88	2050,000	25,000	602714,422	882739,240	364,765	2,027
P89	2075,000	25,000	602703,366	882761,661	366,793	2,027
P90	2100,000	25,000	602691,937	882783,896	368,820	2,027
P91	2125,000	22,170	602680,139	882805,937	370,825	2,005
P92	2144,341	12,500	602670,761	882822,851	372,272	1,447
P93	2150,000	15,330	602667,985	882827,783	372,675	0,403
P94	2175,000	25,000	602655,722	882849,569	374,346	1,671
P95	2200,000	13,637	602643,459	882871,354	375,838	1,492
P96	2202,274	12,500	602642,344	882873,336	375,965	0,127
P97	2225,000	23,863	602630,561	882892,764	377,166	1,201
P98	2250,000	25,000	602616,174	882913,203	376,840	-0,326
P99	2275,000	25,000	602600,365	882932,564	375,111	-1,729
P100	2300,000	25,000	602583,215	882950,746	372,347	-2,764
P101	2325,000	25,000	602564,811	882967,658	374,823	2,476
P102	2350,000	25,000	602545,246	882983,214	377,567	2,744
P103	2375,000	25,000	602524,622	882997,333	380,311	2,744
P104	2400,000	25,000	602503,042	883009,945	383,045	2,734
P105	2425,000	25,000	602480,618	883020,984	384,319	1,274
P106	2450,000	25,000	602457,462	883030,395	383,257	-1,062
P107	2475,000	14,537	602433,694	883038,130	381,163	-2,094
P108	2479,075	12,500	602429,770	883039,229	380,837	-0,326
P109	2500,000	22,963	602409,588	883044,754	379,369	-1,467
P110	2525,000	25,000	602385,476	883051,356	378,076	-1,294
P111	2550,000	25,000	602361,363	883057,958	377,282	-0,794
P112	2575,000	25,000	602337,250	883064,560	376,988	-0,294
P113	2600,000	25,000	602313,138	883071,162	377,195	0,206

P114	2625,000	21,419	602289,025	883077,764	377,791	0,596
P115	2642,838	12,500	602271,820	883082,475	378,237	0,446
P116	2650,000	16,081	602264,927	883084,415	378,415	0,179
P117	2675,000	25,000	602241,095	883091,959	378,750	0,334
P118	2700,000	25,000	602217,670	883100,685	378,262	-0,488
P119	2725,000	25,000	602194,710	883110,571	379,700	1,438
P120	2750,000	25,000	602172,273	883121,591	382,679	2,979
P121	2775,000	25,000	602150,415	883133,719	385,202	2,523
P122	2800,000	25,000	602129,190	883146,925	386,892	1,690
P123	2825,000	25,000	602108,652	883161,175	387,749	0,857
P124	2850,000	25,000	602088,852	883176,433	387,772	0,023
P125	2875,000	15,434	602069,839	883192,662	386,962	-0,810
P126	2880,868	12,500	602065,496	883196,608	386,651	-0,311
P127	2900,000	12,337	602051,410	883209,555	385,329	-1,322
P128	2905,542	12,500	602047,330	883213,305	384,901	-0,428
P129	2925,000	22,229	602033,591	883227,076	383,400	-1,501
P130	2950,000	25,000	602017,774	883246,419	381,713	-1,687
P131	2975,000	25,000	602004,199	883267,397	380,789	-0,924
P132	3000,000	25,000	601993,034	883289,751	380,647	-0,142
P133	3025,000	25,000	601984,416	883313,205	381,392	0,745
P134	3050,000	25,000	601978,452	883337,470	384,473	3,081
P135	3075,000	20,165	601975,215	883362,247	388,618	4,145
P136	3090,330	12,500	601974,598	883377,562	390,176	1,558
P137	3100,000	12,109	601974,538	883387,231	390,756	0,580
P138	3114,549	12,500	601974,448	883401,780	391,229	0,473
P139	3125,000	17,725	601974,419	883412,231	391,585	0,357
P140	3150,000	25,000	601974,647	883437,229	392,635	1,050
P141	3175,000	25,000	601975,291	883462,221	393,963	1,328
P142	3200,000	25,000	601976,351	883487,198	395,337	1,373
P143	3225,000	25,000	601977,827	883512,154	393,005	-2,332
P144	3250,000	25,000	601979,720	883537,082	394,042	1,037

P145	3275,000	25,000	601982,027	883561,975	396,359	2,317
P146	3300,000	25,000	601984,749	883586,826	398,479	2,120
P147	3325,000	22,882	601987,885	883611,629	398,508	0,029
P148	3345,764	12,500	601990,803	883632,186	394,239	-4,269
P149	3350,000	13,186	601991,427	883636,376	393,487	-0,752
P150	3372,136	12,500	601994,690	883658,271	390,726	-2,761
P151	3375,000	13,932	601995,096	883661,105	390,512	-0,214
P152	3400,000	25,000	601997,255	883686,001	390,037	-0,475
P153	3425,000	25,000	601996,917	883710,989	391,774	1,737
P154	3450,000	25,000	601994,086	883735,818	393,850	2,076
P155	3475,000	25,000	601988,791	883760,240	395,926	2,076
P156	3500,000	25,000	601981,084	883784,011	397,969	2,042
P157	3525,000	23,958	601971,042	883806,894	398,724	0,755
P158	3547,916	12,500	601959,872	883826,894	397,727	-0,997
P159	3550,000	12,582	601958,774	883828,665	397,556	-0,171
P160	3573,080	12,500	601946,608	883848,279	394,770	-2,786
P161	3575,000	13,460	601945,601	883849,913	394,465	-0,306
P162	3600,000	25,000	601933,312	883871,679	395,899	1,435
P163	3625,000	25,000	601922,608	883894,265	398,997	3,098
P164	3650,000	25,000	601913,544	883917,558	402,095	3,098
P165	3675,000	25,000	601906,164	883941,439	405,193	3,098
P166	3700,000	25,000	601900,508	883965,785	408,291	3,098
P167	3725,000	25,000	601896,604	883990,473	411,389	3,098
P168	3750,000	25,000	601894,472	884015,377	414,487	3,098
P169	3775,000	25,000	601894,123	884040,369	417,585	3,098
P170	3800,000	25,000	601895,558	884065,322	420,683	3,098
P171	3825,000	24,153	601898,770	884090,110	423,781	3,098
P172	3848,307	12,500	601903,351	884112,958	426,284	2,503
P173	3850,000	13,347	601903,739	884114,606	426,403	0,119
P174	3875,000	25,000	601909,467	884138,941	427,052	0,649
P175	3900,000	20,547	601915,196	884163,276	426,318	-0,735

P176	3916,094	12,500	601918,883	884178,942	427,424	1,107
P177	3925,000	16,953	601921,307	884187,508	428,309	0,885
P178	3950,000	25,000	601932,046	884210,012	430,896	2,587
P179	3975,000	25,000	601948,018	884229,160	440,688	9,792
P180	4000,000	25,000	601968,231	884243,760	444,767	4,079
P181	4025,000	21,356	601991,428	884252,906	447,646	2,879
P182	4042,712	12,500	602008,886	884255,759	449,661	2,014
P183	4050,000	6,807	602016,154	884256,294	450,484	0,823
P184	4056,326	12,500	602022,463	884256,758	451,195	0,711
P185	4075,000	21,837	602040,725	884260,421	453,279	2,084
P186	4100,000	20,918	602062,692	884272,112	456,033	2,754
P187	4116,837	12,500	602074,778	884283,784	457,864	1,831
P188	4125,000	16,582	602079,977	884290,077	458,745	0,881
P189	4150,000	24,915	602095,901	884309,349	461,416	2,671
P190	4174,829	12,500	602111,717	884328,490	464,027	2,611
P191	4175,000	12,585	602111,826	884328,621	464,045	0,018
P192	4200,000	25,000	602126,488	884348,850	466,632	2,587
P193	4225,000	25,000	602138,514	884370,749	469,178	2,546
P194	4250,000	25,000	602147,716	884393,976	471,682	2,504
P195	4275,000	25,000	602153,951	884418,169	474,144	2,462
P196	4300,000	25,000	602157,120	884442,951	476,565	2,421
P197	4325,000	25,000	602157,175	884467,935	478,943	2,379
P198	4350,000	25,000	602154,115	884492,731	481,281	2,337
P199	4375,000	25,000	602147,987	884516,951	483,576	2,296
P200	4400,000	25,000	602138,888	884540,219	485,830	2,254
P201	4425,000	25,000	602126,958	884562,170	488,043	2,212
P202	4450,000	25,000	602112,385	884582,463	490,213	2,171
P203	4475,000	20,463	602095,395	884600,781	492,342	2,129
P204	4490,927	12,500	602083,432	884611,288	493,677	1,335
P205	4500,000	17,037	602076,382	884617,000	494,429	0,753
P206	4525,000	22,551	602056,956	884632,737	496,475	2,046

P207	4545,102	12,500	602041,336	884645,390	498,090	1,615
P208	4550,000	14,949	602037,547	884648,494	498,479	0,389
P209	4575,000	25,000	602018,747	884664,967	500,441	1,962
P210	4600,000	25,000	602000,890	884682,460	502,362	1,921
P211	4625,000	25,000	601984,032	884700,916	504,241	1,879
P212	4650,000	25,000	601968,225	884720,281	506,078	1,837
P213	4675,000	25,000	601953,518	884740,493	507,874	1,796
P214	4700,000	25,000	601939,955	884761,490	509,628	1,754
P215	4725,000	25,000	601927,580	884783,209	511,340	1,712
P216	4750,000	23,026	601916,429	884805,581	513,010	1,671
P217	4771,052	12,500	601908,015	884824,876	514,385	1,374
P218	4775,000	14,474	601906,522	884828,531	514,639	0,254
P219	4800,000	25,000	601897,068	884851,674	516,227	1,588
P220	4825,000	25,000	601887,614	884874,818	517,799	1,572
P221	4850,000	25,000	601878,159	884897,961	519,372	1,572
P222	4875,000	25,000	601868,705	884921,105	520,895	1,523
P223	4900,000	25,000	601859,251	884944,248	522,135	1,240
P224	4925,000	25,000	601849,797	884967,391	523,063	0,928
P225	4950,000	25,000	601840,342	884990,535	523,678	0,615
P226	4975,000	20,036	601830,888	885013,678	523,981	0,303
P227	4990,072	7,536	601825,188	885027,631	524,062	0,081
<b>L Total=</b>	<b>4990,072</b>				<b>DH Total=</b>	<b>250,781</b>

- $\Sigma \Delta H = 250.781 \text{ m}$

- $\Sigma \text{Distance} = 4990,072 \text{ m}$

$$Dc = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{Distance}} = \frac{250,781}{4990,072} = 0,0503 \quad \Rightarrow \quad Dc = 5,03\%$$

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

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

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

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

**B)-Sinuosité :**

$$\sigma = \frac{Ls}{LT} = 0.037$$

Avec :

Ls =0 si aucun rayon n'est inférieur à 200

Donc  $\sigma=0$ ;

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

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

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

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

▪ **Environnement de la route :**

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

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

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

▪ **Dans notre cas, nous avons :**

Terrain montagneux  
Sinuosité faible  Environnement E2

**II-2-2-4- La vitesse de référence :**

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT3** et environnement **E2**

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

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

À partir du **tableau II.19**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr = 80 km/h**

### II-2-2-5- Stabilité en courbe :

✓ **Tableau récapitulatif :**

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

#### ▪ Détermination des rayons en plan :

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

$$RHm = \frac{80^2}{127 (0.15 + 0.08)} = 219m$$

❖ **Le rayon minimal normal (RHN) :**

$$RHN = \frac{(80+20)^2}{127 (0.15 + 0.08)} = 442m$$

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

$$RHd = \frac{80^2}{127 * 2 * 0.03} = 839m$$

❖ **Le rayon non déversé RHnd :**

$$RHnd = \frac{80^2}{127 (0.07 - 0.03)} = 1259m$$

#### 1) Paramètres fondamentaux :

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

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (8 %)	229	280
Rayon horizontal normal (m)	RHN (6 %)	442	375
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3 %)	839	800



Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-3 %)	1259	1200
----------------------------------	-------------	------	------

### 1) Choix des rayons:

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

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

<b>Rayons Choisis(m)</b>	
<b>R1</b>	1750
<b>R2</b>	2000
<b>R3</b>	1500
<b>R4</b>	350
<b>R5</b>	500
<b>R6</b>	225
<b>R7</b>	1500
<b>R8</b>	250
<b>R9</b>	350
<b>R10</b>	100
<b>R11</b>	75
<b>R12</b>	200
<b>R13</b>	450

### II-2-2-6- Détermination des éléments des raccordements circulaire :

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

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
1	370.4160	1788.7727	37.9323	729.6865
2	192.4540	2009.2383	9.1958	383.5321
3	296.5955	1529.0418	27.8765	585.3399
4	146.0957	379.2676	27.0091	276.6606
5	121.3147	514.5068	14.0977	237.9091
6	97.9636	245.4014	18.7053	184.6949
7	115.8373	1504.4661	4.4528	231.0985
8	91.699	266.2869	15.2907	175.6904
9	145.1725	378.913	26.7067	275.0873
10	73.3856	124.0381	19.3796	126.5536
11	32.0106	81.5455	6.0201	60.4795
12	201.9474	284.2231	59.2655	315.937
13	115.41	464.5637	14.1071	225.8355

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

$$Lad = AT1 + T1T2 + T2B$$

$$64.3617+267.2570+57.9328+163.764+24.6737+24.2181+26.3721+25.1644+67.7873+13.6$$

$$145+57.9927+54.1750+219.0204 \quad \longrightarrow \quad Lad = 1180.6266 \text{ m}$$

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

$$Lc = D1 + D2+D3+D4+D5+D6+D7+.....+D14$$

$$Lc = 729.6865+383.5321$$

$$+585.3399+276.6606+237.9091+184.6949+231.0985+175.6904+275.0873+126.5536+$$

$$60.4795+ 315.9370+225.8355 \quad \longrightarrow \quad Lc = 3808.5173 \text{ m}$$

• **Longueur totale du tronçon : LT**

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT = 1180.6266m + 3808.5173 \longrightarrow LT = 4989.1439 m$$

- **Pourcentage Alignement droit : % alig\_Droit = 70 %**
- **Pourcentage Courbe : % courbe = 30 %**

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

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,000	12,500	7,91	8,71	16,63	207,822	207,822	0,01	0,00	0,01	0,092	0,092
P2	25,000	25,000	8,18	3,78	11,96	298,898	506,721	0,34	0,38	0,72	17,942	18,034
P3	50,000	25,000	14,65	8,20	22,85	571,277	1077,998	0,01	0,17	0,18	4,388	22,421
P4	75,000	25,000	15,03	10,33	25,37	634,194	1712,192	0,00	0,00	0,00	0,000	22,421
P5	100,000	19,151	13,56	9,45	23,01	440,733	2152,925	0,00	0,00	0,00	0,000	22,421
P6	113,303	12,500	13,34	11,04	24,37	304,634	2457,559	0,00	0,00	0,00	0,000	22,421
P7	125,000	18,349	4,64	10,76	15,40	282,555	2740,113	0,04	0,00	0,04	0,667	23,088
P8	150,000	25,000	0,21	9,88	10,09	252,148	2992,261	7,32	3,48	10,80	269,926	293,014
P9	175,000	25,000	0,64	21,08	21,72	543,062	3535,323	5,65	0,00	5,65	141,256	434,269
P10	200,000	25,000	0,58	19,47	20,05	501,145	4036,468	4,51	0,01	4,52	113,002	547,271
P11	225,000	25,000	0,04	16,10	16,14	403,543	4440,011	9,46	0,26	9,72	243,116	790,387
P12	250,000	25,000	1,19	10,89	12,08	302,002	4742,013	0,44	0,32	0,76	18,941	809,329
P13	275,000	25,000	27,06	25,91	52,98	1324,382	6066,395	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P14	300,000	25,000	33,20	33,45	66,65	1666,272	7732,668	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P15	325,000	25,000	34,24	32,32	66,56	1663,876	9396,543	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P16	350,000	25,000	33,57	30,59	64,16	1604,052	11000,596	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P17	375,000	25,000	32,15	29,95	62,10	1552,523	12553,119	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P18	400,000	25,000	30,39	28,43	58,82	1470,455	14023,574	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P19	425,000	25,000	23,21	23,11	46,32	1158,099	15181,673	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P20	450,000	25,000	13,67	13,26	26,93	673,271	15854,944	0,00	0,00	0,00	0,000	809,329
P21	475,000	25,000	6,29	5,98	12,27	306,663	16161,607	0,26	0,24	0,50	12,572	821,901
P22	500,000	25,000	1,93	0,00	1,93	48,339	16209,946	1,21	2,91	4,12	103,046	924,947
P23	525,000	25,000	0,75	0,00	0,75	18,689	16228,635	1,92	4,77	6,68	167,114	1092,060
P24	550,000	25,000	0,36	0,00	0,36	8,916	16237,551	2,29	8,85	11,14	278,572	1370,633
P25	575,000	25,000	0,12	0,00	0,12	2,936	16240,486	5,10	12,62	17,72	443,102	1813,735
P26	600,000	25,000	0,01	0,00	0,01	0,185	16240,671	4,75	11,21	15,96	398,880	2212,615
P27	625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	16240,671	4,75	13,04	17,79	444,848	2657,462
P28	650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	16240,671	4,49	10,49	14,98	374,521	3031,983
P29	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	16240,671	3,91	10,03	13,94	348,594	3380,578
P30	700,000	25,000	0,01	0,00	0,01	0,134	16240,805	5,55	5,99	11,55	288,675	3669,252
P31	725,000	25,000	2,54	0,00	2,54	63,482	16304,287	0,94	7,41	8,35	208,705	3877,957
P32	750,000	25,000	3,14	0,00	3,14	78,615	16382,902	1,88	11,29	13,17	329,224	4207,181
P33	775,000	25,000	4,57	0,00	4,57	114,338	16497,240	0,95	8,73	9,68	241,934	4449,115
P34	800,000	25,000	4,66	0,00	4,67	116,691	16613,931	0,54	5,37	5,92	147,906	4597,021
P35	825,000	21,680	7,81	1,75	9,56	207,209	16821,139	0,37	1,62	1,99	43,249	4640,270
P36	843,359	12,500	10,89	0,97	11,86	148,251	16969,391	0,85	0,77	1,62	20,223	4660,493
P37	850,000	15,820	12,52	2,45	14,97	236,851	17206,242	0,28	0,29	0,57	8,970	4669,462

P38	875,000	25,000	15,34	0,00	15,34	383,398	17589,640	0,63	5,40	6,03	150,720	4820,183
P39	900,000	16,361	19,85	0,00	19,85	324,788	17914,427	0,18	3,60	3,78	61,811	4881,994
P40	907,721	12,500	22,78	0,03	22,81	285,139	18199,567	0,00	2,61	2,61	32,607	4914,600
P41	925,000	21,139	23,18	4,51	27,69	585,428	18784,994	0,00	0,88	0,88	18,682	4933,283
P42	950,000	25,000	16,10	2,76	18,86	471,568	19256,563	0,54	0,92	1,46	36,381	4969,664
P43	975,000	25,000	21,06	7,87	28,92	723,102	19979,665	0,00	0,54	0,54	13,568	4983,231
P44	1000,000	25,000	22,84	1,74	24,58	614,403	20594,068	0,00	2,42	2,42	60,526	5043,758
P45	1025,000	25,000	17,07	0,17	17,24	431,011	21025,079	0,15	6,47	6,62	165,514	5209,271
P46	1050,000	25,000	9,82	0,00	9,82	245,467	21270,546	1,67	16,55	18,22	455,432	5664,704
P47	1075,000	25,000	21,92	1,65	23,57	589,268	21859,814	0,00	2,81	2,81	70,330	5735,033
P48	1100,000	25,000	27,32	4,05	31,36	784,120	22643,935	0,00	3,89	3,89	97,362	5832,396
P49	1125,000	25,000	30,70	20,12	50,82	1270,527	23914,462	0,00	0,00	0,00	0,000	5832,396
P50	1150,000	25,000	24,85	18,56	43,42	1085,391	24999,853	0,00	0,00	0,00	0,000	5832,396
P51	1175,000	25,000	23,03	7,46	30,49	762,190	25762,043	0,00	0,00	0,00	0,000	5832,396
P52	1200,000	25,000	7,10	2,00	9,11	227,649	25989,693	0,33	0,76	1,09	27,162	5859,557
P53	1225,000	25,000	4,42	4,38	8,80	219,890	26209,583	0,38	0,38	0,76	19,087	5878,644
P54	1250,000	25,000	9,56	7,00	16,56	414,009	26623,591	0,00	0,01	0,01	0,334	5878,978
P55	1275,000	20,724	24,18	16,94	41,12	852,127	27475,718	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P56	1291,447	12,500	33,14	21,73	54,87	685,894	28161,612	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P57	1300,000	16,776	38,04	24,68	62,72	1052,266	29213,879	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P58	1325,000	25,000	40,30	23,98	64,28	1607,073	30820,951	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P59	1350,000	25,000	39,38	22,52	61,89	1547,372	32368,324	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P60	1375,000	25,000	41,11	25,19	66,30	1657,478	34025,802	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P61	1400,000	25,000	41,19	26,08	67,27	1681,797	35707,599	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P62	1425,000	25,000	41,05	28,48	69,54	1738,385	37445,983	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P63	1450,000	25,000	34,38	28,48	62,87	1571,669	39017,652	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P64	1475,000	25,000	29,43	26,75	56,19	1404,713	40422,366	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P65	1500,000	25,000	23,37	22,85	46,22	1155,579	41577,945	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P66	1525,000	25,000	20,91	22,61	43,52	1088,058	42666,003	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P67	1550,000	16,852	20,76	22,87	43,63	735,253	43401,256	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P68	1558,705	12,500	20,61	23,25	43,86	548,240	43949,497	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P69	1575,000	20,648	19,89	23,98	43,87	905,748	44855,245	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P70	1600,000	25,000	15,78	17,47	33,25	831,273	45686,518	0,00	0,00	0,00	0,000	5878,978
P71	1625,000	25,000	12,19	9,27	21,45	536,281	46222,799	0,14	0,10	0,24	5,969	5884,947
P72	1650,000	25,000	11,83	8,05	19,88	496,948	46719,746	0,25	0,22	0,47	11,766	5896,713
P73	1675,000	25,000	12,20	10,04	22,24	556,101	47275,847	0,00	0,00	0,00	0,000	5896,713
P74	1700,000	25,000	11,12	16,05	27,17	679,274	47955,121	0,00	0,00	0,00	0,000	5896,713
P75	1725,000	25,000	14,63	14,91	29,54	738,431	48693,552	0,00	0,00	0,00	0,000	5896,713
P76	1750,000	25,000	12,23	13,13	25,35	633,844	49327,396	0,00	0,00	0,00	0,000	5896,713
P77	1775,000	25,000	7,88	8,71	16,59	414,682	49742,077	0,15	0,12	0,27	6,844	5903,557
P78	1800,000	25,000	9,19	8,77	17,96	449,059	50191,136	0,13	0,10	0,23	5,658	5909,216
P79	1825,000	25,000	10,27	7,62	17,89	447,159	50638,295	0,17	0,16	0,34	8,405	5917,621
P80	1850,000	25,000	10,01	10,54	20,55	513,791	51152,086	0,00	0,00	0,00	0,000	5917,621
P81	1875,000	25,000	11,78	11,78	23,56	589,121	51741,207	0,00	0,00	0,00	0,000	5917,621
P82	1900,000	25,000	15,01	13,57	28,58	714,570	52455,776	0,00	0,00	0,00	0,000	5917,621
P83	1925,000	25,000	13,30	10,94	24,24	605,896	53061,672	0,00	0,00	0,00	0,000	5917,621
P84	1950,000	25,000	10,76	7,36	18,11	452,875	53514,546	0,00	0,00	0,00	0,000	5917,621
P85	1975,000	25,000	10,15	3,09	13,24	331,101	53845,647	0,02	3,07	3,09	77,319	5994,940
P86	2000,000	25,000	15,87	8,24	24,11	602,824	54448,471	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P87	2025,000	25,000	18,29	9,69	27,98	699,575	55148,046	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P88	2050,000	25,000	24,72	15,73	40,45	1011,340	56159,386	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P89	2075,000	25,000	33,57	17,74	51,31	1282,759	57442,145	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940

P90	2100,000	25,000	32,09	15,41	47,51	1187,641	58629,786	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P91	2125,000	22,170	38,76	21,56	60,32	1337,258	59967,044	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P92	2144,341	12,500	36,48	20,89	57,37	717,068	60684,112	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P93	2150,000	15,330	32,41	18,92	51,33	786,911	61471,024	0,00	0,00	0,00	0,000	5994,940
P94	2175,000	25,000	27,57	8,05	35,62	890,433	62361,456	0,00	0,34	0,34	8,496	6003,436
P95	2200,000	13,637	18,69	2,30	20,99	286,207	62647,663	0,00	1,92	1,92	26,173	6029,609
P96	2202,274	12,500	19,27	4,71	23,98	299,789	62947,452	0,00	0,00	0,00	0,000	6029,609
P97	2225,000	23,863	15,64	8,41	24,05	573,807	63521,259	0,00	0,00	0,00	0,000	6029,609
P98	2250,000	25,000	12,60	13,07	25,68	641,974	64163,233	0,00	0,00	0,00	0,000	6029,609
P99	2275,000	25,000	6,66	12,31	18,97	474,245	64637,478	0,00	0,00	0,00	0,000	6029,609
P100	2300,000	25,000	10,74	20,38	31,13	778,201	65415,679	0,27	0,08	0,35	8,760	6038,369
P101	2325,000	25,000	5,24	27,33	32,57	814,285	66229,964	0,00	0,00	0,00	0,000	6038,369
P102	2350,000	25,000	15,93	32,49	48,43	1210,640	67440,604	0,00	0,00	0,00	0,000	6038,369
P103	2375,000	25,000	22,46	35,50	57,97	1449,138	68889,742	0,00	0,00	0,00	0,000	6038,369
P104	2400,000	25,000	14,83	25,92	40,75	1018,759	69908,501	0,00	0,00	0,00	0,000	6038,369
P105	2425,000	25,000	9,17	12,84	22,01	550,228	70458,729	0,00	0,00	0,00	0,000	6038,369
P106	2450,000	25,000	5,51	10,03	15,54	388,463	70847,191	0,08	0,03	0,12	2,890	6041,259
P107	2475,000	14,537	6,49	9,41	15,90	231,125	71078,316	0,11	0,07	0,18	2,619	6043,878
P108	2479,075	12,500	6,51	8,85	15,36	191,989	71270,305	0,16	0,13	0,29	3,684	6047,562
P109	2500,000	22,963	3,11	4,19	7,30	167,593	71437,898	0,44	0,42	0,87	19,888	6067,450
P110	2525,000	25,000	0,00	0,49	0,49	12,347	71450,245	20,33	2,10	22,44	560,948	6628,399
P111	2550,000	25,000	0,00	0,89	0,89	22,304	71472,550	21,23	2,48	23,70	592,579	7220,978
P112	2575,000	25,000	0,00	6,10	6,10	152,441	71624,991	8,02	0,65	8,68	216,915	7437,893
P113	2600,000	25,000	7,23	7,48	14,71	367,858	71992,849	0,00	0,00	0,00	0,000	7437,893
P114	2625,000	21,419	7,81	6,30	14,11	302,188	72295,037	0,00	0,00	0,00	0,000	7437,893
P115	2642,838	12,500	12,40	3,30	15,70	196,274	72491,310	0,00	0,67	0,67	8,355	7446,248
P116	2650,000	16,081	13,67	2,73	16,40	263,765	72755,075	0,00	1,12	1,12	18,062	7464,310
P117	2675,000	25,000	19,24	2,41	21,65	541,230	73296,306	0,00	1,74	1,74	43,397	7507,707
P118	2700,000	25,000	21,54	0,37	21,91	547,846	73844,152	0,02	6,48	6,50	162,528	7670,235
P119	2725,000	25,000	26,62	13,60	40,22	1005,463	74849,614	0,00	0,00	0,00	0,000	7670,235
P120	2750,000	25,000	8,27	0,00	8,27	206,846	75056,460	1,69	24,99	26,68	666,933	8337,168
P121	2775,000	25,000	18,42	0,00	18,42	460,463	75516,923	0,35	9,93	10,28	256,990	8594,158
P122	2800,000	25,000	48,50	5,72	54,22	1355,471	76872,394	0,00	5,54	5,54	138,502	8732,661
P123	2825,000	25,000	56,37	32,32	88,69	2217,330	79089,724	0,00	0,00	0,00	0,000	8732,661
P124	2850,000	25,000	36,92	5,66	42,58	1064,422	80154,146	0,00	1,95	1,95	48,732	8781,393
P125	2875,000	15,434	28,35	1,83	30,17	465,728	80619,874	0,00	2,78	2,78	42,963	8824,357
P126	2880,868	12,500	25,78	1,32	27,11	338,815	80958,689	0,00	3,10	3,10	38,722	8863,078
P127	2900,000	12,337	39,31	11,41	50,72	625,710	81584,399	0,00	0,00	0,00	0,000	8863,078
P128	2905,542	12,500	43,68	20,14	63,82	797,736	82382,135	0,00	0,00	0,00	0,000	8863,078
P129	2925,000	22,229	37,87	19,09	56,95	1266,016	83648,151	0,00	0,00	0,00	0,000	8863,078
P130	2950,000	25,000	34,05	7,22	41,27	1031,700	84679,851	0,00	0,05	0,05	1,296	8864,375
P131	2975,000	25,000	16,82	0,00	16,82	420,537	85100,388	0,54	14,84	15,38	384,493	9248,868
P132	3000,000	25,000	29,01	2,29	31,30	782,553	85882,941	0,00	4,02	4,02	100,452	9349,319
P133	3025,000	25,000	32,43	5,90	38,33	958,180	86841,121	0,00	0,00	0,00	0,000	9349,319
P134	3050,000	25,000	17,90	16,45	34,35	858,638	87699,759	0,00	0,00	0,00	0,000	9349,319
P135	3075,000	20,165	14,73	18,85	33,58	677,157	88376,916	0,00	0,00	0,00	0,000	9349,319
P136	3090,330	12,500	7,92	17,58	25,51	318,848	88695,764	0,00	0,00	0,00	0,000	9349,319
P137	3100,000	12,109	8,89	19,58	28,47	344,795	89040,559	0,00	0,00	0,00	0,000	9349,319
P138	3114,549	12,500	5,12	23,48	28,60	357,495	89398,054	0,70	0,00	0,70	8,689	9358,008
P139	3125,000	17,725	2,56	21,67	24,23	429,447	89827,501	1,52	0,00	1,52	26,929	9384,937
P140	3150,000	25,000	0,05	18,92	18,97	474,264	90301,765	9,18	0,20	9,38	234,479	9619,416
P141	3175,000	25,000	0,00	22,25	22,25	556,135	90857,900	11,04	0,37	11,41	285,131	9904,547

P142	3200,000	25,000	0,41	30,79	31,20	780,058	91637,958	14,33	0,00	14,33	358,356	10262,903
P143	3225,000	25,000	5,76	20,81	26,57	664,162	92302,120	0,03	0,00	0,03	0,633	10263,536
P144	3250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92302,120	35,00	26,90	61,90	1547,560	11811,096
P145	3275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92302,120	7,73	18,18	25,90	647,579	12458,675
P146	3300,000	25,000	14,74	0,41	15,15	378,794	92680,914	0,02	7,21	7,23	180,841	12639,515
P147	3325,000	22,882	12,69	4,27	16,97	388,200	93069,114	0,00	0,55	0,55	12,659	12652,174
P148	3345,764	12,500	16,01	25,85	41,86	523,230	93592,344	0,01	0,00	0,01	0,120	12652,294
P149	3350,000	13,186	15,06	21,92	36,98	487,615	94079,958	0,08	0,00	0,08	1,116	12653,410
P150	3372,136	12,500	0,00	3,96	3,96	49,552	94129,511	18,92	6,22	25,14	314,276	12967,686
P151	3375,000	13,932	0,00	5,13	5,13	71,508	94201,019	26,80	6,08	32,88	458,090	13425,776
P152	3400,000	25,000	0,00	3,58	3,58	89,597	94290,616	51,28	8,07	59,35	1483,661	14909,437
P153	3425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	94290,616	35,01	24,98	59,99	1499,792	16409,229
P154	3450,000	25,000	0,00	1,63	1,63	40,786	94331,402	27,20	10,60	37,80	945,084	17354,313
P155	3475,000	25,000	2,37	13,60	15,97	399,126	94730,528	1,63	0,50	2,13	53,195	17407,509
P156	3500,000	25,000	28,13	11,10	39,23	980,634	95711,162	0,00	0,00	0,00	0,000	17407,509
P157	3525,000	23,958	41,27	11,27	52,53	1258,575	96969,737	0,00	1,37	1,37	32,801	17440,310
P158	3547,916	12,500	47,08	15,99	63,06	788,311	97758,047	0,00	0,59	0,59	7,380	17447,690
P159	3550,000	12,582	45,69	15,58	61,26	770,829	98528,876	0,00	0,39	0,39	4,955	17452,645
P160	3573,080	12,500	35,40	2,86	38,26	478,220	99007,097	0,00	6,45	6,45	80,599	17533,244
P161	3575,000	13,460	33,65	1,87	35,52	478,080	99485,177	0,00	7,98	7,98	107,356	17640,600
P162	3600,000	25,000	66,44	12,79	79,23	1980,806	101465,983	0,00	2,57	2,57	64,290	17704,890
P163	3625,000	25,000	79,65	22,71	102,36	2558,986	104024,968	0,00	1,34	1,34	33,483	17738,373
P164	3650,000	25,000	22,82	0,00	22,82	570,416	104595,385	3,07	56,49	59,56	1489,065	19227,437
P165	3675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	104595,385	26,78	16,42	43,20	1080,053	20307,490
P166	3700,000	25,000	27,99	40,31	68,29	1707,339	106302,724	0,00	0,00	0,00	0,000	20307,490
P167	3725,000	25,000	0,00	14,91	14,91	372,814	106675,538	24,75	1,28	26,04	650,997	20958,487
P168	3750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	106675,538	52,13	56,18	108,31	2707,771	23666,259
P169	3775,000	25,000	26,01	22,44	48,44	1211,015	107886,553	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P170	3800,000	25,000	27,64	29,00	56,63	1415,783	109302,336	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P171	3825,000	24,153	25,99	26,05	52,05	1257,160	110559,495	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P172	3848,307	12,500	18,96	11,89	30,85	385,627	110945,122	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P173	3850,000	13,347	18,85	10,57	29,42	392,656	111337,778	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P174	3875,000	25,000	24,61	16,36	40,98	1024,375	112362,154	0,00	0,00	0,00	0,000	23666,259
P175	3900,000	20,547	27,02	0,11	27,13	557,355	112919,509	0,01	13,00	13,02	267,438	23933,697
P176	3916,094	12,500	24,54	0,05	24,59	307,370	113226,879	0,07	12,81	12,87	160,888	24094,585
P177	3925,000	16,953	25,82	0,12	25,94	439,765	113666,644	0,02	11,98	12,00	203,442	24298,027
P178	3950,000	25,000	38,40	4,76	43,16	1078,885	114745,528	0,00	1,04	1,04	25,985	24324,012
P179	3975,000	25,000	17,97	3,17	21,14	528,495	115274,023	0,00	0,07	0,07	1,788	24325,800
P180	4000,000	25,000	24,79	23,39	48,17	1204,335	116478,358	0,00	0,00	0,00	0,000	24325,800
P181	4025,000	21,356	58,51	13,37	71,88	1534,992	118013,351	0,00	0,00	0,00	0,000	24325,800
P182	4042,712	12,500	41,12	7,69	48,81	610,123	118623,474	0,00	0,00	0,00	0,000	24325,800
P183	4050,000	6,807	38,62	3,14	41,76	284,275	118907,749	0,00	0,01	0,01	0,040	24325,840
P184	4056,326	12,500	36,73	1,59	38,32	479,016	119386,765	0,03	0,42	0,45	5,634	24331,473
P185	4075,000	21,837	11,26	0,00	11,26	245,778	119632,542	0,72	2,47	3,20	69,774	24401,247
P186	4100,000	20,918	0,00	3,16	3,16	66,049	119698,591	3,36	2,45	5,81	121,506	24522,753
P187	4116,837	12,500	2,05	25,19	27,25	340,566	120039,157	2,83	0,00	2,83	35,364	24558,117
P188	4125,000	16,582	2,03	33,56	35,60	590,228	120629,385	4,98	0,00	4,98	82,641	24640,758
P189	4150,000	24,915	0,00	0,10	0,10	2,519	120631,904	11,60	1,41	13,01	324,215	24964,973
P190	4174,829	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	24,81	36,27	61,09	763,620	25728,593
P191	4175,000	12,585	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	24,87	36,42	61,29	771,317	26499,909
P192	4200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	39,50	59,95	99,45	2486,212	28986,121
P193	4225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	46,85	72,10	118,96	2973,884	31960,005

P194	4250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	37,92	64,03	101,94	2548,599	34508,604
P195	4275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	120631,904	14,97	31,14	46,11	1152,766	35661,369
P196	4300,000	25,000	3,15	4,57	7,72	193,107	120825,011	0,65	0,59	1,25	31,168	35692,538
P197	4325,000	25,000	26,81	36,48	63,29	1582,249	122407,260	0,00	0,00	0,00	0,000	35692,538
P198	4350,000	25,000	53,11	58,48	111,59	2789,686	125196,946	0,00	0,00	0,00	0,000	35692,538
P199	4375,000	25,000	69,70	57,74	127,44	3186,087	128383,033	0,00	0,00	0,00	0,000	35692,538
P200	4400,000	25,000	69,91	35,25	105,16	2629,012	131012,045	0,00	0,00	0,00	0,000	35692,538
P201	4425,000	25,000	25,73	0,00	25,73	643,280	131655,325	0,93	23,91	24,84	621,042	36313,580
P202	4450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	18,88	43,83	62,71	1567,706	37881,285
P203	4475,000	20,463	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	22,97	52,16	75,13	1537,362	39418,647
P204	4490,927	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	18,50	46,47	64,97	812,175	40230,822
P205	4500,000	17,037	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	22,43	43,72	66,15	1127,053	41357,875
P206	4525,000	22,551	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	15,36	35,51	50,87	1147,062	42504,937
P207	4545,102	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	22,84	39,53	62,37	779,632	43284,568
P208	4550,000	14,949	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	22,57	38,56	61,13	913,891	44198,460
P209	4575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	22,47	41,60	64,07	1601,816	45800,275
P210	4600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	29,79	45,39	75,18	1879,561	47679,836
P211	4625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	27,27	33,78	61,05	1526,300	49206,137
P212	4650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	131655,325	10,02	3,86	13,88	346,953	49553,089
P213	4675,000	25,000	0,00	14,02	14,02	350,528	132005,853	12,70	0,82	13,52	337,933	49891,022
P214	4700,000	25,000	0,00	5,44	5,44	136,124	132141,977	21,18	4,96	26,14	653,543	50544,565
P215	4725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	132141,977	32,65	19,92	52,57	1314,301	51858,866
P216	4750,000	23,026	0,00	0,00	0,00	0,000	132141,977	42,85	23,82	66,66	1535,015	53393,880
P217	4771,052	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	132141,977	32,88	22,56	55,44	693,028	54086,909
P218	4775,000	14,474	0,00	0,00	0,00	0,000	132141,977	29,81	21,89	51,70	748,287	54835,195
P219	4800,000	25,000	0,00	1,75	1,75	43,631	132185,608	14,13	3,16	17,28	432,112	55267,307
P220	4825,000	25,000	1,55	13,80	15,35	383,763	132569,371	0,52	0,06	0,59	14,648	55281,955
P221	4850,000	25,000	5,36	17,92	23,28	581,933	133151,304	0,00	0,00	0,00	0,000	55281,955
P222	4875,000	25,000	0,66	10,75	11,41	285,168	133436,472	1,28	0,27	1,55	38,772	55320,727
P223	4900,000	25,000	3,86	15,31	19,17	479,221	133915,692	0,44	0,00	0,44	11,115	55331,842
P224	4925,000	25,000	4,04	8,79	12,82	320,502	134236,194	0,00	0,00	0,00	0,000	55331,842
P225	4950,000	25,000	3,43	0,21	3,64	91,005	134327,199	0,55	3,80	4,35	108,709	55440,552
P226	4975,000	20,036	10,05	0,46	10,51	210,561	134537,760	0,24	2,44	2,68	53,785	55494,337
P227	4990,072	7,536	12,53	4,67	17,21	129,664	134667,424	0,00	0,06	0,06	0,469	55494,806

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

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

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

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

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	V1	V2
Longueur totale de l'itinéraire	m	5166.3224	4989.1439	-	+
Pourcentage Alignement Droit	%	23%	22%	-	+
Pourcentage courbe	%	77%	78%	+	-
Rayon minimal	m	0.5	75	-	-
Rayon maximal	m	5000	2000	+	+
Nombre de courbes	/	51	13	-	+
Quantité de déblai	m <sup>3</sup>	154605.6	134667.424	-	+
Quantité de remblai	m <sup>3</sup>	75909.66	55494.806	+	-
				<b>3</b>	<b>5</b>

### II-3- CONCLUSION :

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



# **Chapitre III**

## **Profil En Long**

### **III-1- DEFINITION :**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

✓ Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.

✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des versants dans la 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.

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

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

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

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

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

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

On distingue deux types de raccordements :

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

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

❖ **Condition de confort :**

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

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

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

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

**Tel que :**

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

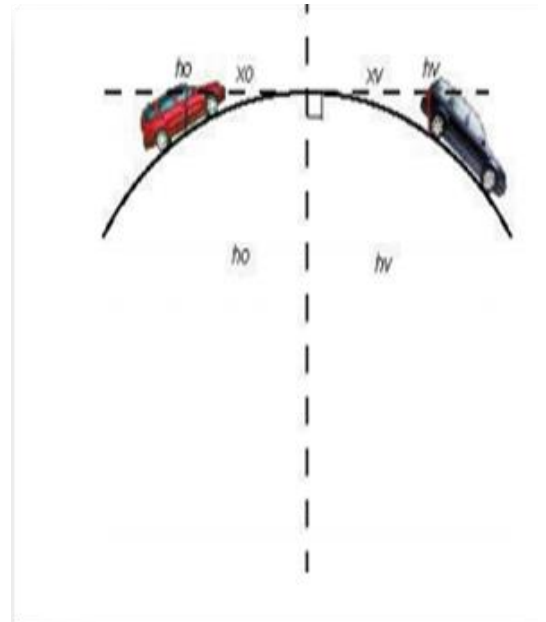
❖ **Condition de visibilité**

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

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

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

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



- **d** : Distance d'arrêt (m).
- **h0** : Hauteur de l'œil (m).
- **h1** : Hauteur de l'obstacle (m).

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

$h_0 = 1.2$  m,  $h_1 = 0.2$  m

**On trouve:**

- $R_v = a d^2 = 0.23$  pour cat 3.4.5
- $R_v = 0.23 d^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base

$V_b = 80$  (Km/h) et pour la catégorie 3-4-5 on a :

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

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	3500
Min- normal	RVN1	8000
Dépassement	RVD	9000

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

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

Cette condition s'exprime par la relation :

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

**Avec :**

**Rv'** : rayon minimum du cercle de raccordement.

**d1** : distance d'arrêt.

$$\frac{g}{30} \text{ pour la CAT 3.4.5.}$$

**❖ Rayon minimal absolu :**

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

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

**❖ Rayon minimal normal :**

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

$$R_{VN'}(v_r) = R_{VM'}(v_r + 20).$$

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

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

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

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

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

**Condition esthétique :**

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

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

**Avec :**

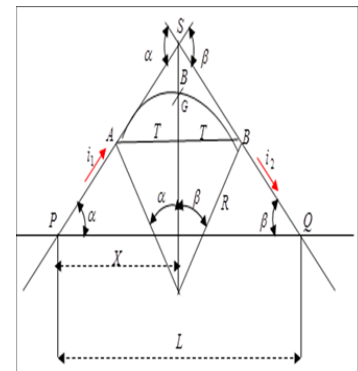
**D :** changement des devers.

**Rvmin :** rayon vertical minimal.

**III-8- ELEMENTS NECESSAIRE AU CALCUL DU PROFIL EN**

**LONG :**

Après la projection des pentes du profil en long on procède au calcul des coordonnées des points de tangence en coordonnées rectangulaires.



**Avec :**

**A et B :** extrémité du raccordement

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

**B :** bissectrice.

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

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

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

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

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

**L :** distance entre les deux points

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

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

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

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

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



- Donnée le rayon R.

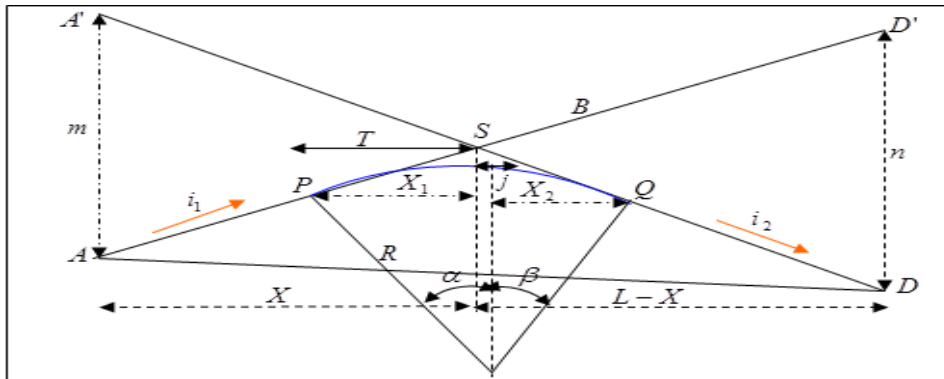


Figure III.2 : Pratiques du profil en long.

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

On a :

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

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

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

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

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

❖ Calculs De La Tangente :

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

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

L'équation de la parabole est :

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

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

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

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

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

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

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

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

❖ Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :

$LR = 2T$

❖ Calcul De La Flèche :



$H = T^2 / 2R$

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

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

III-10- APPLICATION DE PROJET :

Tableau III.4 : Caractéristique des rayons verticaux.

<b>Catégorie</b>	C3	
<b>Environnement</b>	E2	
<b>Vitesse (km/h)</b>	80	
<b>Rayon en angle saillant RV</b> 	Route bidirectionnelle :	(1x1 voies)
	RVm1 (minimal absolu) en m	3500
	RVn1 (minimal normal) en m	8000
<b>Rayon en angle rentrant RV</b> 	Route bidirectionnelle :	(1x1 voies)
	RVm1 (minimal absolu) en m	1472
	RVn1 (minimal normal) en m	2300
<b>Déclivité maximale Imax (%)</b>	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 :

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

**2- Calcul de la tangente :**

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

$$T1 = (2200(0.0258 + 0.0114))/2 = 41\text{m}$$

$$T2 = (500(-0.0114 - 0.0782))/2 = 22\text{m}$$

$$T3 = (4000(0.0782 + 0.1266))/2 = 409\text{m}$$

$$T4 = (750(0.1266 + 0.0439))/2 = 63\text{m}$$

$$T5 = (2250(0.0439 + 0.1164))/2 = 180\text{m}$$

$$T6 = (450(0.1164 + 0.0081))/2 = 28\text{m}$$

$$T7 = (3500(-0.0081 - 0.0374))/2 = 51\text{m}$$

**3- Calcul de la flèche :**

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

$$F1 = 0.38\text{m}$$

$$F2 = 0.48\text{m}$$

$$F3 = 0.54\text{m}$$

$$F4 = 20.9\text{m}$$

$$F5 = 2.65\text{m}$$

$$F6 = 0.87\text{m}$$

$$F7 = 0.37\text{m}$$

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

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

Elément Sommet	P1 P2	Nature du rayon	Sens des pentes	Les rayons (m)	T (m)	F (m)
S1	2.58 -1.14	Rentrant	diff sens	2200	41	0.38
S2	-1.14 7.82	Saillant	diff sens	500	22	0.48
S3	7.82 12.66	Rentrant	Mm sens	4000	409	0.54
S4	12.66 4.39	Rentrant	Mm sens	750	63	20.9
S5	4.39 11.64	Saillant	Mm sens	2250	180	2.65
S6	11.64 -0.81	Rentrant	diff sens	450	28	0.87
S7	-0.81 -3.74	Rentrant	Mm sens	3500	51	0.37

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

### IV-1- INTRODUCTION :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbes 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.

- A** : Paramètre de la clothoïde.
- M** : Centre de cercle.
- R** : Rayon de cercle.
- K<sub>A</sub>** : Origine de la clothoïde.
- K<sub>E</sub>** : Extrémité de la clothoïde.
- L** : longueur de la branche de la clothoïde.
- ΔR**: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).
- X<sub>m</sub>** : Abscisse du centre du cercle.
- τ** : Angle des tangentes.
- X** : Abscisse de K<sub>E</sub>.
- Y** : Origine de K<sub>E</sub>.
- T<sub>K</sub>** : tangente courte.
- T<sub>L</sub>** : tangente longue.
- S<sub>L</sub>** : Corde (K<sub>A</sub> – K<sub>E</sub>).

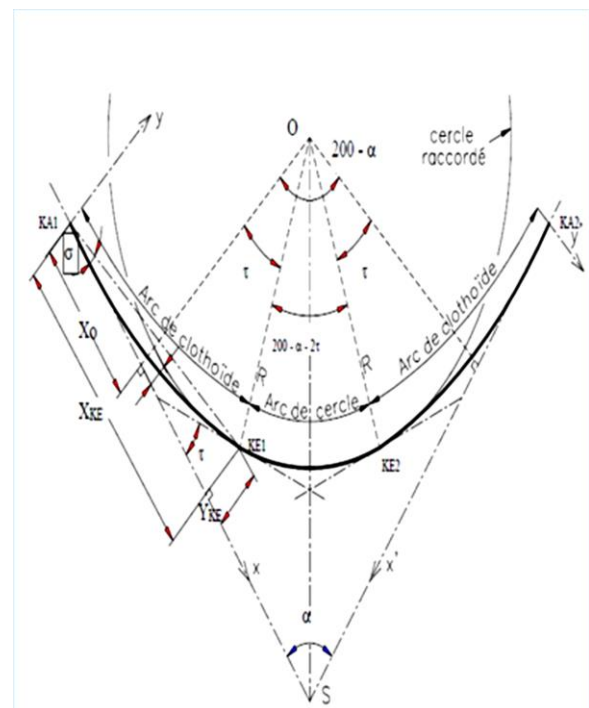


Figure IV.1 : Les éléments de la clothoïde.

$\sigma$  : Angle polaire.

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

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

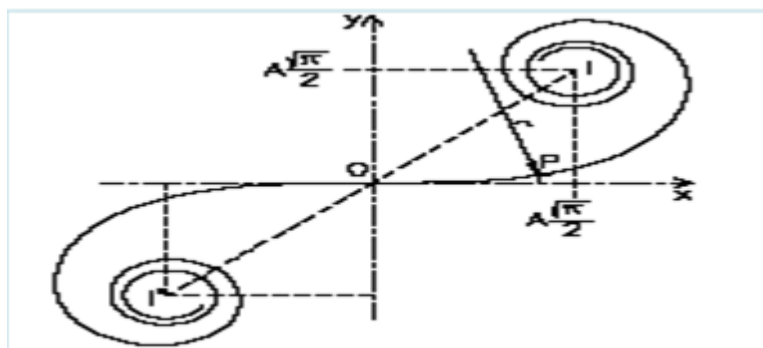


Figure IV.2 : La propriété de clothoïde.

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

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

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

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

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

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

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

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

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$
- Pour  $1500 < R \leq 5000\text{m}$ ,  $\tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L = R/9$
- Pour  $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7,75 (R)^{1/2}$

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

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

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

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

$R$  : le rayon (m).

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

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

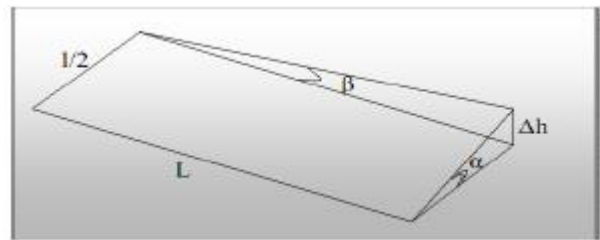
Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

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

$L$  : Longueur de raccordement.

$l$  : Largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

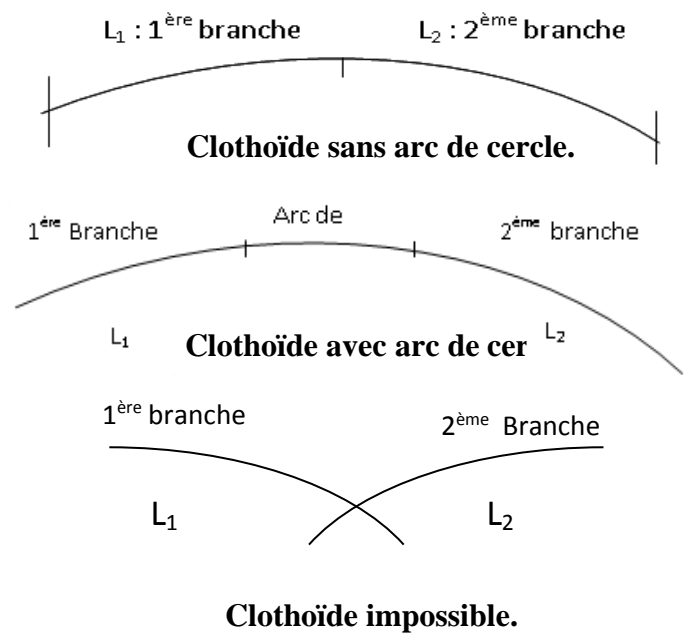


### IV-5-4- La Vérification de non chevauchement :

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

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

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



### IV-6- NOTION DE DEVERS :

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



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

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

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à: **d<sub>min</sub> = -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 :

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<b>d<sub>min</sub></b>	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
<b>d<sub>max</sub></b>	7%	7%	8%	8%	9%

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

• **1er cas :**

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

• **2ème cas :**

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

• **3ème cas :**

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

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

• **4ème cas :**

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

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

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

**IV-7- APPLICATION DE PROJET :**

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

Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
RHm	219	250
RHN	442	450
RHd	839	1000
RHnd	1259	1400

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

Rayons Choisis (m)	
<b>R1</b>	1750
<b>R2</b>	2000
<b>R3</b>	1500

Devers associé d( R )	
<b>d(R1)</b>	11 %
<b>d(R2)</b>	11%
<b>d(R3)</b>	11%

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

Exemple pour R1=1750 m :

**a- Condition d'optique :**

$$L \geq L/9 \text{ Comme } R = 1750 \rightarrow 1500 \text{ m} \leq 1750 \text{ m} \leq 5000 \text{ m} \quad \Delta R = 2.5\text{m}$$

$$L \geq \frac{L}{9} = 1750/9 \geq 194.44 \text{ m}$$

**b- Condition de gauchissement :**

$$L2 \geq L \cdot \Delta d \cdot Vr \text{ Avec : } \Delta d = df - di \Delta d = 8 - (-3) \Delta d = 11 \%$$

- $L = 7 \text{ m}$

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

$$L2 \geq 7 \times 0.11 \times 80 \quad L2 \geq 61.6 \text{ m}$$

**c- Condition dynamique :**

$$L3 \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127.1750} + 0.11 \right) L3 \geq 49.39 \text{ m}$$

$$L = \text{Max} (L1, L2, L3) = 194.44 \text{ m}$$

**Tableau IV.2:** Longueur de la clothoïde

		Conditions						
N° Virages	Optique	gauchissement	dynamique	Non Chevauchement		Lmax (m)	L choisie (m)	Remarques
	L1	L2	L3	$\tau$ (g)	$\beta/2$ (gr)			
1	194.44	61.6	49.39	0.05	13,28	194.44	194	P.de che
2	222.22	61.6	48.06	0.055	6,11	222.22	222	P.de che
3	189.73	61.6	51.05	0.06	12,42	189.73	190	P.de che
4	91.65	36.4	74.3	0.13	25,17	91.65	92	P.de che

5	109.54	16.8	46.5	0.11	15,15	109.54	110	P.de che
6	73.48	61.6	118.74	0.26	26,14	118.74	119	P.de che
7	189.73	61.6	51.05	0.06	4,91	189.73	190	P.de che
8	77.45	61.6	110.78	0.22	22,38	110.78	111	P.de che
9	91.65	61.6	90.3	0.13	25,03	91.65	92	P.de che
10	48.98	61.6	218.28	1.09	40,30	218.28	218	P.de che
11	42.42	61.6	278.01	1.85	25,68	278.01	278	P.de che
12	69.28	61.6	128.69	0.32	50,31	128.69	129	P.de che
13	103.92	33.6	61.15	0.11	15,98	103.92	104	P.de che

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

**Tableau IV.3:** Paramètres de clothoïde.

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3
<b>R</b>	Rayon (m)	1750	2000	1500
<b>L</b>	Longueur de la clothoïde (m)	194	222	190
<b>A = √R.L</b>	Paramètre de la clothoïde (m)	582.66	666.33	533.85
<b>α = 200 - β</b>	Angle au sommet (gr)	173.44	187.78	175.14
<b>β = 200 - α</b>	Angle au centre (gr)	26.55	12,21	24,85
<b>τ = L/2.R</b>	Angle des tangentes (gr)	0.05	0.055	0.06
<b>γ = 200 - α - 2 τ</b>	Angle au centre Partie circulaire (gr)	26.45	12.1	24.73
<b>XKE = L - (L<sup>3</sup>/40.R<sup>2</sup>)</b>	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	193.94	215.16	189.92
<b>YKE = L<sup>2</sup>/6.R</b>	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	3,58	4,11	4.01
<b>Θ = arctg(YKE/XKE)</b>	Angle Polaire (gr)	1.18	1.22	1.34
<b>Lcercle = π.R.Θ/200</b>	Long, de la partie circulaire (m)	32.42	38.31	31.56
<b>SL = √( XKE<sup>2</sup> + YKE<sup>2</sup>)</b>	Longueur de la corde KA-KE (m)	193.97	215.2	189.96
<b>Xo = XKE - R.sin τ</b>	Abscisse du centre (m)	192.57	213.43	188.5
<b>Yo = YKE + R.cos τ</b>	Ordonnées du centre (m)	1753.54	2004,1	1504
<b>ΔR = L<sup>2</sup>/24.R</b>	Ripage (m)	0.89	1.03	1.00

$D_{\text{cercle}} = \pi R \gamma / 200$	Développée de cercle	726.71	383.4	582.39
$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$	Développée totale (m)	1114.71	827.4	962.39
$TK = YKE / \sin \tau$	Tangente longue (m)	4558.19	4757.28	4254.74
$TL = XKE - (YKE / \cos \tau)$	Tangente courte (m)	190.36	211.05	185.91

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

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

- Comptages manuels.

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

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

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

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

#### **❖ Comptages automatiques :**

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

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

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

### **c) Enquêtes simplifiées :**

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

### **d) Enquêtes complètes :**

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

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

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

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

### **V-4-2 Trafic dévie :**

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

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

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



la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuait pas antérieurement en tous s'effectuait vers d'autres des tions.

#### **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 :

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

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

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

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

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

**T<sub>eff</sub>** : 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 a l'horizon, il est exprimé en (uvp) et donné par formule :

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

**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 :

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

**Avec :**

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

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

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

- **Valeur de K1 :**

**Tableau V.2 :** Coefficient « K1 ».

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

- **Valeurs de K2:**

Tableau V.3: Coefficient « K2».

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

Tableau V.4 : valeurs de *Cth* 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  $Q$  à  $Q_{adm}$  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 :

- Le trafic à l'année de compactage 2016  $T_{JMA2020} = 1100$  v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 5\%$
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 80$  km/h
- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 35\%$
- $n = 5$  ans (étude + réalisation)
- L'année de mise en service sera en **2025**
- Environnement E2 – Catégorie **C3**
- La durée de vie estimée de **20 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **p=6**

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

L'année de mise en service (2020)

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

Avec :

$T_n$ : trafic à l'horizon (année de mise en service 2025)

$T_0$  : trafic à l'année zéro (origine 2020)

$$T_{MJA2020} = 1100(1+0.05)^5 = 1404 \text{ v/j}$$

Donc :

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

Trafic à l'année horizon (2040) pour une durée de vie de 20 Ans :

$$T_{MJA2045} = 3725 (1+0,05)^{20} = 3725 \text{ v/j}$$

Donc :

$$T_{2045} = 3725 \text{ v/j}$$

### V.6.2 Calcul du trafic effectif :

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

Avec :

• P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E2 on a P=6.

- Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 14 %.

$$T^{\text{eff}} = [(1-0.35) + (3 \times 0.35)] \times 3725 = 10244 \text{ uvp/j}$$

Donc :

$$T^{\text{eff}} = 10244 \text{ v/j}$$

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

➤ Année de mise en service :

$$Q \text{ (uvp/h)} = 0,12 \times 10244 = 1229,28 \text{ uvp/j}$$

#### V-6-4- La capacité admissible :

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

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 0.85 pour E2 et Cat 3.

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

**Cth** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour route à 2 voies de 3,5 m

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

Donc :

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

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

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

$$N = \left( \frac{2}{3} \right) \times \left( \frac{1229,28}{1514,7} \right) = 0,54 \text{ Donc : } N = 1 \text{ voies /sens}$$

Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

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

<i>TJMA</i> 2020 (v/j)	<i>TJMA</i> 2025 (v/j)	<i>TJMA</i> <sub>2045</sub> (v/j) <i>Teff</i>	<i>Teff</i> 2045 (uvp/j)	Q (uvp/j)	N
1404	3725	3725	10244	1229	1

#### V-7- CONCLUSION :

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

Deux Chaussée unidirectionnelle à deux voies de 7 m de largeur séparée par un terre-plein central de 3 m, des bandes d'urgences de 3,00 m et des accotements de 1,50 m

**Chapitre VI**  
**Paramètres Cinématiques**

**VI-1- DEFINITION :**

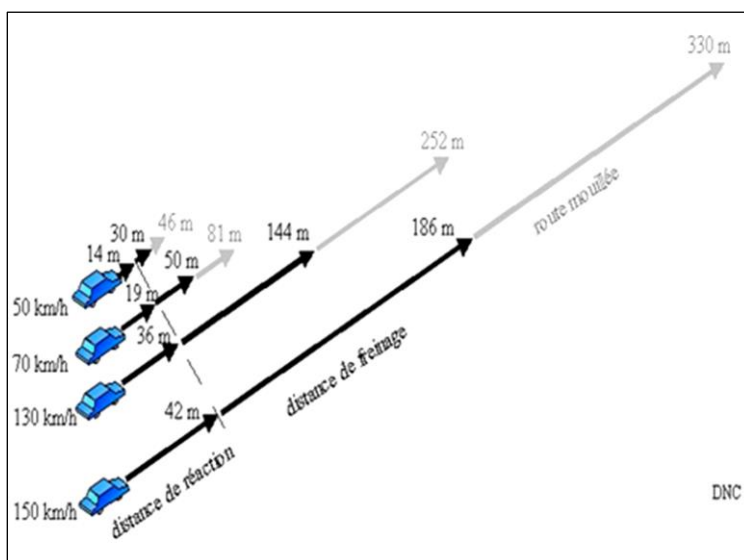
Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

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

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

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

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



**Figure VI.1.**Distance de freinage.

**Avec :**

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

$i$ : déclivité.

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

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

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
<b>CAT 1-2</b>	$f_l$	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	$d_0$	14	34	65	111	175	269
<b>CAT 3-4-5</b>	$f_{l2}$	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 :  $i = 0$ ;**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43)} \quad \longrightarrow \quad d_0=60 \text{ m}$$

❖ **En Pente avec:  $i=-1.14 \%$**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,43-0,0114)} \quad \longrightarrow \quad d_0=61 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec :  $i = 2.58 \%$**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0.43+0,026)} \quad \longrightarrow \quad d_0=56 \text{ m}$$

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

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



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 s** pour un obstacle imprévisible.

➤ **t = 0.6 s** pour un obstacle prévisible.

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

➤ **t = 1.8 s** pour des vitesses > 80 Km/h.

➤ **t = 2 s** pour des vitesses ≤ 80 Km/h.

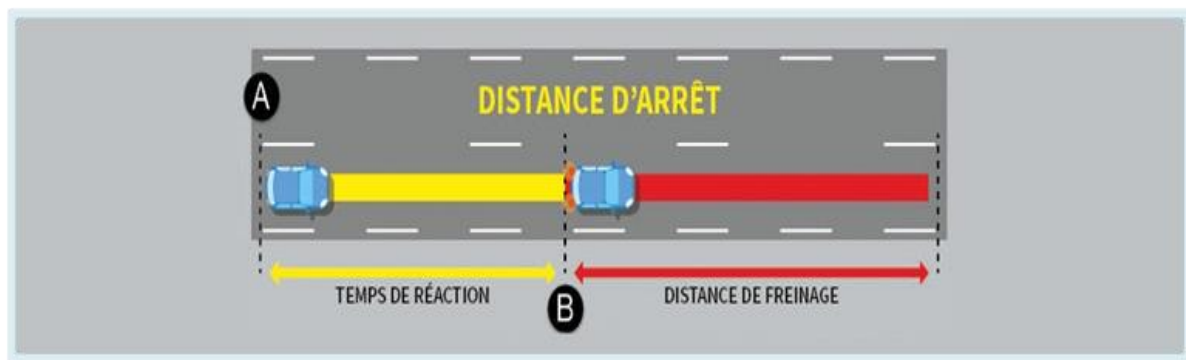
Dans la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

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

#### VI-4- DISTANCE D'ARRÊT :

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**

$$d = d_1 + d_0$$



**Figure VI.2:** Temps de perception-réaction.

**a- En alignement droit :**

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

**b- En courbe :**

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

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

**VI.4.1 Application****a- En alignement droit :**

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

**❖ En palier avec :  $i = 0$** 

$$d = 60 + (0.55 \times 80) = 104 \text{ m}$$

**❖ En pente avec :  $i = -1.14 \%$  :**

$$d = 61 + (0.55 \times 80) = 105 \text{ m}$$

**❖ En Rampe avec :  $i = 2.58\%$  :**

$$d = 56 + (0.55 \times 80) = 100 \text{ m}$$

**b- En courbe:**

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

**❖ En palier :  $i = 0$  :**

$$d = (1.25 \times 60) + (0.55 \times 80) = 118 \text{ m}$$

❖ **En pente avec  $i= 1.14\%$  :**

$$d = (1,25 \times 61) + (0.55 \times 80) = 120 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec :  $i = 2.58\%$  :**

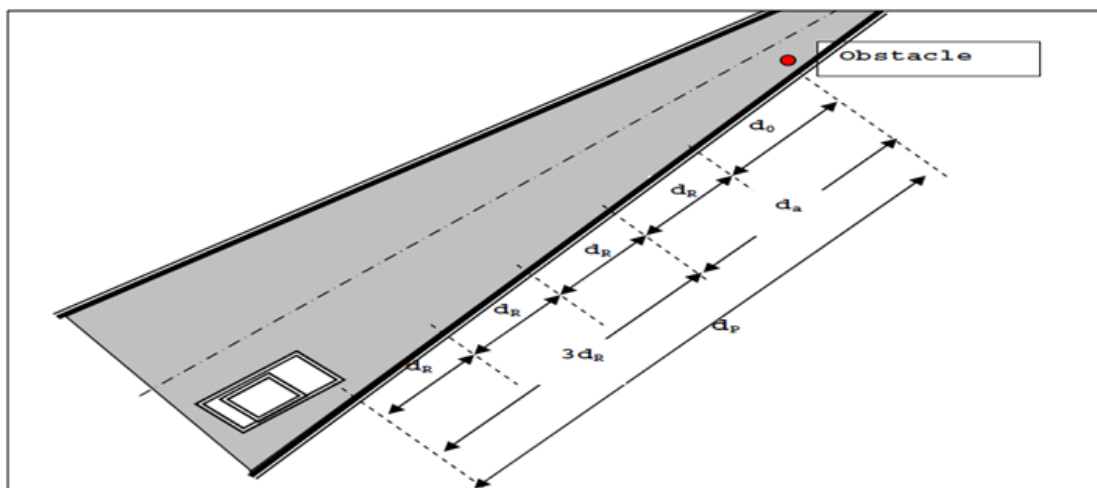
$$d = (1,25 \times 56) + (0.55 \times 80) = 114 \text{ m}$$

**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.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad \mathbf{V_r \text{ est en Km/h}}$$



**Figure VI.3 :** Distance de perception.

**VI-5-1- Application :****a- En alignement droit :**

**En palier:**  $d_p = 104 + (6/3,6) \times 80 = 237 \text{ m}$

**En pente:**  $d_p = 105 + (6/3,6) \times 80 = 238 \text{ m}$

**En rampe:**  $d_p = 100 + (6/3,6) \times 80 = 233 \text{ m}$

**b- En courbe :**

**En palier  $i=0$ :**  $d_p = 118 + (6/3,6) \times 80 = 251 \text{ m}$

**En pente  $i=-3,433$ :**  $dp = 120 + (6/3,6) \times 80 = 253$  m

**En rampe  $i=18,153$ :**  $dp = 114 + (6/3,6) \times 80 = 247$  m

Caractéristiques	pente et rampe en %	distance de freinage	distance d'arrêt		distance de perception	
			en alignement droit	en courbe	en alignement droit	en courbe
	0	59,53	103,53	118,42	236,87	251,75
Rampe	0,026	56,16	100,16	114,21	233,50	247,54
Pente	-0,011	61,16	105,16	120,45	238,49	253,78
Rampe	0,078	50,37	94,37	106,97	227,71	240,30
Rampe	0,043	54,12	98,12	111,65	231,46	244,99
Rampe	0,130	45,71	89,71	101,14	223,05	234,48
Rampe	0,440	29,43	73,43	80,78	206,76	214,11
Rampe	0,120	46,55	90,55	102,18	223,88	235,52
Pente	-0,008	60,66	104,66	119,83	238,00	253,16
Pente	-0,037	65,14	109,14	125,42	242,47	258,76
Rampe	0,040	54,47	98,47	112,09	231,80	245,42
Pente	-0,034	64,65	108,65	124,81	241,98	258,14
Rampe	0,081	50,10	94,10	106,62	227,43	239,96
Rampe	0,010	58,18	102,18	116,73	235,52	250,06
Pente	-0,060	69,19	113,19	130,49	246,52	263,82
Pente	-0,150	91,43	135,43	158,29	268,76	291,62
Rampe	0,110	47,41	91,41	103,26	224,74	236,59
<b>pente</b>	<b>-0,039</b>	<b>65,47314578</b>	<b>109,4731458</b>	<b>125,841432</b>	<b>242,806479</b>	<b>259,174766</b>
<b>rampe</b>	<b>-0,084</b>	<b>73,98843931</b>	<b>117,9884393</b>	<b>136,485549</b>	<b>251,321773</b>	<b>269,818882</b>
<b>pente</b>	<b>0,026</b>	<b>56,14035088</b>	<b>100,1403509</b>	<b>114,175439</b>	<b>233,473684</b>	<b>247,508772</b>
<b>rampe</b>	<b>-0,037</b>	<b>65,13994911</b>	<b>109,1399491</b>	<b>125,424936</b>	<b>242,473282</b>	<b>258,75827</b>
<b>pente</b>	<b>0,12</b>	<b>46,54545455</b>	<b>90,54545455</b>	<b>102,181818</b>	<b>223,878788</b>	<b>235,515152</b>
<b>rampe</b>	<b>-0,077</b>	<b>72,52124646</b>	<b>116,5212465</b>	<b>134,651558</b>	<b>249,85458</b>	<b>267,984891</b>
<b>pente</b>	<b>0,028</b>	<b>55,89519651</b>	<b>99,89519651</b>	<b>113,868996</b>	<b>233,22853</b>	<b>247,202329</b>
<b>rampe</b>	<b>0,19</b>	<b>41,29032258</b>	<b>85,29032258</b>	<b>95,6129032</b>	<b>218,623656</b>	<b>228,946237</b>
<b>pente</b>	<b>0,031</b>	<b>55,53145336</b>	<b>99,53145336</b>	<b>113,414317</b>	<b>232,864787</b>	<b>246,74765</b>
<b>rampe</b>	<b>0,066</b>	<b>51,61290323</b>	<b>95,61290323</b>	<b>108,516129</b>	<b>228,946237</b>	<b>241,849462</b>
<b>pente</b>	<b>-0,15</b>	<b>91,42857143</b>	<b>135,4285714</b>	<b>158,285714</b>	<b>268,761905</b>	<b>291,619048</b>
<b>rampe</b>	<b>0,0036</b>	<b>59,04059041</b>	<b>103,0405904</b>	<b>117,800738</b>	<b>236,373924</b>	<b>251,134071</b>
<b>pente</b>	<b>0,093</b>	<b>48,94837476</b>	<b>92,94837476</b>	<b>105,185468</b>	<b>226,281708</b>	<b>238,518802</b>
<b>rampe</b>	<b>0,039</b>	<b>54,58422175</b>	<b>98,58422175</b>	<b>112,230277</b>	<b>231,917555</b>	<b>245,563611</b>

pen	-0,22	121,9047619	165,9047619	196,380952	299,238095	329,714286
rampe	0,083	49,90253411	93,90253411	106,378168	227,235867	239,711501
pen	-0,17	98,46153846	142,4615385	167,076923	275,794872	300,410256
rampe	0,12	46,54545455	90,54545455	102,181818	223,878788	235,515152
pen	-0,053	67,90450928	111,9045093	128,880637	245,237843	262,21397
rampe	0,099	48,39319471	92,39319471	104,491493	225,726528	237,824827
pen	0,54	26,39175258	70,39175258	76,9896907	203,725086	210,323024
rampe	0,12	46,54545455	90,54545455	102,181818	223,878788	235,515152
pen	0,063	51,92697769	95,92697769	108,908722	229,260311	242,242055
rampe	0,0054	58,79650896	102,796509	117,495636	236,129842	250,82897

## 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 du 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  $t' = 0.75$  s  $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + l$

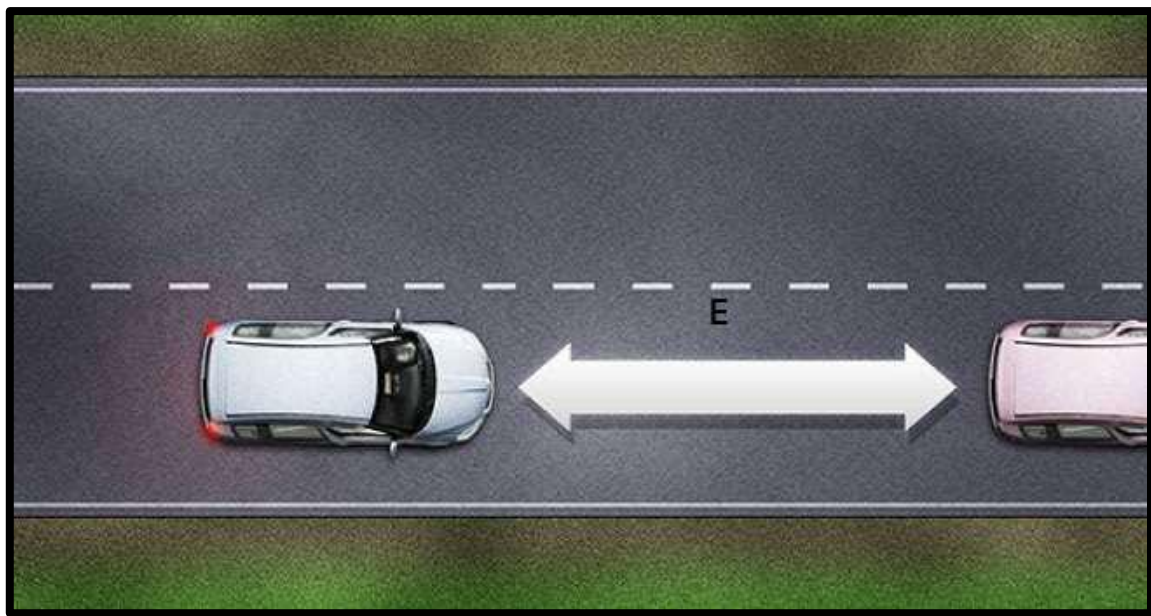
**Avec :**

$V$  : 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 « Es », 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<sup>er</sup> Cas** :  $E_s = \frac{V}{5} + l = \frac{80}{5} + 5 = 17\text{m}$

➤ **2<sup>ème</sup> 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 apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

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

<b>Vr(Km/h)</b>	40	60	80	100	120	140
<b>dvdm</b>	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
<b>dvdN</b>	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
<b>Dmd</b>	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** :  $V_r = 80 \text{ Km/h}$

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

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

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

**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.

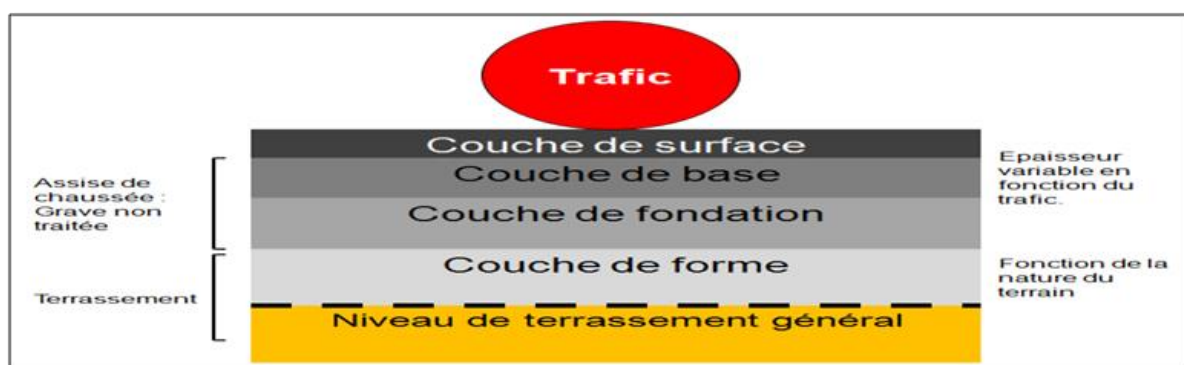


Figure VII.1 : Structure type d'une chaussée souple.

### 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.

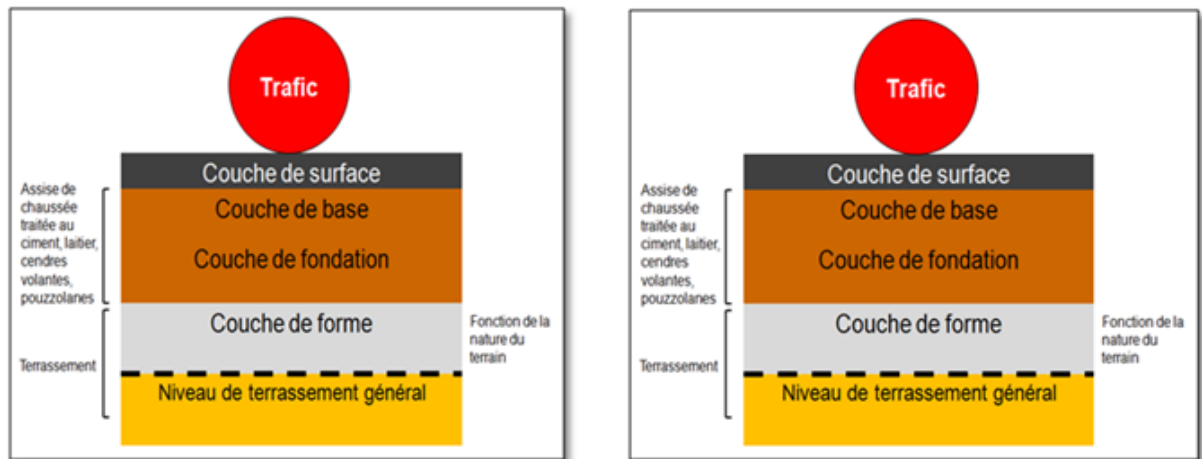


Figure VII.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide.

➤ 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.**

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

**Détermination de la classe du sol:**

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

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

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

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

**VII-3-4 - Matériaux :**

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

**VII-4- METHODES DE DIMENSIONNEMENT :**

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

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

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

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

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

**Avec:**

**e:** épaisseur équivalente

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

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

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

**Log:** logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e_{eq} = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3$$

**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
<b>Béton bitumineux ou enrobe dense</b>	2.0
<b>Grave ciment – grave laitier</b>	1.50.
<b>Grave bitume</b>	1.20 à 1.70
<b>Grave concassée ou gravier</b>	1.00
<b>Grave roulée – grave sableuse T.V.O</b>	0.75
<b>Sable ciment</b>	1.00 à 1.20
<b>Sable</b>	0.50
<b>Tuf</b>	0.5 à 0.75

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **VII-5- 1- Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- Le trafic à l'année 2020 : **TJMA**  $_{2022} = 1100$  v/j.



- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4 \%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 35 \%$
- La durée de vie estimée de 20 ans
- ICBR = 9 (ce sol appartient à la classe (S2))

**VII-5- 2- Répartition de trafic :**

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

$$TPL_{2016} = TMJA\ 2022 * \% PL$$

$$TPL_{2016} = 1100 \times 0.35 = 385\ V/j$$

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

$$TPL_{2042} = TPL_{2022} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2036} = 385 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TPL_{2036} = 1022\ VPL/j$$

**VII-5- 3- Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{1022}{10})}{9 + 5}$$

$e = 39\ cm$

**VII-5- 4- Epaisseur équivalente :**

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

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

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :  
 $a_1 \times e_1 = 2 \times 5 = 10\ cm$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 8 \times 1,7 = 13,6$
- ✓ Couche de fondation en TUF:  $a_3 \times e_3 = 26 \times 0,6 = 15,6\ cm$
- ✓ 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)
<b>Couche de roulement</b>	BB	5	10
<b>Couche de base</b>	GB	8	13,6
<b>Couche de fondation</b>	TUF	26	15,6
	<b>Somme</b>	39	39.2

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

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

<b>Couche de roulement</b>	<b>5 BB</b>
<b>Couche de roulement</b>	<b>8 GB</b>
<b>Couche de fondation</b>	<b>26 TUF</b>

**Figure VII.4 :** La structure de chaussée.

# **Chapitre VIII**

## **Profile En Travers**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **a) - La chaussée :**

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

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

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

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

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

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

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

### e) - L'emprise :

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

### f) - Les accotements :

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

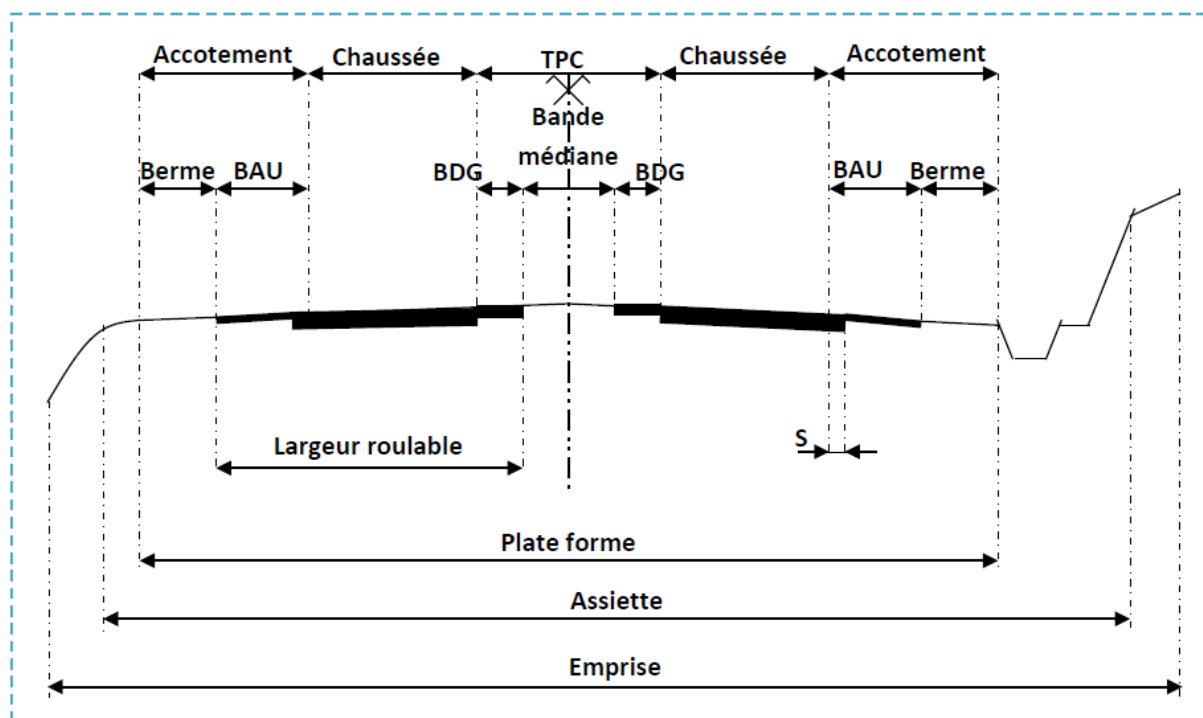
- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

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

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend : Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage). Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

### h) - Le fossé :

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



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

**VIII-4- Application au projet :**

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

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

- **Chaussée** :  $3.5 \times 2 = 7$  m
- **Accotement** :  $2.5 \times 2 = 5$  m.
- **Plate-forme** : 12 m.

**Chapitre IX**  
**Cubatures Et Mouvements**  
**Des Terres**

### **IX-1- INTRODUCTION:**

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### **IX-2- CUBATURES TERRASSEMENTS :**

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

### **IX-3- Méthode utilisée :**

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

#### **IX-3-1- Description de la Méthode:**

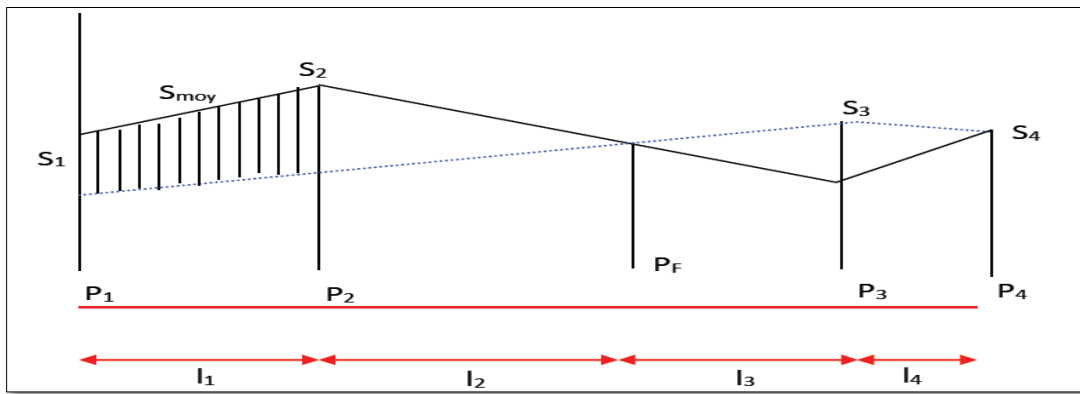
En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

Où  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_0$  désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils ; ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.





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

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

égale à : 
$$V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy} )$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **Smoy** et  $\frac{S_1 + S_2}{2}$

Ceci donne : 
$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2 )$$

Donc les volumes seront :

❖ Entre P1 et P2 
$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2 )$$

❖ Entre P2 et PF 
$$V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0 )$$

❖ Entre PF et P3 
$$V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3 )$$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

#### **IX-4- MOUVEMENT DES TERRES :**

##### **IX-4-1- Métré de terrassement :**

C'est une méthode quantitative qui consisté à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres.

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 par 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 minimale le prix de ce dernier.

#### **IX-4-4- Distance moyenne de transport :**

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

#### **IX-4-5- Epure de LALANNE :**

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie.

**IX-4-6- Principe de l'épure de LALANNE :**

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profil vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai.

C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

**IX-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE :**

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués, et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profile en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

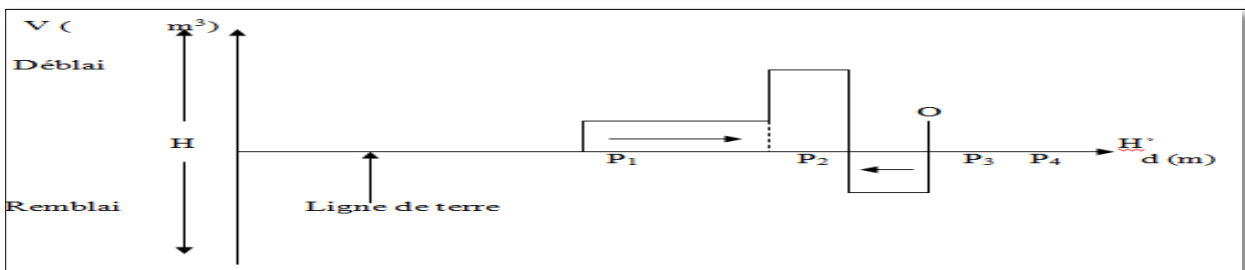
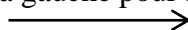
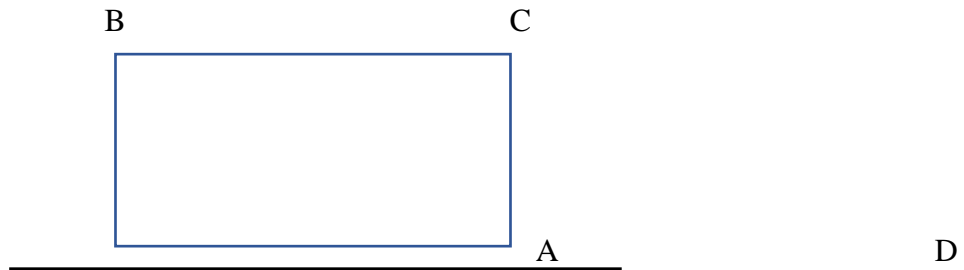


Figure IX.2 :L'épure de LALANNE.

**IX-4-8- Ligne de répartition des sens de transport:**

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; ce ci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.





**Figure IX.3 :** Sens de transport.

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

# **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'usager.

## **X-4- TYPES DE SIGNALISATIONS :**

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### **a- Signalisation Verticale :**

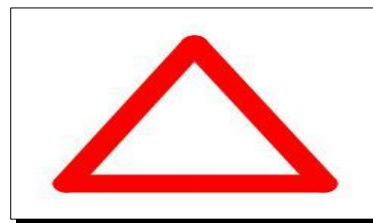
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

❖ **Signaux de danger :**

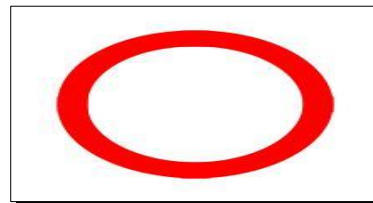
Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).



❖ **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 :

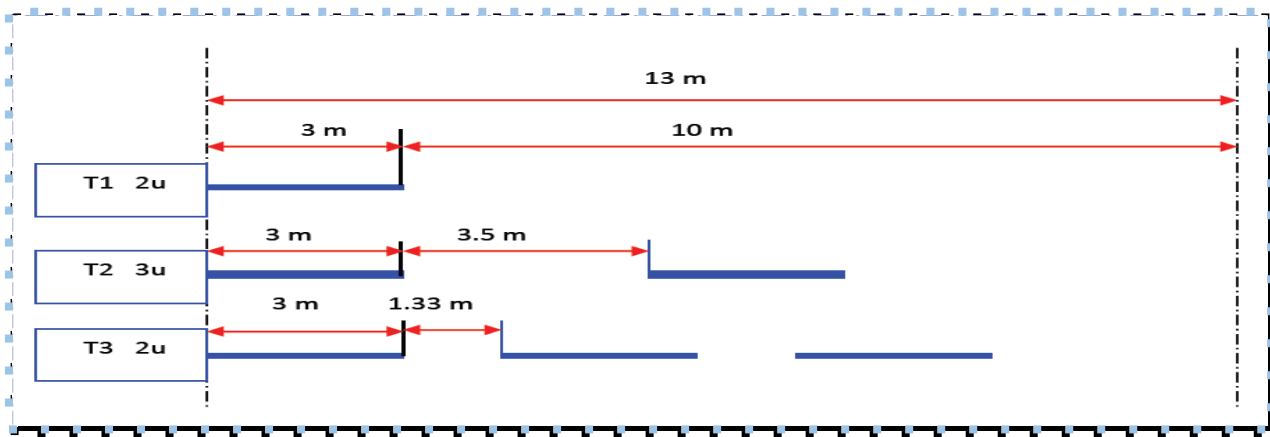


Figure XI.1 : Types de modulation.

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 :**











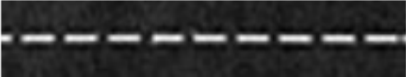
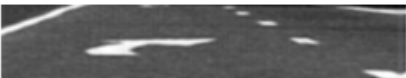



			
<b>A1b</b> Virage à gauche	<b>A1a</b> Virage à droite	<b>AB3a</b> Céder le passage à l'intersection. Signal de position	
			
<b>AB6</b> Indication du caractère prioritaire d'une route	Passage piéton	<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>B6d</b> Arrêt et stationnement interdits

Tableau X.3 : signalisation verticale.

• **Signalisation horizontale :**

	<b>Ligne continue :</b> Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	<b>Ligne discontinue :</b> Dépassement et changement de voie autorisés.
	<b>Ligne de dissuasion :</b> Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).

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

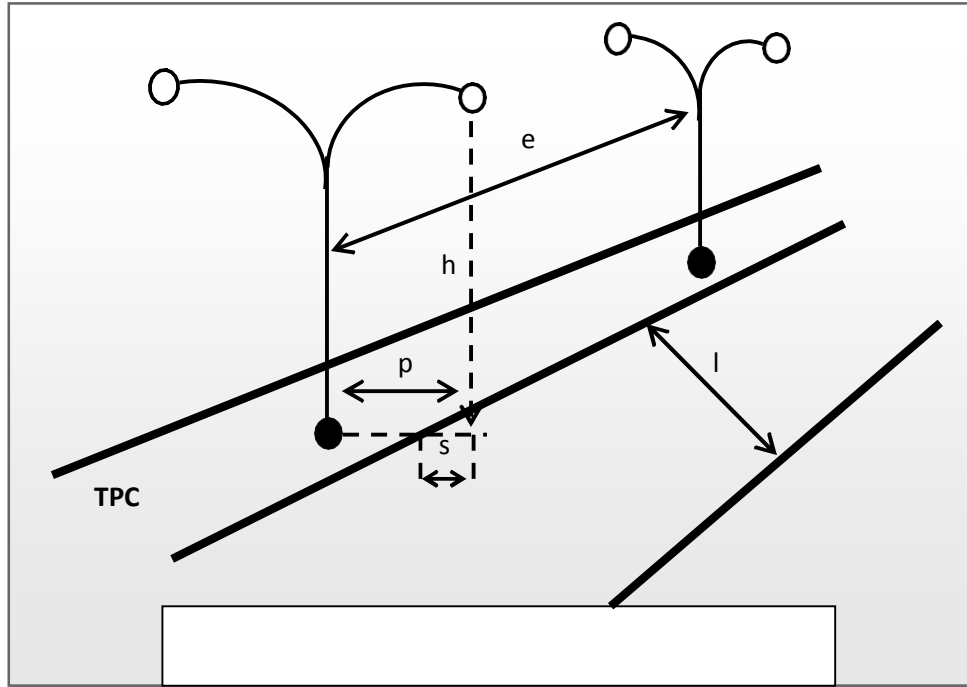
- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

### 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.

## **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 de bretelle autoroutière, 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. D'autre part nous avons évité au maximum les détails y existants à savoir la fibre optique, les arbres, les propriétés privées..... 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.