**République Algérienne Démocratique et Populaire**
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**
**المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية**
**فرنسيس جانسون**
**École Nationale Supérieure des**
**Travaux Publics Francis Jeanson**

# Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de base

# Thème

# Etude en APD de la liaison autoroutière Tizi Ouzou-Autoroute Est-Ouest sur 9km du PK3+00 au PK12+000 avec la conception d'un échangeur au PK4+500

Présenté par :

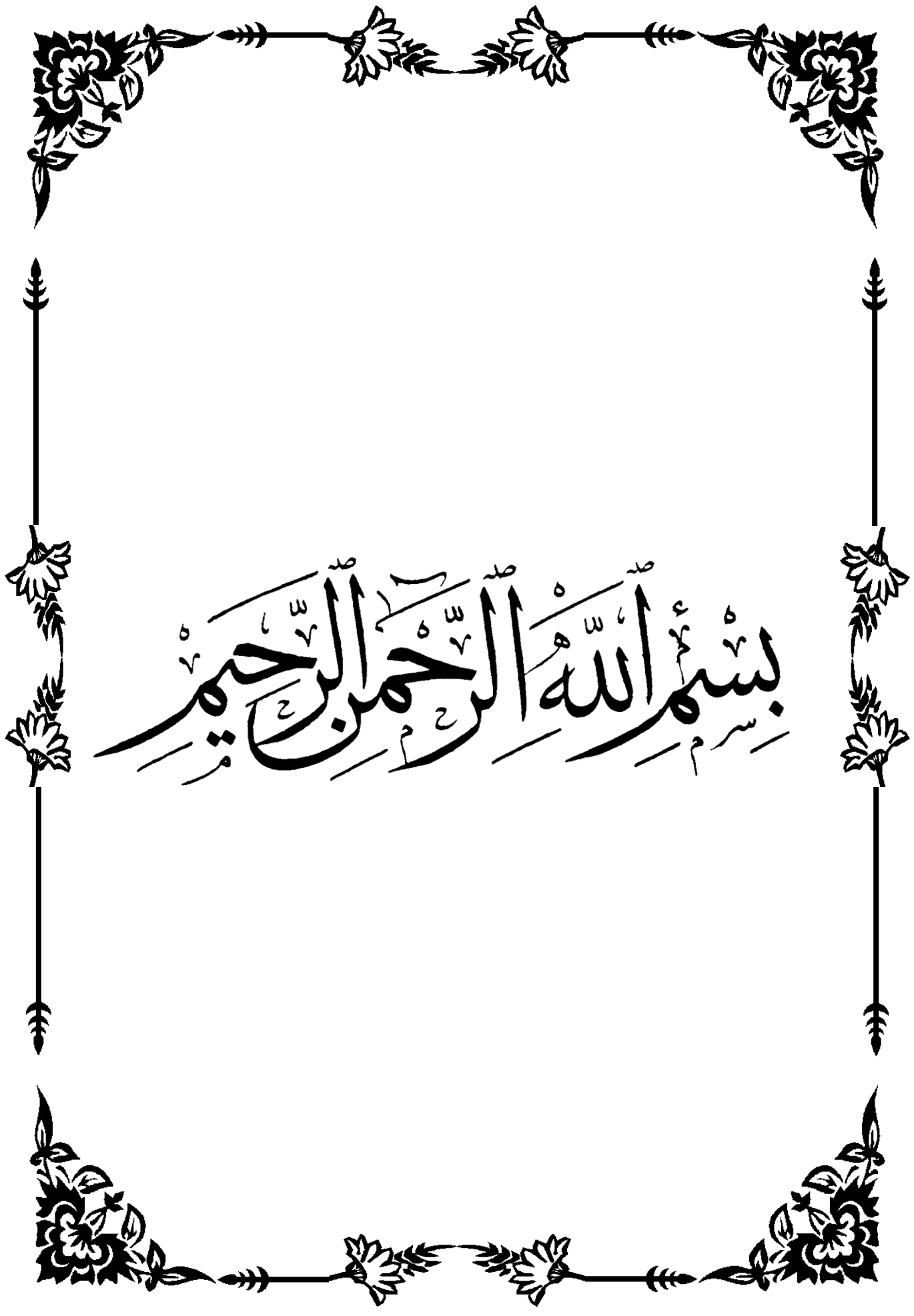
**Hadj Aissa Abdelhak**

Encadré par :

**Mr : Kara Benchohra**

**Promotion 2020 / 2021**

**© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba**


بسم الله الرحمن الرحيم

# Remerciement

**Je remercie, en premier lieu, Dieu le plus puissant qui a bien voulu me donner la force et le courage Pour effectuer le présent travail.**

**En second lieu, Je tiens à remercier mon encadreur Mr. Kara Benchohra ainsi que mon Co-Encadreur Mr. Boudaa Slimane Pour leurs sérieux, leurs compétences Et leurs orientations.**

**J'adresse également ma profonde gratitude au personnel pédagogique de l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics KOUBA en particulier au Chef de département, ainsi qu'à tous mes professeurs.**

**Mes reconnaissances vont aussi aux bibliothécaires, aux personnels du centre de calcul, et au personnel de l'administration de l'école.**

**Enfin je remercie toute personne qui, de près ou de loin, a contribuée à l'élaboration de ce mémoire.**

**Je remercie les membres du jury qui ont Fait l'honneur de présider et d'examiner Ce modeste Travail.**

# DÉDICACES

بسم الله الرحمن الرحيم

**Merci ALLAH de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « YA KAYOUM »**

**Je dédie ce mémoire :**
**A mes parents :**
**Madame : Kara Samia.**
**Monsieur : HADJ-AISSA Hamid.**
**Vous avez comblés ma vie de tendresse, d'affection et de compréhension Rien au monde ne pourrait compenser les efforts que vous avez consentis pour mon bien être, et la poursuite de mes études dans de bonnes conditions. Aucune dédicace, ne saurait exprimer à sa juste valeur le profond amour que je vous porte. Puisse dieu, vous procurer santé, bonheur et longue vie Inchallah.**
**A mes sœurs : Nardjas et Imène.**
**A mes frères : Amine et Khaled.**
**A mes Belle-sœur : Amel et Sissi.**
**A mes beau-frère : Mourad et Rafik.**
**A toute ma famille et surtout mes cousins et cousines.**
**A tous mes amies : Karim,Mimoune,Chakib,Alaa,Mhad,Youcef,Walid Moncef, Abdelhak, .Aimen,Lotfi, Djamel,Mohamed,Redha,Houssem,Haroun.**
**A tous mes amis et à ma famille de l'ENSTP avec lesquels j'ai passé d'inoubliables moments.**
**A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire. A tous ceux qui m'aiment et que j'aime. Et à toute la promotion 2021.**

**Abdelhak**

# ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة قسم من الطريق السريع الذي يربط ولاية تيزي وزوو بالطريق السريع شرق-غرب على 9 Kmمن PK3 + 000 إلى PK12 + 000 بتصميم مبادل في. PK 4+5000.

بدأت هذا المشروع أولاً بحساب حركة المرور من أجل تحديد عدد الممرات. بعد أن انتهيت من تحديد عدد الممرات انتقلت الى الدراسة الهندسية التي تشكل لعمل تخطيط الطريق، المقطع الطولي، المقطع العرضي مع مثال على الحساب ليدوي، ثم وجهت نفسي نحو لحديد ابعاد للبنية التحتية للطريق ودراسة الصرف الصحي مع احترام الأنظمة المختلفة المتبعة في الجزائر وفي النهاية حساب تكلفة المشروع.

تمت معالجة المشروع باستخدام برنامج Covadis .وAlizé

**الكلمات المفتاحية**: الأسفلت الخرساني، مستجمعات المياه ، السرعة الأساسية ، الحفر ، الردم.



**Résumé :**

L'objet de ce travail consiste à Etudier un tronçon de la pénétrante autoroutier reliant la wilaya de Tizi-Ouzou a l'autoroute Est-Ouest sur 9K du PK3+000 au PK12+000 avec la conception d'un échangeur au PK 4+500

J'ai entamé ce projet en commençant tout d'abord par le calcul du trafic afin de déterminer le nombre de voie de la pénétrante. Après en avoir fini avec le trafic j'ai commencé par l'étude géométrique qui consiste à faire un tracé en plan, le profil en long, le profil en travers et les cubatures avec un exemple de calcul manuel, ensuite je me suis orienté vers le dimensionnement du corps de chaussée et l'étude d'assainissement tout en respectant les diffèrent règlement utilisés en Algérie. Et en fin je calcul estimatif et quantitatif.

Toute l'étude du projet a été faite en utilisant les logiciels Covadis et Alizé.

**Mots clés** : Béton bitumineux, Bassin versant, vitesse de base, déblai, remblai.



**Abstract :**

The purpose of this work is to study a section of the high way thats connect the city of Tizi Ouzou to the East-Ouest high way for 9Km from the Pk3+000 et Pk 12+000 with the desing of an inter changer.

I started this project by calculating the trafic to determine the number of lanes of the high way.After that i started the road geometry study wich consists in doing the road layout,the longitudal profil of the road,the cross section and the cubatures, then i oriented my self in the dimensioning of the pavement layers of the road while respecting the diffrent regulation used in Algeria.

The entire project study was done using Covadis and Alize.

**Keywords :** Bituminous concrete, Watershed, base speed, excavation, backfill.

# Sommaire

Introduction générale : ..... 1

CHAPITRE 01 : Recherche Bibliographique

1-Introduction : ..... 2
2-Les méthodes d'estimation des débits : ..... 2
2-1La méthode rationnelle ..... 2
2-2La méthode de Caquot ..... 2
3. Les méthodes de dimensionnement hydraulique des ouvrages : ..... 3
3-1 La méthodologie du régime à l'aval de l'ouvrage ..... 3
3-2 Méthodologie de calcul des hauteurs d'eau normale et critique ..... 4
4-Conclusion : ..... 4

CHAPITRE 02 : Présentation Du Projet

1-Introduction : ..... 5
1.1 Le climat : ..... 5
1.2 Le relief : ..... 5
1.3-Hydraulique et pluviométrie : ..... 5
2-Description du projet : ..... 6
2.1-Caracteristique du projet : ..... 7
3-Presentation du tronçon à étudier : ..... 7
4-Objectif du projet : ..... 8
5-Conclusion : ..... 8

CHAPITRE 03 : Etude du trafic

1-Introduction ..... 9
2-Généralités sur le trafic routier ..... 9
2.1 analyse du trafic : ..... 9
2.2 diffèrent type de trafic : ..... 9
3-MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC : ..... 9
3-1-Prolongation de l'évolution passée ..... 10
4-CALCUL DE LA CAPACITÉ ..... 10
4-1- Définition de la capacité ..... 10
4-2-Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon : ..... 10
4-3 Trafic effectif : ..... 10

4-4 Débit de point horaire normal : ..... 11
4-5 Débit horaire admissible : ..... 11
4-6Calcul le nombre de voies : ..... 11
5-APLLICATION AU PROJET ..... 12
5-1-Principaux résultats de l'étude de trafic ..... 12
5-2- résultats de comptage ..... 13
5-3- Application sur la pénétrante ..... 13
5-3-1 Calcul de trafic effectif ..... 13
5-3-2 Débit de pointe horaire ..... 13
5-3-3 Débit horaire ..... 13
5-3-4 Nombre de voies : ..... 14
6-Conclusion ..... 14

CHAPITRE 04: Tracé en plan

1-Introduction : ..... 15
2-Règles à respecter dans le tracé en plan : ..... 15
3-La Vitesse de référence : ..... 15
4-Les éléments du tracé en plan : ..... 15
4-1 Alignements : ..... 15
4-2 Valeurs des rayons : ..... 16
4-3 Les courbes de raccordement ..... 16
4-3-1 Les raccordements progressifs : ..... 17
5-ENCHAINEMENT DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN : ..... 18
6-Exemple de calcul manuel: ..... 18
7-Conclusion : ..... 21

CHAPITRE 05 : Profil en long

1-Introduction : ..... 22
2-Régles et principes du profil en long: ..... 22
3-caracteristique du profil : ..... 22
3-1 valeurs limitent : ..... 22
4-Decvlivité : ..... 22
4-1 Déclivité minimale : ..... 22
4-2 Déclivité maximale : ..... 23
5-raccordement en profil en long : ..... 23
5-1 Raccordements convexes (angles saillant) : ..... 23
5-2 Raccordements concave (angles rentrant) : ..... 23

6-Example de calcul de profil en long (cas d'un rayon concave) : ..... 23
6-1 Les points du profil en long : (Hypothese) ..... 24
6-2 Calcul des pentes entre les points : ..... 24
6-3 Calcul des tangentes entre les points : ..... 24
6-4 Calcul de la flèche : ..... 24
6-5Calcul des coordonnées des points de tangentes : ..... 24
6-6 Calcul de la longueur de raccordement : ..... 24
6-7 Calcul des coordonnées du point J : ..... 24
7-Conclusion : ..... 25

CHAPITRE 06 : Profil en travers

1-Introduction : ..... 26
2-Profil en travers en section courante : ..... 26
2-1 chaussée ..... 26
2-2 Terre-plein central ..... 26
2-2-1 Bande dérasée de gauche (B.D.G) : ..... 26
2-2-2 Bande médiane : ..... 27
2-2-3 Interruptions du terre-plein central : ..... 27
2-3 Accotement : ..... 27
2-3-1 Zone de sécurité : ..... 27
2-3-2 La bande d'arrêt d'urgence : ..... 27
2-3-3La berme : ..... 27
3-Profils en travers au droit des ouvrages d'arts courants : ..... 27
4-Pentes transversales : ..... 28
4-1 valeurs du devers : ..... 28
4-2 Changements de devers : ..... 28
5-Normes géométriques : ..... 28
6-Profil en travers type du projet ..... 29
6-Conclusion : ..... 29

CHAPITRE 07: Les cubatures

1 – Introduction : ..... 31
2-Les méthodes de calcul : ..... 31
3-Description de la méthode : ..... 31
4-Exemple de calcul : ..... 32

5-Conclusion : ..... 33

CHAPITRE 08: Etude géotechnique

1-Introduction : ..... 34
2-Les moyens de reconnaissances : ..... 34
3-Objectifs : ..... 34
3-1Les objectifs d'une étude géotechnique sont : ..... 34
3-2Les objectifs d'une étude hydrologique sont : ..... 34
3-3Les objectifs d'une étude géologique sont : ..... 34
4-Présentation des essais : ..... 34
4-1Les essais réalisés au laboratoire : ..... 34
4-2 Les essais In-Situ : ..... 35
5-Données du projet : ..... 35
5-1 Géologie du site : ..... 35
5-2 Données géotechniques : ..... 36
Résultats des essais aux laboratoires : ..... 36
5-3Interprétation des résultats à partir des puits de reconnaissances : ..... 39
5-3-1 Granulométrie : ..... 39
5-3-2 Limites d'Atterberg : ..... 39
5-3-3 Portance du sol support ..... 40
5-4 Interprétation des résultats à partir des sondages carottés : ..... 40
5-4-1Granulométrie : ..... 40
5-4-2Limites d'Atterberg : ..... 40
5-4-3 Résistance à la compression : ..... 40
6-Conclusion ..... 40

CHAPITRE 09 : Dimensionnement du corps de chaussée

1-Introduction : ..... 41
2-Predimensionnement du corps de chaussée : ..... 41
2-1 Application de la méthode du catalogue de dimensionnement Algérien : ..... 41
2-1-1Donnée trafic : ..... 41
2-1-2Détermination du type de réseau principal : ..... 41
2-1-3Détermination de la classe du trafic : ..... 41
2-1-4Calcul de trafic poids lourd cumulé : ..... 42
2-1-5Calcul de trafic cumulé équivalent : ..... 42

2-1-6 Détermination de la portance du sol support : ..... 42
2-1-7 Choix du dimensionnement : ..... 42
2-1-8 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support : ..... 43
2-1-9Vérification par Alize de la structure retenue : ..... 45
2-2Application de la méthode CBR : ..... 45
3-Conculsion : ..... 47

CHAPITRE 10 : Assainissement

1-Introduction : ..... 48
2-Objectif de l'assainissement : ..... 48
3-Assainissement de la chaussée : ..... 48
4-Application au projet : ..... 48
4-1 Début de pointe : ..... 48
4-2 Coefficient de ruissellement : ..... 49
4-4Dimensionnement des fossés : ..... 49
4-4-3 Surface des bassins versant : ..... 49
4-5 Dimensionnement de système de drainage transversal : ..... 51
4-5-1Cas d'une buse : ..... 51
4-5-2Cas d'un dalot ..... 52
5-Conclusion : ..... 53

CHAPITRE 11: Conception de l'échangeur

1-Introduction : ..... 54
2-Types d'échangeurs : ..... 54
2-1 échangeurs majeurs : ..... 54
2-2 échangeurs mineurs : ..... 54
3-Constituant d'échangeurs : ..... 55
3-1 Ouvrage d'art : ..... 55
3-2 Les carrefours plans : ..... 55
3-3 Les Bretelles : ..... 55
4-Disposition d'implantation : ..... 55
5-Choix de l'échangeur : ..... 56
6-Zone d'accélération de décélération : ..... 56
6-1 Zone d'accélération : ..... 56
6-2 Zone de décélération : ..... 56
6-3Distance entre deux points d'accès : ..... 57

7-Conclusion: ..... 57

CHAPITRE 12 : Signalisation

1-Introduction : ..... 58
2-Regles à respecter pour la signalisation : ..... 58
3-Objectif de la signalisation : ..... 58
4-Type de signalisation : ..... 58
4-1 Signalisation verticale : ..... 58
4-1-1Signaux De Danger : ..... 58
4-1-2Signaux Comportant Une Prescription Absolue : ..... 58
4-1-3 Panneaux A Simple Indication : ..... 58
4-1-4 Signaux de position de danger : ..... 58
4-1-5 Application au projet : ..... 59
4-2Signalisation horizontale : ..... 60
4-2-1Marquage longitudinal : ..... 60
Lignes continue : ..... 60
Lignes discontinue : ..... 60
4-2-2 Marquage transversal : ..... 61
4-2-3 Application au projet : ..... 61
5-Eclairages : ..... 65
5-1Classe d'éclairages : ..... 65
5-2Paramaetres d'implantation de lumières : ..... 65
5-3 APPLICATION AU PROJET : ..... 66

CHAPITRE 13 : Ouvrage d'art

1-Introduction : ..... 67
2-Choix du type d'ouvrage : ..... 67
2-1 variantes 1 pont a poutre en béton armé : ..... 67
2-2 Variante 2 Ponts à poutre béton en précontraint : ..... 67
3-Conclusion : ..... 68

CHAPITRE 14 : Impact sur l'environnement

1-Introduction : ..... 69
2-Cadre juridique : ..... 69
3-Impact des routes sur l'environnement : ..... 69
3-1 Sur les ressources naturelles : ..... 69

3-1-1 Pollution de l'aire : ..... 69
3-1-2La faune :..... 69
3-1-3 La flore : ..... 69
3-2 Impact sur le paysage :..... 69
3-3 Impact sur la vie humaine : ..... 70
3-3-1 LA DESTRUCTION : ..... 70
3-3-2LE BRUIT : ..... 70
4- Conclusion ..... 70

CHAPITRE 15 : Calcul du devis estimatif et quantitatif

1-Calcul du devis estimatif et quantitatif : ..... 71

Conclusion générale : ..... 73
Bibliographie : ..... 74

# Liste des figures


CHAPITRE 02 : Présentation Du Projet

Figure 2-1 diagramme de pluviométrie de la wilaya de Tizi Ouzou……6
Figure 2-2 projection de la pénétrante de Tizi Ouzou sur le réseau routier algérien…....….7
Figure 2-3 : Schéma explicatif du tronçon à étudier……..……..7

CHAPITRE 04 : Tracé en plan

Figure 4-1 Géométrie de la Clothoide…….……...….18
*Figure 4-2: Raccordement circulaire entre deux alignements……..19*
*Figure 4-3 : Tracé en plan……..21*

CHAPITRE 05 : Profil en long

Figure 5-2 cas d'un rayon concave……...……..…….…….*23*

Figure 5-3 : Profil en long…….……..……...….25

CHAPITRE 06 : Profil en travers

Figure 6-1 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante……26
Figure 6-3 : Profil en travers cas Remblai……...…..30
Figure 6-4 : Profil en travers cas déblai……..……30
Figure 6-5 : Profil en travers cas mixte……..…….30

CHAPITRE 07 : Les cubatures

Figure 7-1 Les sections des profils en travers d'un tracé donné…….…….....32
Figure 7-2 Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné…….....32

CHAPITRE 08 : Etude géotechnique

Figure8-1 : Affleurement de gneiss…….…....35
Figure8-2 : Affleurement de gneiss (grés miocène inferieur …….……...…...……..….35
Figure8-3 : Grés jaunâtre…….……...……36

CHAPITRE 09 : Dimensionnement du corps de chaussée

Figure 9-1 Dimension proposé par le fascicule N 3……..……43
Figure 9-2 : Module et contrainte en bars……..…….……...…46

CHAPITRE 10 : Assainissement

Figure 10.1 Schéma d'un fossé…….……..……50
Figure 10.2 : système de drainage transversal…….……...51

Figure 10.3 dimension d'un dalot……...……...……...52

CHAPITRE 11: Conception de l'échangeur
Figure 11-1 types d'échangeurs……..……...…...…..55
Figure 11-2 La zone d'accélération…….…..…..……56
Figure 11-3 La zone de décélération……..…….……....……56
Figure 11-4 Echangeur Trempette au PK4+500…….……..……..57

CHAPITRE 12 : Signalisation

Figure 12-1 Panneaux de signalisation verticale……..……...……..….59
. Figure 12-2 Panneaux de restriction……..……...……..…59
Figure 12-3 Panneaux de direction…….…..……...…....59
Figure 12-4 Panneaux de pré signalisation…….……..…….....60
Figure 12-5 Types de modulation……..…….....61
Figure12- 6 : Les lignes longitudinales……...…….…….....62
Figure 12-7 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé…….……62
Figure 12-8 **:** Lignes transversales ……...…….……...62
Figure 10-9 : Même nombre de voies……..…….……..…...62
Figure 10-10 : Nombre de voies inferieur…….……..……63
Figure 10-11 : Voies d'entrecroisement …….……63
Figure 12-12 : avec affectation de voie……..…….……63
Figure 12-13 : sans affectation de voie……...……63
Figure 12-14 : Schéma de marquage avec hachures…….....64
Figure 12-15 : Flèches de sélections……..……...…….…64
Figure 12-16 : Flèches de Rabattement…….……...……65
Figure 12-17 : Eclairage composé……...…….……..66

CHAPITRE 14 : Impact sur l'environnement

Figure 14-1 Passages supérieur pour animaux…….……..……...….70

# Liste des Tableaux

CHAPITRE 03 : Etude du trafic

Tableau 3-1 : Valeurs du coefficient d'équivalence « P »……..…….11
Tableau 3-2 : Valeurs du coefficient « K1 » ……11
Tableau 3-3 : Valeurs du coefficient « K2» ……..……12
Tableau 3-4 : valeurs de la capacité théorique« CTh »……..…….....12
Tableau3-5 : Composition du trafic……...……..……..…13
Tableau3-6 : Résultat des affectations……...……...13

CHAPITRE 04 : Tracé en plan

Tableau 4-1 : valeur extrême des alignements droits de tracé en plan……...……16
Tableau 4-2 Valeurs minimales des rayons de tracé en plan ……..……..……16

CHAPITRE 05 : Profil en long

Tableau 5-1 : limite des paramètres de profil en long…….……..…22

CHAPITRE 06 : Profil en travers

Tableau 6-1 : paramètres géométriques du profil en travers de l'autoroute……..…28

Tableau 6-2 : profil en travers type proposé…….……29

CHAPITRE 08 : Etude géotechnique

Tableau 8-1 *: Caractéristiques géotechniques des matériaux et interprétation……..37*
Tableau 8-2 : résultats prélevés du sondage carotté N1 au PK10+100 ……....38
Tableau 8-3 : *résultats prélevés du sondage carotté N2 au PK 6+700……...39*

CHAPITRE 09 : Dimensionnement du corps de chaussée

Tableau9- 1 : classification des réseaux principaux……..…41
Tableau9- 2 : Classe TPLi pour RP1 (fascicule 1)……...……42
Tableau9- 3 : classes du sol support……..42
Tableau 9-4 : épaisseur de couches et type de liaison……..….44

Tableau 9-5 : Matériaux traités au bitume……...……..44
Tableau 9-6 : résultats des déformations……...46
Tableau 9-7 : résultats des déformations……...……47

CHAPITRE 10 : Assainissement

Tableau 10.1 Valeurs du coefficient de ruissellement C…….……...…….……49
Tableau 10.2 valeur de l'intensité de la pluie pour la durée d'une heure……...…...…..…49
Tableau 10.3 Calcul des temps de concentration et de l'intensité de pluie…….50
Tableau 10.4 Calcul des débits équivalents……...……..……..…...….50

Tableau10.5 : récapitulatif des ouvrages courants……..……..…..53

CHAPITRE 13 : Ouvrage d'art

Tableau 13-1 : tableau qui représente les ouvrages existants…….…...…68

CHAPITRE 15 : Calcul du devis estimatif et quantitatif

Tableau 15-1 Devis quantitatif et estimatif……...…...71

**Liste des abréviations**

***ICTAAL*** : Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.

***TJMA*** **: Trafic moyen journalier annuel.**

***TPL*** **: trafic poids lourd.**

**Tn** : Le trafic à l'année n.

**(U.V.P)** : unités des véhicules particuliers

$\mathbf{T_{eff}}$ : trafic effectif à l'horizon

**Q** : Le débit de point horaire normal

**Qadm** : Le débit horaire maximal admissible.

**Vb** : Vitesse de bas

**TCI** : trafic poids lourd cumulé

**TEC** : trafic cumulé équivalent

$\xi_{z,\ adm}$ : la déformation verticale sur le sol support.

$\xi_{\ t\ adm}$ : la déformation admissible de traction.

**D** : Diamètre de la buse suivant la formule de Manning Strickler.

**Rh** : Rayon hydraulique.

**TPC :** Terre-plein central.

# Introduction générale.

# Introduction générale :

Afin de compléter les différentes connaissances acquises durant ma formation à l'école nationale supérieure des travaux publics. L'ENSTP nous propose la réalisation d'une étude concernant le domaine des travaux publics en forme d'un mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en travaux publics.

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.

Dans ce travail je m'intéresse à la pénétrante reliant la wilaya de Tizi-Ouzou à l'autoroute est-ouest. Elle a pour but de diminuer le trafic de la RN25 qui relie la wilaya de Tizi-Ouzou et la wilaya de Bouira, ainsi qu'offrir un nouvel axe de développement et d'échange entre la Wilaya et l'intérieur du pays.

L'objet de ce mémoire a pour but de concevoir en phase APD un tronçon de cette pénétrante sur 9Km du PK3+000 au PK12+000.

# CHAPITRE 01 :

# Recherche bibliographique.

# 1-Introduction :

Les études hydrologiques et hydrauliques occupent une place importante dans la construction des infrastructures routières, en effet ce sont les études hydrologiques qui permettent d'estimer les débits drainés par un cours d'eau au droit du franchissement.

Quant aux études hydrauliques elles permettent de dimensionner les différents ouvrages et le calage de la ligne rouge afin de mettre l'ouvrage hors de l'eau.

Les lignes qui suivent font ressortir l'éventail des ouvrages consultés abordant la question des deux études précédemment citées.

# 2-Les méthodes d'estimation des débits :

Sur cette partie je vais citer deux méthodes utilisées pour calculer le débit d'apport des bassins versants.

## 2-1La méthode rationnelle

Cette méthode est applicable aux petits bassins dont la superficie ne dépasse pas 4 km$^2$ [5], et disposant de données de la pluie journalière relevées au pluviographe. La formule du débit s'écrit :

$Q = 0{,}278CIA$

Où $Q$ est le debit à l'exutoire du bassin versant en $m^3/s$ ;

$C$ est le coefficient de ruissellement supposé uniforme sur le bassin versant considéré pendant la durée de l'averse ;

$I$ est l'intensité de l'averse exprimée en $mm/h$ ;

$A$ est la superficie du bassin versant exprimée en $km^2$ ;

La méthode rationnelle est également utilisée pour estimer les débits des impluviums, en vue du dimensionnement des réseaux d'assainissement des plates formes routières.

## 2-2La méthode de Caquot

La méthode de Caquot permet l'estimation du débit maximal d'un bassin versant urbanisé, en tenant compte de la capacité de stockage du réseau d'égouts. La formule de Caquot s'énonce comme suit :

$Q = K.J^m.C^n.A^p$

Avec $Q$ le débit en $l/s$ ;

$K$ est un coefficient dépendant de la fréquence de la crue étudiée ;

$C$ est le coefficient de ruissellement ;

$A$, la superficie du bassin versant en $ha$ ;

$J$ est la pente moyenne du bassin versant en $m/m$ ;

$m, n, p$ sont des coefficients dépendant de la zone d'étude.

Cette formule est très limitée au point de vue application du fait qu'elle n'est valable que pour une zone restreinte.

# 3. Les méthodes de dimensionnement hydraulique des ouvrages :

Plusieurs méthodes sont utilisées dans le cadre du dimensionnement hydraulique des ouvrages de rétablissement des écoulements naturels, parmi lesquelles on peut citer les suivantes :

## 3-1 La méthodologie du régime à l'aval de l'ouvrage

La démarche consiste à rechercher le régime d'écoulement à l'aval immédiat de l'ouvrage en calculant la profondeur normale $h_n$ et la profondeur critique $h_c$. La comparaison des deux profondeurs d'eau permet de déduire le régime d'écoulement.

Alors, si le régime à l'aval de l'ouvrage est fluvial, l'ouvrage est calé en régime fluvial.

Si par contre le régime à l'aval est torrentiel, l'ouvrage est calé soit en régime torrentiel, soit en régime fluvial. On déduit du calage de l'ouvrage, dans le régime approprié, la hauteur d'eau à l'entrée de l'ouvrage, nommée $y_e$, et enfin la hauteur d'eau à l'amont de l'ouvrage $H_{am}$, qui se calcule par application du théorème de Bernoulli simplifié entre une section à l'amont, et l'entrée de l'ouvrage projeté soit :

$H_{am} = y_e + (1 + K_e)\mathrm{Ve2}\ /2\mathrm{g}$

Avec $y_e$ la hauteur d'eau à l'entrée immédiate de l'ouvrage en m ;

$K_e$ le coefficient d'entonnement, fonction du type de l'entrée.

$V_e$ la vitesse d'écoulement de l'eau à l'entrée de l'ouvrage en $m/s$ ;

$g$ l'accélération de la pesanteur en $m/s^2$ ;

### 3-2 Méthodologie de calcul des hauteurs d'eau normale et critique

Pour le calcul préalable des hauteurs normales et critiques, des méthodes utilisant également des abaques permettent d'estimer ces hauteurs.

Les profondeurs ou hauteurs d'eau sont désignées par l'appellation $h$, pour ce qui concerne les profondeurs d'eau hors de l'ouvrage hydraulique, et l'appellation $y$, pour les hauteurs d'eau à l'intérieur de l'ouvrage. Ainsi $h_n$ et $h_c$ sont respectivement les profondeurs d'eau normale et critique à l'extérieur de l'ouvrage hydraulique. $y_n$ et $y_c$ représentent également les profondeurs d'eau normale et critique à l'intérieur de l'ouvrage.

Calcul de la profondeur normale

De la formule de Manning Strickler : $Q = KSR^{2/3}.I^{1/2}$ →$Q.I^{-1/2} = KSR_h{}^{2/3}$.

$Q.I^{-1/2}$ Étant une grandeur fixe, on calcule ensuite la quantité variable $D = KSR^{2/3}{}_h$ , appelée aussi la débitance, pour différentes valeurs de la profondeur d'eau $h_n$ ou $y_n$. La valeur de $h_n$ ou de $y_n$ pour laquelle la quantité variable $D$ égale la grandeur fixe $Q.I^{-1/2}$ est la profondeur normale.

Dans ces relations, $Q$ est le débit écoulé en $m^3/s$ ;

$K$ le coefficient de rugosité des parois des ouvrages d'assainissement.

$R_h$ le rayon hydraulique en ;

$S$ la section mouillée en $m^2$ ;

$P$ le périmètre mouillé en $m$ ;

$I$ la pente hydraulique en $m/m$ ;

# 4-Conclusion :

Plusieurs méthodes permettent d'estimer les débits des bassins versants non jaugés, et de dimensionner les ouvrages hydrauliques. Mais le choix de certaines méthodes dépend de certain facteur clés qu'il faut prendre en compte avant de commencer tel que les surfaces des bassins versant ou bien la zone ou la région ou l'étude sera réalisée.

# CHAPITRE 02:
# Présentation Du Projet

# Chapitre 02 : Présentation du projet

# 1-Introduction :

La wilaya de TIZI OUZOU est située à 100 km à l'est d'Alger. Elle s'étend sur une superficie de 2958km2 dont 80% se trouve en relief montagneux à une altitude moyenne de 800m. Elle est limitée par la mer méditerranée au nord, la wilaya de Bouira au sud, la wilaya de Bejaia à l'Est et la wilaya de Boumerdes à l'Ouest. Elle renferme un potentiel naturel alternant entre un tourisme balnéaire (région côtière) et climatique (région de montagneuse) auquel il faut ajouter une richesse artisanale et archéologique indéniable. La signification du nom de Tizi Ouzou veut dire « col des genêts ».

## 1.1 Le climat :

Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen, sec et chaud en été et humide et assez froid en hiver. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes (600m et +), et février pour les basses altitudes. En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville. À partir de Novembre les températures sont de 5°C au minimum. Quelques hivers à Tizi Ouzou sont marqués par des records de chaleur : en 2012, par exemple, les températures ont dépassé les 17°C. La température la plus élevée jamais enregistrée à Tizi-Ouzou date de Juillet 1901 avec 50°C, et la température la plus basse date de février 1982 avec -11°C (figure2)

## 1.2 Le relief :

La wilaya présente trois zones de relief :

a. Chaine côtière : Elle comprend le territoire situé de la rive droite de Sebaou jusqu'à la mer.
b. Massif central : Soit la totalité du territoire, délimité à l'ouest et situé entre l'oued Sebaou et la dépression de Drâa El Mizan, Ouadhias. Il se distingue par des formes tantôt larges et arrondies du fait de l'érosion et tantôt étroites et aiguës.
c. Djurjura : Au sud s'élève le majestueux massif de Djurdjura sur lequel se dresse le mont de Lala Khedidja qui culmine à 2308m.

## 1.3-Hydraulique et pluviométrie :

Le réseau hydrographique renferme deux (02) grands bassins versants à savoir le bassin de l'Oued Sebaou et le bassin côtier. Un bassin versant constitue l'ensemble du territoire qui recueille l'eau pour la concentrer dans une rivière ou ses tributaires. La pluviométrie moyenne de la Wilaya est de 600mm.

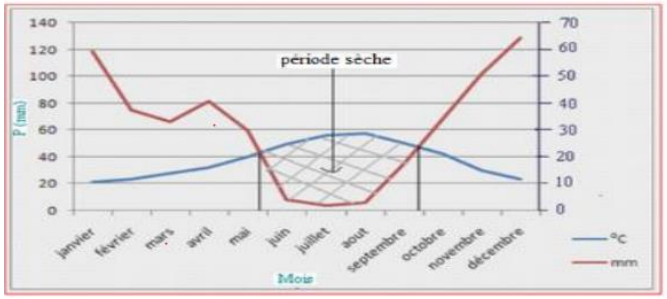



**Figure 2-1 diagramme de pluviométrie de la wilaya de Tizi Ouzou**

# 2-Description du projet :

Le projet de la pénétrante s'agit de créer une liaison autoroutière reliant la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est-Ouest.

La pénétrante débute au niveau de l'échangeur avec la RN12 au nord-ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou près de la ville de Draa-ben-Khedda (PK0) et s'étend sur une longueur de 48KM jusqu'à l'échangeur au niveau de la région de Djebahia (PK48) wilaya de Bouira ou une gare de péage aura lieu pour se raccorder a l'autoroute est-ouest, la pénétrante passe à Proximité de la RN25 (la route qui relie les deux wilayat), le projet s'inscrit dans le cadre du schéma directeur national du ministère des TP développé par l'agence national des travaux publics Routiers.

L'objectif de ce schéma est de moderniser le réseau routier Algérien et réaliser des axes routiers qui structurent le territoire qui contribueront au développement du pays, en réalisant cette pénétrante cela améliorera la communication de la ville avec l'intérieur et le reste du pays.

Ce projet est inscrit dans les conditions de l'épanouissement économique et social de la région et de l'ensemble du pays. Le tracé de la pénétrante de Tizi-Ouzou à l'Autoroute Est-Ouest est scindé en deux sections :

Section 1 : la section débute au raccordement avec l'autoroute est-ouest dans la commune de Djebahia (wilaya de Bouira) et se termine à la limite de la commune de Draa-El-Mizane dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Pour la section 2, elle prend naissance à la limite de la commune de Draa El Mizane jusqu'au raccordement avec l'évitement sud de la ville de Tizi-Ouzou.

Les caractéristiques géométriques de la pénétrante répondent à celle d'une liaison autoroutière avec une vitesse de référence de 110km/h et une déclivité maximale de 6%, cette autoroute est constituée de deux chaussées à trois voies séparées par un terre-plein central, la connexion avec le reste du réseau routier est réalisée au moyen de 8 échangeurs dénivelés et d'un échangeur supplémentaire au niveau de Djebahia.

Le tracé traverse une zone à relief accidentée (partie centrale) fait qui rend nécessaire réalisation de grands terrassement et ouvrages d'art, le projet contiendra 23 viaducs (environ 10km de longueur) en plus de deux tunnels bitubes d'une longueur d'environ 950m pour le premier et 710m pour le deuxième.

La pénétrante se raccord aussi avec la rocade nord de Tizi-Ouzou par le moyen de l'échangeur du stade et un tronçon commun avec la rocade sud d'une longueur de 1.8km.

Entre le pk11+000 et pk15+000 le tracé de la pénétrante passe par le barrage de Souk-Elthletha.

Un échangeur au PK23+500 doit raccorder l'autoroute avec la RN25, Au niveau du PK36 l'autoroute tourne vers l'ouest est traverse la montagne par un tunnel de 950m qui relie Bouira

et Tizi-Ouzou.Au PK44+000 on trouve le plus long viaduc de plus de 2000m (Viaduc 23) qui relie entre l'échangeur de Djebahia est l'autoroute est-ouest.




**Figure 2-2 projections de la pénétrante de Tizi Ouzou sur le réseau routier algérien**

## 2.1-Caracteristique du projet :

**-Linéaire** : 48 Km.
**- Vitesse de base** : 110 Km/h.
**-Structures** : 23 viaducs - 02 tunnels
**-Nombre d'échangeurs :** 08 échangeurs
**-Déclivité** : max de 6 %
**- Principales villes desservies :** Tizi-Ouzou, Draa-Ben--Khedda, Tadmait, Ait Yahia Moussa,Tizi-Guenif et Draa El Mizan.

# 3-Presentation du tronçon à étudier :

Le tronçon à étudier est celui montré dans la figure 1-3.

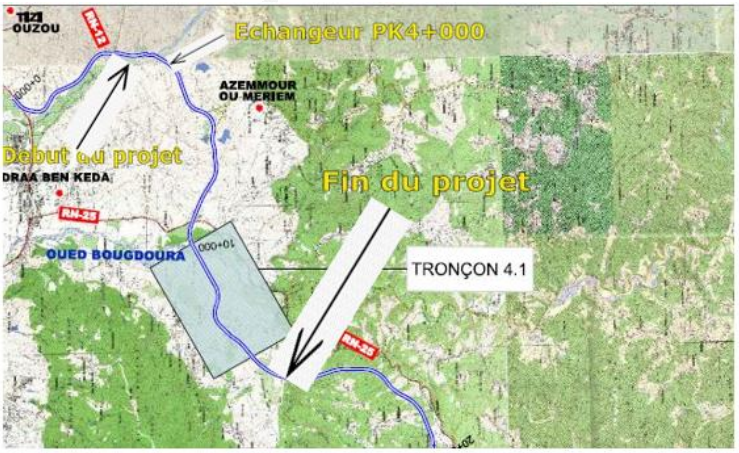



**Figure 2-3 : Schéma explicatif du tronçon à étudier**

# 4-Objectif du projet :

L'objectif principal de réalisation de la pénétrante autoroutière est :

-Soulager la saturation sur le réseau central du pays (désengorger la RN 12 et la RN25 qui assure la liaison entre la wilaya de Tizi-Ouzou et de Bouira.)

-Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers.

-Améliorer l'accessibilité aux zones d'activités et aux zones touristiques.

-Améliorer le cadre de vie des riverains.

-Accroitre l'efficacité économique du système de transport.

-Diminuer le nombre d'accidents.

-Réaliser le meilleur tracé possible.

-Assurer le trafic sur le nouveau tracé.

# 5-Conclusion :

Le projet a pour but de concevoir en phase APD (avant-projet détaillé) un tronçon d'une pénétrante autoroutière située au PK 3 jusqu'au PK 12 reliant la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute EST-OUEST avec la conception d'un échangeur au PK 4+500.

# CHAPITRE 03 :
# Etude du trafic

# Chapitre03 : Etude du trafic

# 1-Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

D'une façon générale, l'étude du trafic permet le choix du profil en travers d'une route ou autoroute, détermine le dimensionnement de la structure de chaussée et oriente sur les techniques d'entretien de chaussées.

# 2-Généralités sur le trafic routier

2.1 analyse du trafic **:**

Plusieurs méthodes permettent de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics. Cependant il faut adapter le niveau de connaissances aux besoins.

Le coût des investigations conduit à limiter celles-ci à ce qui est nécessaire mais je m'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en connaissance de cause.

Il est également nécessaire de choisir l'outil de mesure susceptible de fournir les informations nécessaires.

Enfin, il est possible de procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet. Les méthodes utilisées peuvent être classées en deux catégories :

Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages (automatiques, manuels, directionnels).

Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs : les enquêtes de circulation (simplifiées, complète, de stationnement, mesure de vitesse, pesées d'essieux**).**

**2.2 diffèrent type de trafic :**

**Trafic normal** : c'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.

**Trafic dévié** : c'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens pour atteindre la même destination.

**Trafic induit** : c'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

**Trafic total** : Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

**Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).

**Le trafic d'échange** : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échanges).

# 3-MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaines.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

-Prolongation de l'évolution passée.

-Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.

-Modèle gravitaire.

-Modèle de facteur de croissance.

Remarque : La méthode choisie est la méthode « prolongation de l'évolution passée »au vu de sa simplicité ainsi qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région

### 3-1-Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. J'établis en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic Tn à l'année n sera :

$Tn = T0\ (1+\tau)^n$

Ou : T0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

$\tau$ : est le taux de croissance ($\tau$=4%)

# 4-CALCUL DE LA CAPACITÉ

### 4-1- 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 de :

-la distance de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable.)

-Des conditions météorologiques.

-Des caractéristiques géométriques de la route.

### 4-2-Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

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

### 4-3 Trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine,) pour cela on utilise des coefficients D'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif donné par la relation :

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

$T_{eff}$ : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j).

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour les poids lourds, il dépend de la nature de laroute.

**Tableau 3.1 : Valeurs du coefficient d'équivalence « P »**

| Environnement | E1 | E2 | E3 |
|---|---|---|---|
| Route à bonne caractéristique | 2-3 | 4-6 | 8-12 |
| Route étroite | 3-6 | 6-12 | 16-24 |

### 4-4 Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon donné par la formule suivante :

$Q = \left(\frac{1}{n}\right)$ Teff : exprimé en UVP/h.

Avec :

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

### 4-5 Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de laformule :

$Q_{adm}$ (uvp/h) = K1.K2. Cth

*K1 : coefficient lié à l'environnement.*

K2 : coefficient de réduction de capacité.

Cth : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

**Tableau 3.2 : Valeurs du coefficient « K1 »**

| Environnement | $E_1$ | $E_2$ | **$E_3$** |
|---|---|---|---|
| Valeur de $k_1$ | 0.75 | 0.85 | 0.9a0.95 |

**Tableau 3.3 : Valeurs du coefficient « K2»**

| Environnement / Catégorie de la route | E1 | E2 | E3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.99 | 0.91 |
| 2 | 1 | 0.99 | 0.95 |
| 3 | 1 | 0.99 | 0.97 |
| 4 | 1 | 0.98 | 0.96 |
| 5 | 1 | 0.98 | 0.96 |

**Tableau 3.4 : valeurs de la capacité théorique« CTh »**

| Type de route | Capacité théorique |
|---|---|
| Route à 2 voies de 3.5 m | 1500 à 2000uvp/h |
| Route à 3 voies de 3.5 m | 2400 à 3200uvp/h |
| Route à chaussée séparées | 1500 à 180000uvp/h |

### 4-6Calcul le nombre de voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

Je compare Q à Qadm et on prend le profil permettant d'avoir : Qadm ≥ Q

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport S. Q /$Q_{adm}$

Avec :

S=2/3 : coefficient dissymétrie

Qadm : débit admissible par voie

# 5-APLLICATION AU PROJET

## 5-1-Principaux résultats de l'étude de trafic

La composition du trafic se constitue à 65 % de véhicules légers et 35 % de véhicules lourds.

La composition détaillée par catégorie de véhicule est celle qui est généralement utilisée en Algérie et considérée comme représentative du trafic circulant sur le réseau routier national. Catégories de véhicules.

Le trafic est composé donc de :

-Véhicules particuliers :VP.
-Véhicules utilitaires : Vu.
-Autocars: AUT.
-Minibus: Min.
-Ensemble articulé : EA.
-Taxi-bus: Tax.
-Camion de charge utile inférieur à 10 tonnes:CAM .
-Camion de charge utile supérieur à 10 tonnes :PL

**Par catégorie, il se répartit comme suit :**

De la comparaison entre le volume de trafic relatif à l'année 2007 et celui de

| Catégorie | Vp | Vu | Aut | Min | Tax | CAM | PL | EA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Composition % | 41 % | 15 % | 6 % | 8 % | 7 % | 7 % | 7 % | 9 % |

2012 ressort un taux de croissance annuel du trafic de l'ordre de 4 %.

**Tableau3.5 : Composition du trafic**

En tenant compte de la structure intégrant l'autoroute est-ouest les résultats de l'affectation du trafic vers la nouvelle infrastructure sont synthétisés dans le tableau suivant et qui présente des volumes redressés du dit taux de croissance entre 2007 année du recensement et 2012 débuts de la période d'analyse.

**Tableau 3.6 : Résultat des affectations**

| Sections | Situation sans projet | Situation avec projet | |
|---|---|---|---|
| | | Variante | RN 25 |
| Draa Ben Khedda-Intersection CW 228 | 18 511 | 15 735 | 2 776 |
| Intersection CW 228 – Intersection CW 128 | 8 461 | 7 192 | 1 269 |
| Intersection CW 128 – Assif | 5 518 | 4 690 | 827 |
| Assif – Draa El Mizan | 5 673 | 4 823 | 850 |
| Draa El Mizan – Aomar | 6 402 | 5 442 | 960 |

## 5-2- résultats de comptage

Taux de trafic année 2012 (T = 8 016V/J /SENS)

Taux de poids lourd = 35 %

Taux d'accroissement = 4%

Durée de vie = 20 ans

Année de mise en service : 2022

## 5-3- Application sur la pénétrante

### 5-3-1Calcul de TJMA horizon

$TJMA_{2022} = (1+\tau)^{n} \times TJMA_{2012}$

$TJMA_{2022} = (1+0.04)^{10} \times 8016 = 11865 v/j/sens$

$TJMA_{2042} = (1+0.04)^{20} \times 11865 = 25997$ v/j/sens

$TJMA_{2042} = 34653 v/j/sens$

### 5-3-2 Calcul de trafic effectif

P=4 car l'environnement est E2 et route a bonne caractéristique

Teff 2022= [(1 – Z) + PZ]. Tn

Teff 2022= [(1 – 0.35) + 4×0.35] × 11865=24323uvp/j

Teff 2042= [(1 – 0.35) + 4×0.35] ×25997 =53293uvp/j

### 5-3-3 Débit de pointe horaire

$Q_n = 0.12.T_{eff}$

Q2022 = 0.12×31344= 2918uvp/h

Q2042= 0.12×83168=6395uvp/h

### 5-3-4 Débit horaire

A partir du tableau : Cth = 1800 uvp/h.

$Q_{adm} = k_1 \times k_2 \times C_{th}$

Qadm = 0.85×0.99×1800 = 1514uvp/h/voie.

**5-3-5 Nombre de voies :**

Cas d'une chaussée unidirectionnelle Pour ce cas c'est une pénétrante donc une chaussée unidirectionnelle

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

$N = S.\frac{Q}{Qadm} = \frac{2}{3}.\frac{6395}{1514} = 2.78$

Avec S= 2/3

Donc le nombre de voie N=3

**5-3-6 Calcul de la saturation du trafic :**

Teff 2022= [(1 – 0.35) + 4×0.35]× 11865=24323uvp/j

Q2022 = 0.12×31344= 2918uvp/h

Q2022 = (2/3)x2918= 1945uvp/h

Qsat=3xQadm=3x1515=4545uvp/h

$Qsat=(1+\tau)^n.Qadm$

$n=\frac{Ln\left(\frac{Qsat}{Q2022}\right)}{Ln(1+\tau)}=\frac{Ln\left(\frac{4545}{1945}\right)}{Ln(1+0.04)}=21.6ans\cong 22ans$

La saturation viendra 22 ans après la mise en service du projet soit en 2044.

# 6-Conclusion

Donc, d'après le calcul de la capacité de la pénétrante, je conclus que son profil en travers est de 2×3 voies.

# Chapitre 04 :
# Tracé en Plan

# Chapitre 04 : Tracé en plan

## 1-Introduction :

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. C'est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route à une échelle réduite.

Il est constitué d'une section de droites, raccordés par d'arcs de cercle, il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurités et de confort.

Le tracé en plan comporte :

Des alignements droits

Des arcs de cercle

Des arcs de courbes à courbures progressive : essentiellement des arcs de clothoïde.

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

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes, le respecter de certaines recommandations qui sont résumés dans l'ICTAAL comme suit :

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements.
-Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
-Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
-Eviter au maximum les propriétés privées.
-Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
-Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.

## 3-La Vitesse de référence :

La Vitesse de référence (Vr), représente une vitesse théorique qui sert à déterminer les valeurs maximales des caractéristiques géométriques, et d'autres paramètres qui interviennent dans l'élaboration du tracé d'un projet routier.

Le choix de la vitesse de référence dépend essentiellement de :

-Type de route.
-La Topographie. (Degré de difficulté du terrain).
-l'Importance et genre de trafic (volume, structure).
-Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

## 4-Les éléments du tracé en plan :

### 4-1 Alignements :

La longueur des alignements dépend de :

-La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
-Des sinuosités précédant et suivant l'alignement.
-Du rayon de courbure de ces sinuosités. La langueur minimum : celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

La longueur maximale Lmax est la distance parcourue en t=1min a une vitesse de base Vb.

La longueur minimale Lmin est la distance parcourue en t=5s a une vitesse de base Vb.

Lmin=5 V=5x(110/3.6)=152.77m

Lmax=60V=60(110/3.6)=1833.3m

**Tableau 4-1 : valeur extrême des alignements droits de tracé en plan (source ICTAAL2015)**

| | | |
|---|---|---|
| Vitesse de base | $V_B$ (Km/h) | 110 |
| La longueur minimale | $l_{min}$ | 200 |
| La longueur maximale | $l_{max}$ | 2000 |

## 4-2 Valeurs des rayons :

La limitation des valeurs des rayons dépend de la stabilité des véhicules, de l'inscription desvéhicules longs dans la courbe et de la visibilité en courbe. Les valeurs minimales sont résumées dans le tableau.

-Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par de grands rayons

-L'emploi des rayons supérieurs ou égaux à 1.5 Rnd est préférable dans le cas où cela n'induit pas à plus de dépense, afin de faciliter le respect des règles de visibilité et offrir le confort au conducteur.

**Tableau 4-2 : valeur minimal des rayons de tracé en plan**

| Catégorie | L2 | L2 |
|---|---|---|
| Rayon minimal | Rm (m) | 400 |
| Rayon minimal au dévers normal $R_{dn}$ | Rdn (m) | 650 |

## 4-3 Les courbes de raccordement

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

La courbe de raccordement la plus utilisée est la clothoïde grâce à ses particularités, c'est à dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter

les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

-Stabilité transversale du véhicule.

-Confort des passagers du véhicule.

-Transition de la forme de la chaussée.

-Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

**4-3-1 Les raccordements progressifs :**

Clothoïde : C'est une spirale dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. Les courbes de rayon inférieur à 1,5 Rnd sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïde).

-R : rayon du cercle.

-L : longueur de la branche de clothoïde.

-A : paramètre de la clothoïde.

-KA : origine de la clothoïde.

-KE : extrémité de la clothoïde.

-ΔR : ripage.

-τ: angle des tangentes.

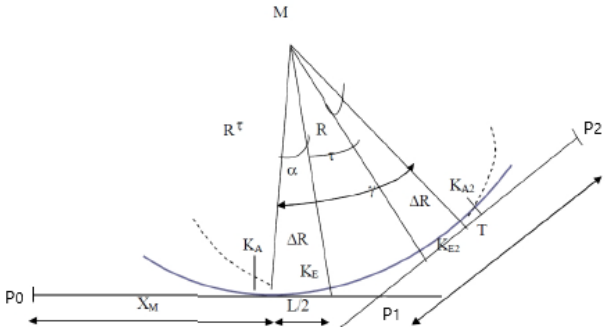



**Figure 4-1 Géométrie de la Clothilde**

-TC : tangente courte.

-TL : tangente longue

-σ: angle polaire.

-SL : corde KE –KA.

-M : centre du cercle d'abscisse Xm.

-Xm : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

-Ym : ordonnée du centre du cercle M a partir de KA.

-X: abscisse de KE

-Y : ordonnée de KE

# 5-ENCHAINEMENT DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Les courbes circulaires de rayon modéré (<1,5 Rnd) ne peuvent être utilisées qu'en respectantles règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :
Introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon.Dans ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : R1 ≤ 1,5 R2, où R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2 (<1,5Rnd) celui de la seconde.

Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur ou dans une zone à verglas fréquent.

Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduits par des raccordements.

# 6-Exemple de calcul manuel :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe à l'aide du Manuel de Projet de Routes.

***Table 4-3 Coordonnées des sommets à calculer***

| $V_B$=110Km/h | X (m) | Y (m) | R (m) |
|---|---|---|---|
| P0 | 583196.523 | 4061221.562 | 692.971 |
| P1 | 582565.247 | 4061250.6796 | |
| P2 | 581603.939 | 4060318.462 | |

## 6-1Calcul du paramètre A :

On sait qu'A2 = **L x R**

## 6-2Détermination de L :

On a R=692.971<1,5 $R_{dn}$(=975m)

Alors la longueur de la Clothilde est supérieure ou égale à la plus grande des deux valeurs **14|Dd| et R/9**

Telle que : **Dd** est la différence des pentes transversales (en %} des éléments du tracé raccordés.

R=692.971m donne d1 = 2.5%

$$L = \text{Max} \begin{cases} L1 = 14\,|\Delta\delta| = |\delta 1 - \delta 0| \\ L2 = R/9 \end{cases}$$

**Avec :** $\delta 0$ Représente la pente transversale initiale  $\delta 0 = -2.5\%$

L= Max { $L1 = 14|2.5+2.5|=70$m ; $L2 = 692.971/9=76.996$m }

Donc : L=76.996 m

⟶ Le paramètre A = $\sqrt{L \times R}$ = 230.989m

On a : $\frac{R}{3} \leq A \leq R$

Donc : 230.990 m ≤ 230.989 m ≤ 692.971 m

Condition de confort optique vérifiée.

## 6-3Calcul de la distance

### 6-3-1Distance $P_0P_1$:

$\Delta X_{p0}^{p1} = X_{p1} - X_{p0}$ = 582565.247-583196.523= -961.308 **m**

$\Delta Y_{p0}^{p1} = Y_{p1} - Y_{p0}$ 4061250.6796− 4061221.562= 29.1176 **m**

$P_0P_1 = \sqrt{\Delta X_{p0}^{p1\,2} + \Delta Y_{p0}^{p1\,2}} = \sqrt{(-961.308)^2 + (29.117)^2}$=961.743 **m**

### 6-3-2Distance $P_1P_2$

$\Delta X_{p1}^{p2} = X_{p2} - X_{p1}$ = 581603.939-582565.247= **-961.302m**

$\Delta Y_{p1}^{p2} = Y_{p2} - Y_{p1}$ = 4060318.462-4061250.6796= **-932.217 m**

$P_1P_2 = \sqrt{\Delta X_{p1}^{p2\,2} + \Delta Y_{p1}^{p2\,2}} = \sqrt{(-961.302)^2 + (-932.217)^2}$= **1339.078m**

## 6-4Calcul des Gissements

### 6-4-1Gisment $P_0P_1$

$G_{p0}^{p1} = 200 - \tan^{-1}(\frac{\Delta X_{p0}^{p1}}{\Delta Y_{p0}^{p1}}) = 200 - \tan^{-1}(\frac{-961.308}{29.1176}) = 299.35$ gr

### 6-4-2Gisement $P_1P_2$

$G_{p1}^{p2} = 200 + \tan^{-1}(\frac{\Delta X_{p1}^{p2}}{\Delta Y_{p1}^{p2}}) = 200 + \tan^{-1}(\frac{-961.302}{-932.217}) = 250.9951$ gr

## 6-5Calcul de l'angle γ :

$\gamma = |G_{p0}^{p1} - G_{p0}^{p1}| = |299.35-250.94| = 48.41$ gr

### 6-6Calcul de l'angle τ:

$\boldsymbol{\tau} = \frac{\boldsymbol{L}}{\boldsymbol{2R}} \times \frac{\boldsymbol{200}}{\boldsymbol{\pi}} = \frac{\boldsymbol{76.996}}{\boldsymbol{2\times692.971}} \times \frac{\boldsymbol{200}}{\boldsymbol{\pi}} = 3.5385$ g

### 6-7Calcul de la tengente T :

$\mathbf{T} = XM + (R + \Delta R) \times \tan\left(\frac{\boldsymbol{\gamma}}{\boldsymbol{2}}\right)$

Xm: Abscisse du centre de cercle . $Xm = \frac{\boldsymbol{L}}{\boldsymbol{2}} = \frac{\boldsymbol{76.996}}{\boldsymbol{2}} = 38.498$ m

ΔR: Ripage.$\Delta R = \frac{\boldsymbol{L^2}}{\boldsymbol{24\times R}} = \frac{\boldsymbol{76.996^2}}{\boldsymbol{24\times692.971}} = \mathbf{0}.356\ \mathbf{m}$

$T = 38.498 + (692.971 + 0.356) \times \tan\left(\frac{48.41}{2}\right) = 316.5914$ m

### 6-8Calcul de la distance $P_0K_{A1}$ :

$P_0K_{A1} = P_0P_1 - T = 961.743 - 316.5914 = 645.1516\ \boldsymbol{m}$.

### 6-9Calcul de la corde SL:

$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$

Tel que :

XKE = $L$ = 76.996 ($\boldsymbol{m}$) ; La longueur de clothoïde.

$YKE = \frac{L^2}{6\times R} = \frac{76.996^2}{6\times692.971} = 1.425\ (\boldsymbol{m})$

$\boldsymbol{SL} = \sqrt{76.996^2 + 1.425^2} = 77.0090m = 77\ m$

### 6-10Calcul de l'angle polaire σ :

$\sigma = \tan{-1}\left(\frac{YKE}{XKE}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.425}{76.996}\right) = 1.18\ gr$

### 6-11Vérification de non chevauchement :

$\tau = 3.5385\ \boldsymbol{gr}$ ; $\frac{\boldsymbol{\gamma}}{\boldsymbol{2}} = \frac{\boldsymbol{48.41}}{\boldsymbol{2}} = \boldsymbol{24.205\ gr}$

$\tau < \frac{\boldsymbol{\gamma}}{\boldsymbol{2}}$ condtions de non chevauchemnt verifié

### 6-12Calcul du α:

$\alpha = \gamma - 2\tau = 48.41 - 2 \times 3.5385 = 41.33$gr

### 6-13Calcul de la longueur d'arc :

$KE1KE2 = \frac{\pi R\alpha}{200} = \frac{\pi\times692.971\times41.33}{200} = 449.997\ m$

# 7-Conclusion :

Comme on peut le voir sur les tableaux, il existe une marge d'erreur qui varie entre (0<E<0.137) lorsqu'on compare les résultats calculés manuellement avec ceux calculés par le logiciel COVADIS. Le pourcentage de cette marge d'erreur après calcul est inferieur à 0.01%

Tous les rayons utilisés sont supérieurs aux rayons imposés par ICTAAL pour une route de catégorie L2

***Table 4-4 Coordonnées des sommets à calculer***

| | Résultats calculs manuels(m) | Résultats par covadis(m) | Difference(m) |
|---|---|---|---|
| Longueur d'arc | 449.997 | 450.134 | -0.137 |
| Longueur clothoide | 76.996 | 76.994 | 0.02 |
| Parametre clothoide | 230.989 | 230.989 | 0 |

***Table 4-5 Listing des rayons adoptés***

| Arcs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rayons(m) | 1200 | 975 | 1275 | 1000 | 1000 | 1000 | 692.971 |
| Normes ICTAAL | Rayons minimal Rm=400m | | | Rayons minimal au devers normal Rdn=650m | | | |

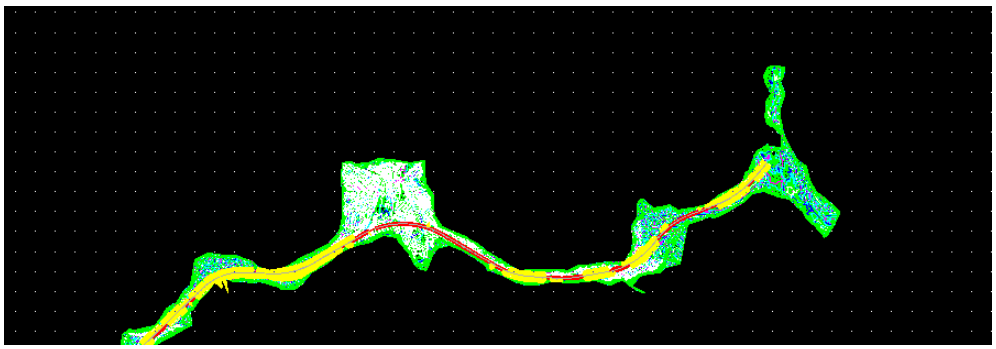


**Figure 4-3 Tracé en plan**

# Chapitre 05 :
# Profil en long

# 1-Introduction :

Le profil en long est obtenu par élévation verticale de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci, il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Pour chaque point du profil en long je me dois de déterminer :

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

# 2-Régles et principes du profil en long :

Le tracé de la ligne rouge doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Pour cela il faut :

-Minimiser les terrassements, en recherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- Respecter la pente maximale préconisée par les règlements.
-éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
-éviter les hauteurs excessives de remblais.
-Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Raccorder les alignements droits par des courbes paraboliques au changement de déclivité.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

# 3-caracteristique du profil :

### 3-1 valeurs limitent :

Les paramètres de profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le (tableau 1) selon L'ICTAAL :

Il est recommandé d'utiliser des rayons supérieurs aux rayons minimaux car cela n'induit pas de cout supplémentaire important.

**Tableau 5-1 : limite des paramètres de profil en long.**

| Catégorie | L2 |
|---|---|
| Déclivité maximale (%) | 6% |
| Déclivité minimale (%) | 0.2% |
| Rayon minimal en angle saillant RV(m) | 6000 |
| Rayon en angle 22eentrant RV (m) | 3000 |

# 4-Decvlivité :

### 4-1 Déclivité minimale :

La pente transversale à elle seule ne suffit pas pour l'écoulement des eaux pluviales, il faut éviter les tronçons de route absolument horizontaux pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement par le biais de fossés ou De canalisations ayant une pente suffisante.

Déclivité minimale $I_{min}$ = 0.2%.

**4-2 Déclivité maximale :**

La déclivité maximale dépend de :

-La Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.

-La vitesse minimale de Poids lourds.

- Condition économique.

Toute fois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire de déclivité maximale. Déclivité maximale $I_{max}$= 6%.

# 5-raccordement en profil en long :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long. A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être raccordé par une courbe de grand rayon qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

Je distingue deux types de raccordement.

**5-1 Raccordements convexes (angles saillant) :**

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

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

-Condition de confort.

-Condition de visibilité.

Rayon minimal en angle saillant : 6000m

**5-2 Raccordements concave (angles rentrant) :**

Dans un raccordement concave, les conditions de confort et de visibilité de jour ne sont pas déterminantes, par contre il y'a un problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées.

Rayon minimal en angle rentrant : 3000 m.

# 6-Example de calcul de profil en long (cas d'un rayon concave) :

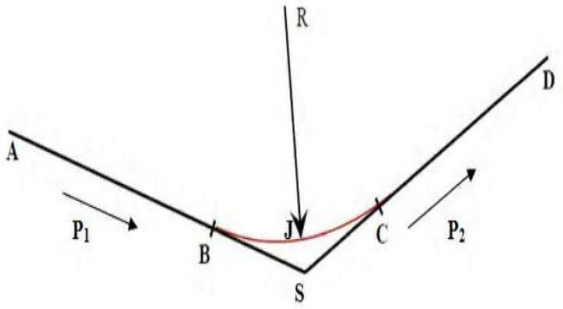



**Figure 5-1 cas d'un rayon concave**

**6-1 Les points du profil en long : (Hypothèse)**

A(X=2205.75, Z=75.845)

S(X=2461.67.1,Z=108.09)

D(X=4700, Z=68.77)

R=8000m

**6-2 Calcul des pentes entre les points :**

$P_1=\frac{Zs-Za}{Xs-Xa}$=-4.12%

$P_2=\frac{Zd-Zs}{Xd-Xs}$=-0.478%

**6-3 Calcul des tangentes entre les points :**

**T=**$\frac{R}{2}$ (|**P1**|±|**P2**|)=145.8m

**6-4 Calcul de la flèche :**

$B_X=\frac{T^2}{2R}$ = 1.32m

**6-5Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

B { $X_b=X_s-T$ ➔ $X_b$=2315.87m ; $Y_b=Z_s-T.|P1|$ ➔ $Y_b$=112.58m

B(2315.87, 112.58m)

C { $X_c=X_s+T$ ➔ $X_c$=2607.47m ; $Y_c=Z_s+T.|P2|$ ➔ $Y_c$=78.85m

C(2607.47, 108.78m)

**6-6 Calcul de la longueur de raccordement :**

L = 2 x T=> L = 298.6m

**6-7 Calcul des coordonnées du point J :**

J { $X_{J/A}=RxP_1$ ➔ $X_{J/A}$=258.29m ; $Z_{J/A}= X_{J/A}x\ P_1 -(X_{J/A})^2/2xR$ ➔ $Z_{J/A}$=0.2979m

J { $X_j=X_B+ X_{J/A}$ ➔ X=2574.16m ; $Y_j=Z_B- Z_{J/A}$ ➔ $Y_j$=112.28m

# 6-Conclusion :

Comme on peut le voir il existe une marge d'erreur (0<E<0.12) entre le le calcul fait manuellement et le calcul fait par le logiciel COVADIS. Le pourcentage de cette marge est inviteur a 0.01% pour tous les calculs faits.

Tous les rayons utilisés sont supérieurs aux rayons imposés par ICTAAL pour une route de catégorie L2

**Tableau 5-2 comparaison des deux résultats**

| Résultats calculus manuel | Résultat covadis | Difference |
|---|---|---|
| B(2315.87,112.58) | (2315.817,112.535) | (0.035,0.045) |
| J(2574.16,78.85) | (2574.07, 78.952) | (0.09,0.102) |
| C(2607.47,68.67) | (2607.59, 68.62) | (0.12,0.05) |
| Pente1 -4.12% | Pente 1 -4.1% | 0.02% |
| Pente 2 -0.478% | Pente 2 -0.47% | 0.08% |

**Tableau 5-3 Tableaux des rayons**

| Parabole | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Rayon(m) | 100000 | 8000 | 8000 | 12000 |
| Normes ICTAAL | Rayon minimal en angle saillant=6000m | | Rayons minimal en angle rentrant=3000m | |

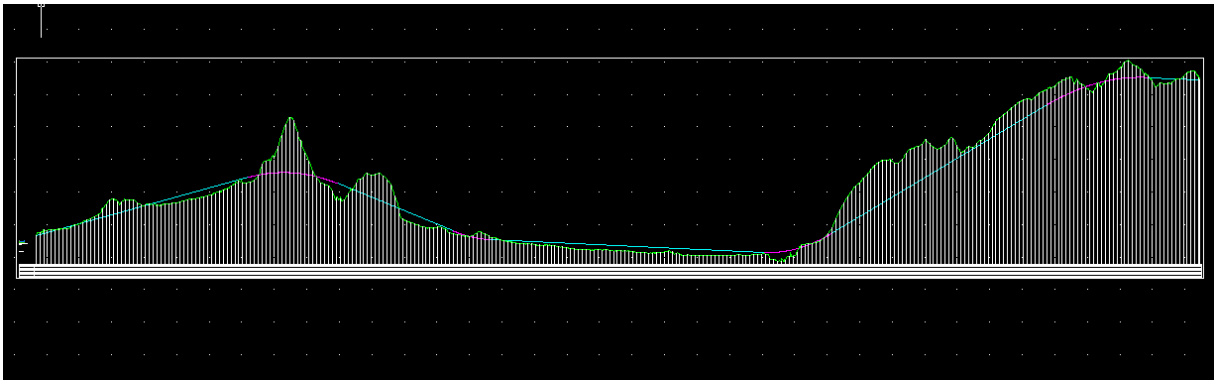


**Figure 5-2 Profil en long**

# Chapitre 06 :
# Profil en travers

# Chapitre 06 : Profil en travers

# 1-Introduction :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chausséepar un plan vertical.

Il existe deux types de profil en travers :

-profil en travers type.

-Profil en travers courant.

# 2-Profil en travers en section courante :

La figure ci-dessous représente les différentes composantes d'un profil en travers courant pour une infrastructure 2x2 voies.

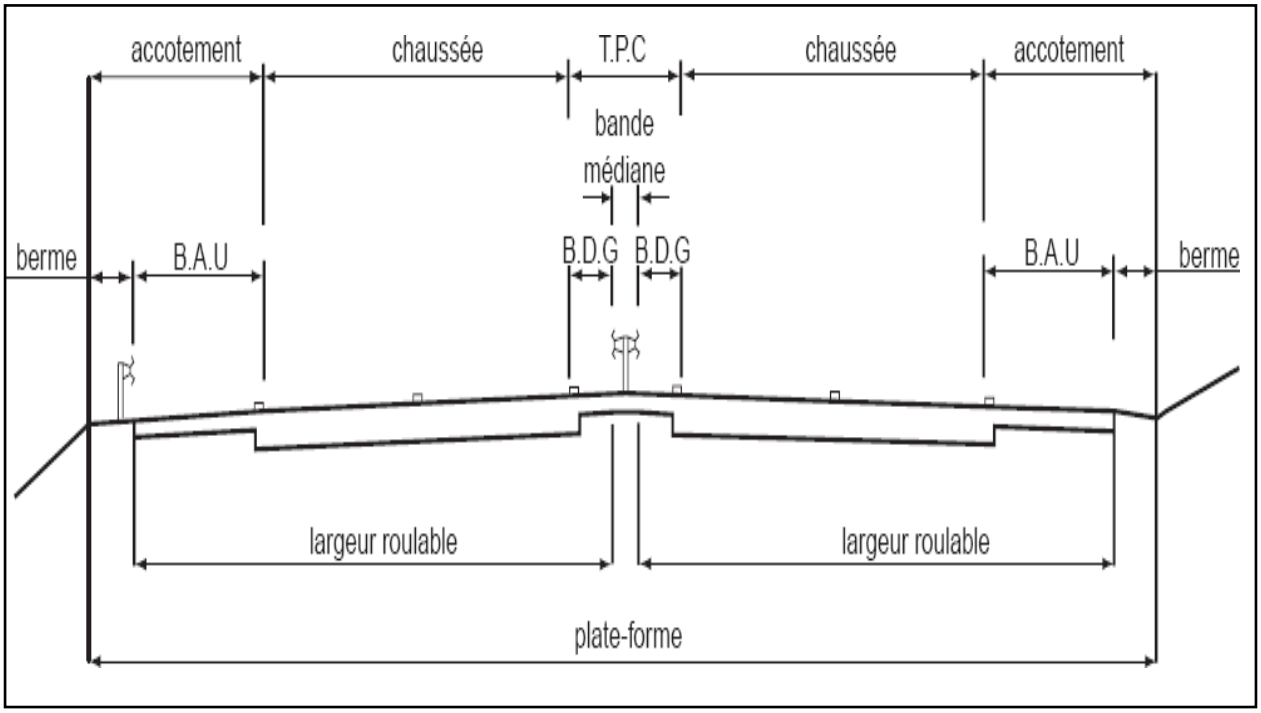



Figure 6-1 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante

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

**B.A.U :** Bande d'Arrêt d'Urgence.

**B.D.G :** Bande Dérasée de Gauche.

## 2-1 chaussée

D'après l'étude du trafic, la chaussée est de 2×3 voies larges de 3,50 m avec BAU de 3m et un terre-plein central de 4 mètre.

## 2-2 Terre-plein central

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

### 2-2-1 Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

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

-Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée.

**2-2-2 Bande médiane :**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, a implanter certains équipements (support de signalisation, ouvrage de collecte et évacuation des eaux), et parfois des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers.

Sa largeur dépend des éléments qui y sont implantés.

Si elle est inférieure ou égale a 3m, elle est stabilisée et revêtue afin de faciliter l'entretien, dans le cas contraire on peut y planter des arbustes à moins que sa largeur et la topographie du site ne permettent pas la conservation du terrain naturel et de la végétation existante, dans ce cas une berme de 1m a 2m est maintenue en bordure de la B.D.G.

**2-2-3 Interruptions du terre-plein central :**

Elle permet, en cas de besoin, de basculer la circulation d'une chaussée vers l'autre. Elles sont implantées de part et d'autre des ouvrages d'arts non courants, des tunnels et des échangeurs avec un intervalle de 3km maximum**.**

## 2-3 Accotement :

Il comprend une bande d'arrêt d'urgence revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

**2-3-1 Zone de sécurité :**

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, **de 10 m**, doit être isolée par une clôture métallique

**2-3-2 La bande d'arrêt d'urgence :**

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

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

Sa largeur est 2.5m quand le trafic poids lourd ne dépasse pas 2000v/j (deux sens confondus) si non sa largeur sera de 3m.

**2-3-3La berme :**

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrière de sécurité et signalisation verticale), sa largeur dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1m minimum.

# 3-Profils en travers au droit des ouvrages d'arts courants :

Au droit de tout ouvrage d'art courant, les voies de circulation, les B.A.U et les bandes dérasées conservent la même largeur qu'en section courante. Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les

conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 4,75 m en tout point de la largeur roulable de l'autoroute.

En outre, une revanche habituellement de 0,10 m est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0,50 m.

# 4-Pentes transversales :

Les courbes de rayon inférieur à $R_{nd}$ sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

### 4-1 valeurs du devers :

-La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.
-La pente d'une B.A.U (ou d'une B.D.D), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de la sur largeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4% pour des raisons techniques.
-Les pentes des B.D.G et du versant en toit d'un T.P.C revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.
-La berme extérieure présente une pente transversale de 8 % qui peut être portée jusqu'à 25 % dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.
-La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5 % pour Rnd et 7 % pour Rm.

### 4-2 Changements de devers :

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.
Point de rotation des dévers :
Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plate-forme ; sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe surle bord gauche de la chaussée.

# 5-Normes géométriques :

Les paramètres géométriques adoptées pour le profil en travers sont résumés dans le tableau suivant (ICTAAL 2000).

**Tableau 6-1 : paramètres géométriques du profil en travers de l'autoroute**

| PROFIL EN TRAVERS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | L1 | L2 |
| (1) | Nombre de voie de chaque chaussée | N | 2à4 | 2à4 |
| (2) | Largeur de voie | L(m) | 3.5 | 3.5 |
| (3) | Dévers minimum | d(%) | 2.5 | 2.5 |
| (4) | Dévers maximum | d(%) | 7 | 7 |

# 6-Profil en travers type du projet

**Tableau 6-2 : profil en travers type proposé**

| Description | Largeur(m) | nombre | Largeur totale (m) |
|---|---|---|---|
| • Voie de circulation 2x3 | 3.5 | 6 | 21.0 |
| • Terre-plein central (T.P.C) | 3.0 | 1 | 3 |
| - Bande dérasée de gauche (B.D.G) | 1 | 2 | 2 |
| - Bande médiane (B.M) | 1 | 1 | 1 |
| • Accotement | 4.0 | 2 | 8 .0 |
| - Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) | 3 | 2 | 6.0 |
| - La berme | 1.0 | 2 | 2.0 |
| totale | 32.00m | | |
| dévers en section droite | | | |
| - Chaussée | 2,5 % vers l'extérieur. | | |
| - Bande dérasée de gauche (B.D.G) | Identique à celle de la chaussée. | | |
| - Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) | 4 % vers l'extérieur. | | |
| - Berme extérieure | 6% vers l'extérieur. | | |
| dévers en courbe | | | |
| - Chaussée<br>- Bande dérasée de gauche (B.D.G)<br>- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) | 7 % (maximum).<br>Identique à celle de la chaussée.identique à celle de la chaussée. | | |

# 6-Conclusion :

Le calcul est traité automatiquement à l'aide de logiciel Covadis, Les détails du profil en travers sont donnés en annexe.

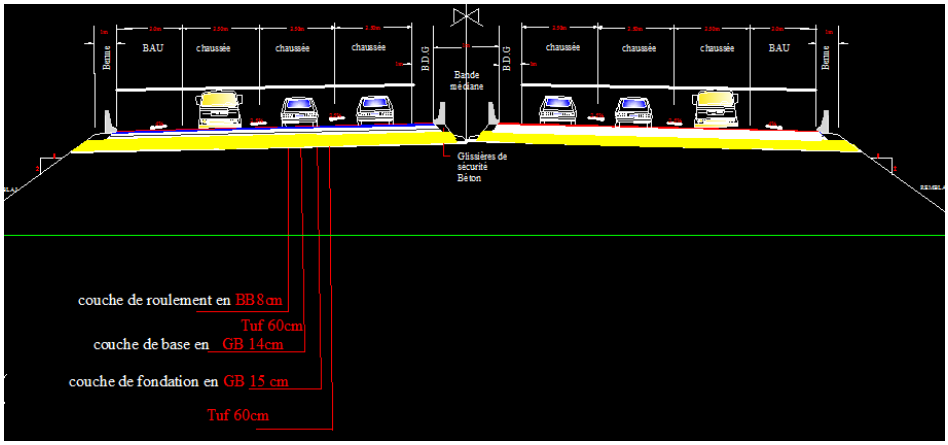



**Figure6-2 Profil en travers cas remblai**

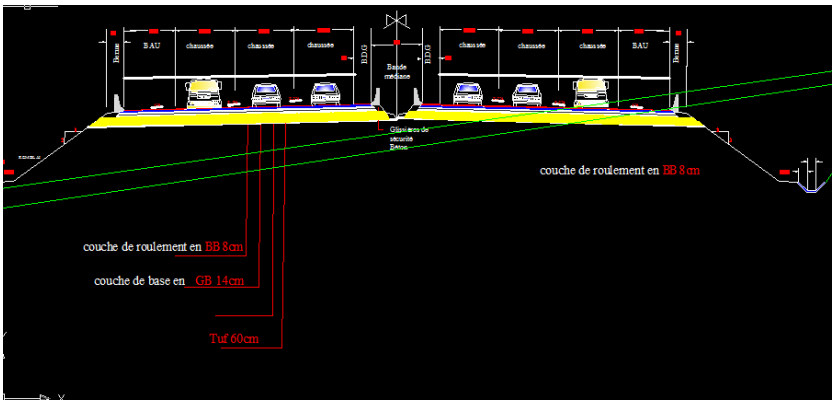



**Figure6-3 Profil en travers cas mixte**

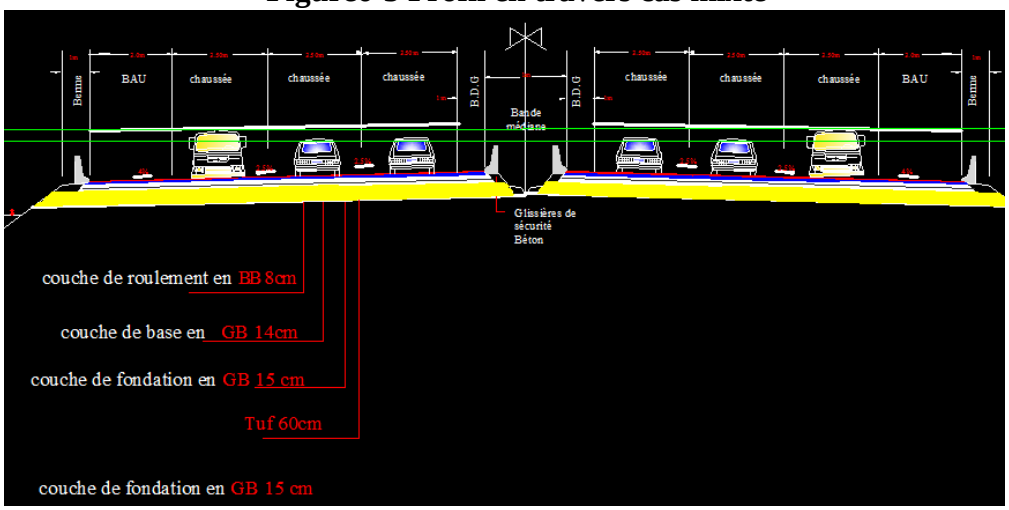



**Figure6-4 Profil en travers cas déblai.**

# Chapitre 07 :
# Les cubatures

# Chapitre 07 : Les cubatures

## 1 – Introduction :

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

Les éléments qui permettent cette évaluation sont :

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

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

Remarque : Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

## 2-Les méthodes de calcul :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai :

-Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).

-Méthode de l'aire moyenne : (méthode par défaut).

-Méthode de la longueur applicable.

-Méthode approchée.

La méthode utilisée est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs par excès. Pour être en sécurité, une majoration des résultats est prévue.

## 3-Description de la méthode :

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

$$V=\frac{H}{6}x(S1+S2+4Sm)$$

Hm : hauteur moyenne entre deux profils.

Sm : surface limitée à mi- distances des profils.

**S1** : surface de profil en travers P1.

**S2** : surface de profil en travers P2.

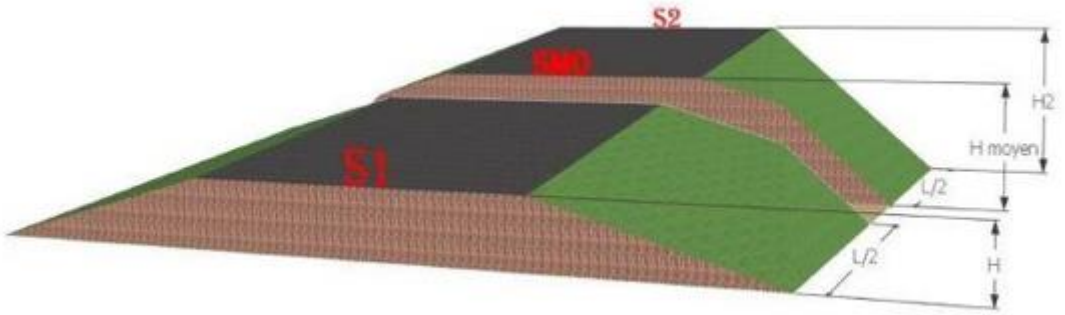



**Figure 7-1 Les sections des profils en travers d'un tracé donné**

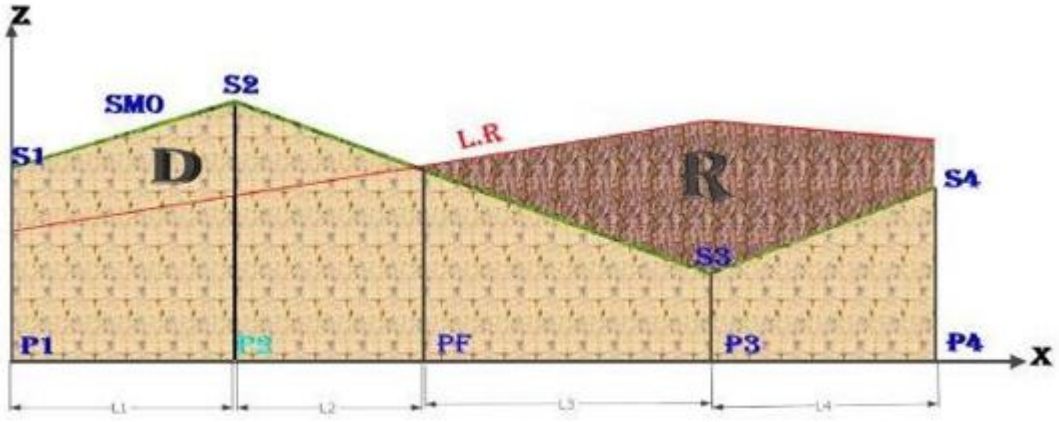



**Figure 7-2 Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné**

# 4-Exemple de calcul :

Le volume compris entre deux profils en traves $P_i$ et $P_{i+1}$ de sections $S_i$ et $S_{i+1}$ est égal à :

$$\mathbf{V}=\frac{H}{6}x(S1+S2+4Sm)$$

$\mathbf{S_m = (S_i+S_{i+2})/2}$

**Entre $P_1$ et $P_2$ :** $V_1=\frac{L1x(S1+S2)}{2}$

**Entre $P_2$ et $P_f$ :** $V_2=\frac{L2x(S2+Sf)}{2}$

**Entre $P_f$ et $P_3$ : $V_3=\frac{L3x(Sf+S3)}{2}$**

**Entre $P_3$ et $P_4$ : $V_4=\frac{L4x(S3+S4)}{2}$**

**$V_T=V_1+V_2+V_3+V_4$**

# 5-Conclusion :

Les résultats de calcul des cubatures sont faits par le logiciel Autopiste et sont joints dans l'annexe.

# Chapitre 08 :
# Etude géotechnique.

# 1-Introduction :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude permet tout d'abord de localiser les différentes couches et donner leurs renseignements et leurs caractéristiques mécaniques et physiques. Pour cela on a des essais qui se font au laboratoire et qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.

# 2-Les moyens de reconnaissances :

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

-Consultation d'archives et de documents existants.
-Les visites de site et les essais « in-situ ».
-Les essais de laboratoire.

# 3-Objectifs :

### 3-1Les objectifs d'une étude géotechnique sont :

-Le Bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
-La Sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
-L'Identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
-La Protection de l'environnement et les ressources naturelles.

### 3-2Les objectifs d'une étude hydrologique sont :

-La présence d'eau.
-Le régime hydraulique des eaux souterraines et la perméabilité des terrains. –
-Leur charge et leur débit.
-Les possibilités de rabattement ou de drainage. Les précautions à prendre pour l'étanchéité.

### 3-3Les objectifs d'une étude géologique sont :

-Les caractéristiques géologiques (stratégiques et structurelles et hydrauliques) du site retenu pour le projet.
-les facteurs de stabilité ou d'instabilité des assises géologiques.
-Les relations entre des facteurs géologiques hydrauliques et géotechniques et leurs répercussions sur l'ouvrage projeté.
-Les sites des matériaux susceptibles d'être exploités pour la construction (routes, ouvrages d'art, remblais…)

# 4-Présentation des essais :

### 4-1Les essais réalisés au laboratoire :

a) Essais physico-chimique :

- Analyse granulométrique du sol par tamisage.
- Détermination de la limite de liquidité (Wl), et la limite de plasticité (Wp) d'un sol et l'indice de plasticité (Ip).
- Détermination de l'humidité des sols par séchage en étuve.
- Mesure des densités sèches (γs) humide (γh).
- Teneur en sulfates solubles d'un sol.
- Teneur en gypses et sels solubles.
- Teneur de carbonates.
- Essais VBS (bleu de méthylène) pour connaître l'argilosité de la formation en question.

b) Essais mécanique :
- Essais de pression de gonflement et gonflement libre.
- Essais de cisaillement rectiligne.
- Essais triaxial CU.
- Essais Proctor et CBR.

### 4-2 Les essais In-Situ :
-Sondages carottés.
- Puits de reconnaissance.
- Pénétromètres dynamiques.
- Sondages pressiométriques.

# 5-Données du projet :

### 5-1 Géologie du site :
Les gneiss apparaissent dans des aires de couverture d'arbres et d'arbustes. Cette observation fait penser que le gneiss est altéré à une profondeur de sol minimum qui permet maintenir la vie végétale. Cette formation apparait du pk 11+700. Elle est topographiquement et stratigraphiquement au-dessus des marnes qui dominent cette zone du tronçon



**Figure8-1 : Affleurement de gneiss**



**Figure8-2 : Affleurement de gneiss (grés miocène inferieur)**

Apparition de marnes dans le grès qui signale une variation temporelle des conditions de sédimentation vers le domaine des marnes. (Au PK 10+300)



**Figure8-3 : Grés jaunâtre**

## 5-2 Données géotechniques :

Pour réaliser cette étude deux sondages et trois puits ont été faits.

Les matériaux prélevés à partir des sondages carottés et des puits de reconnaissances géotechniques à des profondeurs variables révèlent des caractéristiques physico-mécaniques, comme consignées dans les tableaux ci-après :

**Résultats des essais aux laboratoires :**

**Tableau 8-1 *: Caractéristiques géotechniques des matériaux et interprétation***

| N° Puits | | PR 01 | PR 02 | | PR 03 |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 1.0-2.0 | 0.5-2.5 | 2.5-3.0 | 0.6-1.6 |
| Teneur en eau (W%) | | 20.1 | 20.1 | 16.1 | 20.6 |
| Analyse granulométrique | % des passants <50 mm | | - | - | - |
| | % des passants < 2 mm | 100 | - | - | 100 |
| | % des passants < 8o µ | 75.7 | 100 | 100 | 100 |
| Limites d'Atterberg | Limite de liquidité $W_L$(%) | 58 | 57 | 55 | 56 |
| | Indice de plasticité $I_P$ (%) | 21 | 26.0 | 28.0 | 25.0 |
| | Indice de consistance $I_C$ | 1.80 | 1.41 | 1.38 | 1.41 |
| Interprétation | | Plastique | Plastique | Plastique | plastique |
| VBS | | 7.8 | 6.7 | 7 | 8 |
| Interprétation | | Sol argileux | Sol argileux | Sol argileux | Sol argileux |
| Proctor modifié | ω (%) | 16.1 | 18.7 | 18.5 | 16.30 |
| | $\gamma_d$(t/m$^3$) | 1.81 | 1.72 | 1.76 | 1.84 |
| Portance C.B.R | $\gamma_d$ OPM | 1.72 | - | - | 1.75 |
| | CBR imbibé | 4 | - | - | 5 |
| | Classe de portance | S4 | | | S4 |
| | IPI | - | 35 | 22 | - |
| Classification des sols | Classe | A Sol fin | A Sol fin | A Sol fin | A Sol fin |
| | S/classe | $A_2$ts | $A_3$ts | $A_3$ts | $A_2$ts |
| Réutilisation | | Non | Non | Non | Non |

**Tableau 8-2:** ***résultats prélevés du sondage carotté N°1 au PK10+100***

| Profondeur (m) | | 1.00-1.50 | 3.40-3.75 | 6.60-7.00 | 9.60-10.00 | 10.00-11.0 | 15.0-17.50 | 18.0-18.4 | 23.0-23.75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Paramètres physiques | Teneur en eau (W%) | 18.0 | 22.42 | 21.01 | 26.6 | 23.70 | - | 17.60 | 10.86 |
| | γh (g/cm3) | 2.14 | 2.02 | 2.05 | 1.99 | 2.05 | - | 2.06 | 2.20 |
| | γd (g/cm3) | 1.81 | 1.65 | 1.69 | 1.57 | 1.66 | - | 1.75 | 1.98 |
| | Etat | Dense | Dense | Dense | Peu dense | Dense | - | Dense | Très dense |
| | Sr(%) | 100 | 98 | 98 | 100 | 100 | - | 91 | 85 |
| | Etat | - | Détrempé | - | - | Détrempé | - | Détrempé | Détrempé |
| Analyse granulométrique | % des passants <50 mm | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | % des passants <10 mm | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | % des passants < 2 mm | 100 | - | - | - | 100 | 100 | - | - |
| | % des passants < 8o µ | 98 | - | - | - | 98 | 99 | - | - |
| | % des passants < 2 µ | 50 | - | - | - | 41 | 45 | - | - |
| | Etat | Sol fin | - | - | - | Sol fin | Sol fin | - | - |
| Limites d'Atterberg | Limite de liquidité $W_L$ (%) | 54 | - | 45 | - | 47 | 51 | - | - |
| | Indice de plasticité $I_P$ (%) | - | 28.7 | 25 | - | - | - | - | - |
| | Etat | - | Pastique | Plastique | | | | | |
| | Indice de consistance $I_C$ | - | 1.13 | - | - | - | - | - | - |
| | Etat | - | Dur | - | | | | | |
| Résistance à la compression R.C.S (bars) | | - | - | - | - | - | - | - | 10.30 |
| Etat | | - | - | - | - | - | - | - | dur |
| Cisaillement | CU (bars) | - | 0.63 | 0.3 | - | - | - | 0.22 | - |
| | φu (°) | - | 13 | 7 | - | - | - | 21 | - |
| Classe de sol (GTR) | | A3 | - | - | - | A3ts | A3 | - | - |
| Réutilisation | | - | - | - | - | - | - | Non | Non |

**Tableau 8-3 :** ***résultats prélevés du sondage carotté N2 au PK 6+700***

| Profondeur (m) | | 1.00-1.50 | 2.60-3.60 | 4.70-5.00 | 15.45-15.90 | 21.0-21.35 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Paramètres physiques | Teneur en eau (W%) | - | 16.59 | - | 16.16 | 20.33 |
| | γh (g/cm3) | - | 2.09 | - | 2.03 | 1.97 |
| | γd (g/cm3) | - | 1.79 | - | 1.75 | 1.63 |
| | Etat | - | Dense | - | Dense | Dense |
| | Sr(%) | - | 91.48 | - | 83.24 | 86.09 |
| | Etat | - | Détrempé | - | Détrempé | Détrempé |
| Analyse granulométrique | % des passants <50 mm | - | - | - | - | - |
| | % des passants <10 mm | - | - | - | - | - |
| | % des passants < 2 mm | 100 | 100 | 100 | - | - |
| | % des passants < 8o µ | 98 | 99 | 99 | - | - |
| | % des passants < 2 µ | 50 | 41 | 42 | - | - |
| | Etat | Sol fin | Sol fin | Sol fin | | |
| Limites d'Atterberg | Limite de liquidité $W_L$ (%) | 56.78 | 48.62 | 51.01 | - | - |
| | Indice de plasticité $I_P$ (%) | 27.69 | 27.72 | 28.14 | - | - |
| | Etat | Plastique | Plastique | Plastique | | |
| | Indice de consistance $I_C$ | - | 1.55 | - | - | - |
| | Etat | - | Dur | - | - | - |
| Résistance à la compression R.C.S (bars) | | - | - | | - | - |
| Etat | | - | - | - | - | - |
| Cisaillement | CU (bars) | - | 0.37 | - | - | - |
| | φu (°) | - | 20 | - | - | - |
| Classe de sol (GTR) | | $A_3$ | $A_3$ts | $A_3$ | Non | Non |
| Réutilisation | | - | - | - | - | - |

## 5-3Interprétation des résultats à partir des puits de reconnaissances :

### 5-3-1 Granulométrie :

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissances montrent, que les sols recensés sont des sols fins (argile marneuse), (tamisât à 80 µm = 75.7% à 100%).

### 5-3-2 Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg dépendent étroitement de la granulométrie des échantillons, les valeurs des limites de liquidité et celle de l'indice de plasticité augmentent régulièrement le taux d'argiles et de limons.

D'après le diagramme de plasticité de Casagrande, Basé sur le couple (IP-$L_L$), Il ressort que les sols en place s'intègrent dans les domaines suivant :

Argiles plastiques à peu plastiques avec :

$55.00 \leq W_L \leq 58.00$

$21.00 \leq IP \leq 28.00$

**5-3-3 Portance du sol support**

La valeur de l'indice de California Bearing Ratio ($I_{CBR}$) varie dans la majorité des cas, entre 4 et 5, ce qui dénote des sols de très faible portance (classe de portance de type S4).

### 5-4 Interprétation des résultats à partir des sondages carottés :

**5-4-1Granulométrie :**

Les sols identifiés de part et d'autres de la zone, avec un tamisât à 80 µm de moins de plus de 50 %.

**5-4-2Limites d'Atterberg :**

Les sols sont majoritairement plastiques à très plastiques avec :

$46 \leq W_L \leq 57$

$24 \leq IP \leq 29$

**5-4-3 Résistance à la compression :**

Selon les valeurs de la résistance à la compression simple, l'état de notre sol est le suivant :

RC (bar) ≤ 15 : raide à dur.

# 6-Conclusion :

Les essais géotechniques m'ont permis de connaitres les caractéristiques intrinseques pour la classification GTR, en effet j'ai obtenu des sols $A_i$ ,ainis que de connaitre l'état hydrique de ce sol qui est très sec.

# Chapitre 09 : Dimensionnement du corps de chaussée

# 1-Introduction :

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux différentes exigences.

En effet, 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. Une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas, etc.

Les méthodes les plus utilisées en Algérie sont :

-La méthode CBR

-La méthode du catalogue de dimensionnement Algérien.

Une analyse comparative des dimensions du corps de chaussée suivant les deux méthodes sera effectuée.

# 2-Predimensionnement du corps de chaussée :

## 2-1 Application de la méthode du catalogue de dimensionnement Algérien :

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées. Ces structures pré-calculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de documents d'accompagnement (normes, guides techniques, recommandation…). La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches couplées : Approche théorique – empirique.

### 2-1-1Donnée trafic :

Année de mise en service 2042 :

$TJMA_{2012}$=8016 V/J/sens

$TJMA_{2022}$=11865 V/J/sens

PL = 35%.

$T_{PL2022}$= 4153 PL/j/sens

$T_{PL2042}$= 9099 PL/J/sens

$T_{PL2022=}$ 3322 PL/J/Voie la plus chargée

$T_{PL2022=}$ 7280 PL/J/Voie la plus chargée

### 2-1-2Détermination du type de réseau principal :

D'après le catalogue la classification des réseaux principaux suivants :

Tableau9- 1 : classification des réseaux principaux

| Réseau principal | Trafic (véhicules/jours) |
|---|---|
| RP1 | >1500V/J |
| RP2 | <1500V/J |

Le réseau principal est alors RP1.

### 2-1-3Détermination de la classe du trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par jour par sens sur la

voie la plus chargé à l'année de mise en service.

Tableau9- 2 : Classe TPLi pour RP1 (fascicule 1)

| $TPL_i$ | $TPL_3$ | $TPL_4$ | $TPL_5$ | $TPL_6$ | $TPL_7$ |
|---|---|---|---|---|---|
| PL/j/sens | 150-300 | 300-600 | 600-1500 | 1500-3000 | 3000-6000 |

$T_{PL2022=}$ 3322 PL/J/Voie la plus chargée la classe du trafic est alors TPL7.

**2-1-4Calcul de trafic poids lourd cumulé :**

$$TCI=TPL \times \frac{(1+i)^n-1}{i}=365 \times 3322 \times \frac{(1+0{,}04)^{20}-1}{0{,}04} = 36.10\times 10^6 \text{ PL}$$

Avec :
I : taux d'accroissement
N : durée de vie
TPL : trafic poids lourds a l'année de mise en service

**2-1-5Calcul de trafic cumulé équivalent :**

$$TEC=TPL \times Ax\frac{(1+i)^n-1}{i}=365 \times 0.6x3322 \times \frac{(1+0{,}04)^{20}-1}{0{,}04} = 21.66\text{x}10^6 \text{ essieu 13 tonnes}$$

**2-1-6 Détermination de la portance du sol support :**

**Tableau9- 3 : classes du sol support**

| Portance | CBR |
|---|---|
| S4 | <5 |
| S3 | 5-10 |
| S2 | 10-25 |
| S1 | 25-40 |
| S0 | >40 |

**Dans le cadre de ce tronçon les sols ont un indice CBR qui varie entre 4 et 5 la classe de portance est donc S4, qui doit être surclassé (S4→S2) par une couche de forme de 60cm de TUFF réalisée en deux couche (d'après le fascicule 1).**

**2-1-7 Choix du dimensionnement :**

-Le réseau principal niveau 1 (RP1)

-Zone climatique : I

-Durée de vie :20 ans

-Température équivalent :20°C

-Taux d'accroissement : 4%

-Classe de TPLi : $TPL_7$

-Portance de sol-support : S2

-E=5×4=20 MPa

-Risque de calcul : 2%

-Couche de forme : 60 cm de TUFF

-Coefficient d'agressivité : A = 0.6

-Couche de roulement : 8 cm BB

-Donnée de calage : $k_c = 1.3$

-Les structures possibles de notre ouvrage d'après le catalogue :

MTB (matériaux traités au bitume) : **GB/GB ; GB/GNT.**

MTLH (matériaux traités au liant hydraulique) : **GL/GL ; BCg/GC.**

Le réseau principal (PR1) la zone climatique 1, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement de (4%), portance de sol (S2) et une classe du trafic (TPL7).

**D'après le catalogue algérien (fascicule 3) j'ai la structure suivante :**

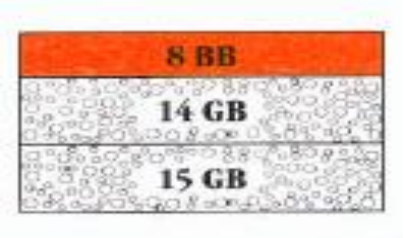



**Figure 9-1 Dimensions proposées par le fascicule N 3**

**Épaisseur représentatif des couches et type de liaison :**

**Tableau 9-4 : épaisseur représentatif des couches et type de liaison**

| Couche | Epaisseur | Type d'interface |
|---|---|---|
| BB (couche de roulement) | 8 | Collée<br>Collée<br>Collée |
| GB (couche de base) | 14 | |
| GB (couche de fondation) | 15 | |
| Tuf (couche de forme) | 60 | |

**2-1-8 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

## Calcul de la déformation admissible sur le sol support ($\xi_{z,\,adm}$) :

$$\xi z,\ adm = 22.10^{-3} .\ (TCE_i)^{-0.235}$$

$$\xi_{z,\,adm} = 22.10^{-3} .\ (21.66\times10^{6})^{-0.235}$$

$$\xi_{z,\,adm}=415.10^{-6}\ u\ \xi$$

$\xi_{z,\,adm}$ : Etant la déformation verticale sur le sol support.

## *Calcul de la déformation admissible de traction ($\xi_{t,adm}$) :*

**Tableau 9-5 : Matériaux traités au bitume**

| Matériau | E(30°C ,10HZ) (MPA) | E(25°C ,10HZ) (MPA) | E(20°C ,10HZ) (MPA) | E(10°C ,10HZ) (MPA) | $\xi_6$(10°,25Hz) | -1/b | SN | SH(cm) | v | Ke |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BB | 2500 | 3500 | 400 | - | - | - | - | - | 0.35 | - |
| GB | 3500 | 5500 | 7000 | 12500 | 100 | 6.84 | 0.45 | 3 | 0.35 | 1.3 |

$\xi_6$(10°,25Hz) : déformation limite détenue au bout de $10^6$cycles avec une probabilitéde rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue ).

kne : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalent supporté par la chaussée.

kΘ : facteur lié à la température.

kr : facteur lié au risque et aux dispersions.

kc : coefficient de calage.

b : pente de la droite de fatigue du matériau traité (b<0).

E(10°C) : Module complexe de matériaux bitumineux.

E($\Theta_{eq}$) : Module complexe du matériaux bitumineux à la température équivalente quiest de la zone climatique d'étude.

δ : en fonction de la dispersion.

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm).

c : coefficient égal à 0.02

t : fractile de la loi normale qui est en fonction de risque adopté (r%).

Avec :

kne=$(\frac{TEC}{106})^b$==$(\frac{21.66.106}{106})^{-0.146}$= 0.63

K$\theta$=$\sqrt{\frac{E(10°C)}{E(20°C)}}$ =$\sqrt{\frac{12500}{7000}}$ =1,33

$\delta = \sqrt{{s_N}^2 + \left(\frac{c}{b}s_h\right)^2}$=0.61

$\boldsymbol{s_N = 0,45;\ s_h = 3}$

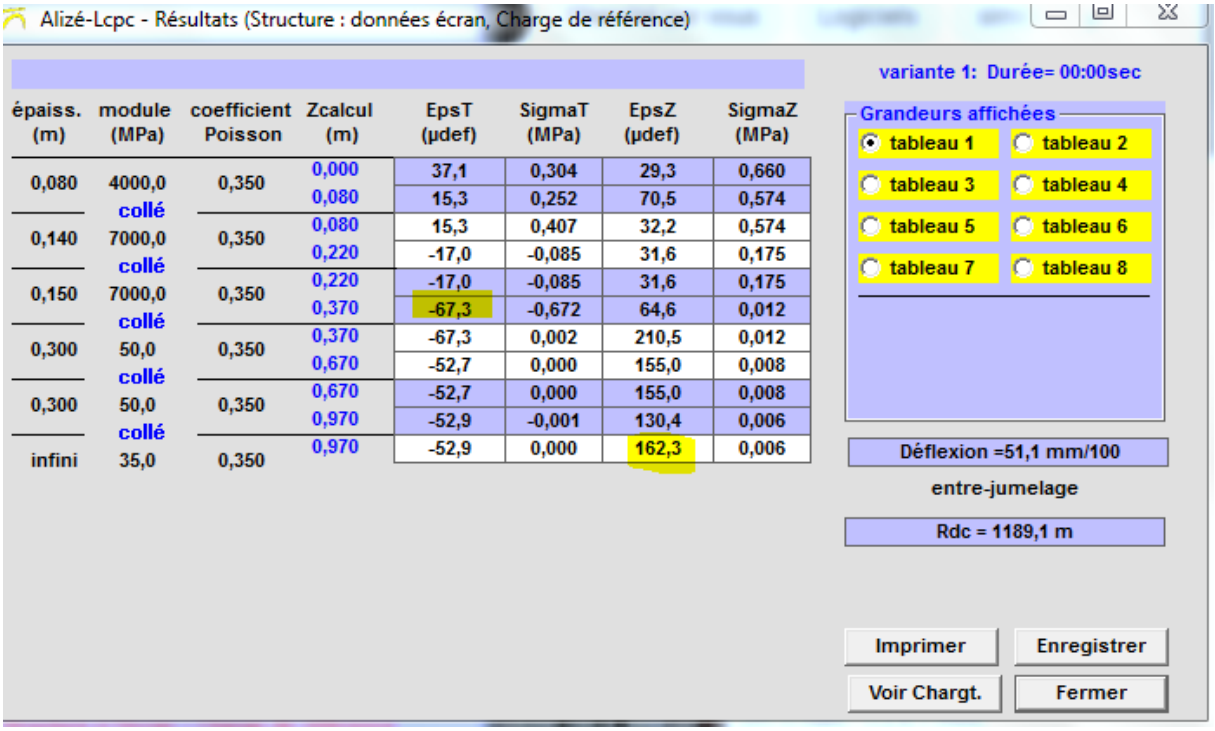
R=2% →t=-2.054

kr=$\mathbf{10^{-tb\delta}}$=0.65

$\varepsilon_{t-adm}$ =$\varepsilon_6$(10°C ,25 Hz)×kne×kθ ×kr×kc=100 × $10^{-6}$ × 0.62 × 1.33 × 0.63× 1.3

Donc : $\varepsilon_{t-adm}$ =70.79.$10^{-6}$ u ξ

### 2-1-9Vérification par Alize de la structure retenue :




| épaiss. (m) | module (MPa) | coefficient Poisson | Zcalcul (m) | EpsT (µdef) | SigmaT (MPa) | EpsZ (µdef) | SigmaZ (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,080 | 4000,0 | 0,350 | 0,000 | 37,1 | 0,304 | 29,3 | 0,660 |
| | collé | | 0,080 | 15,3 | 0,252 | 70,5 | 0,574 |
| 0,140 | 7000,0 | 0,350 | 0,080 | 15,3 | 0,407 | 32,2 | 0,574 |
| | collé | | 0,220 | -17,0 | -0,085 | 31,6 | 0,175 |
| 0,150 | 7000,0 | 0,350 | 0,220 | -17,0 | -0,085 | 31,6 | 0,175 |
| | collé | | 0,370 | -67,3 | -0,672 | 64,6 | 0,012 |
| 0,300 | 50,0 | 0,350 | 0,370 | -67,3 | 0,002 | 210,5 | 0,012 |
| | collé | | 0,670 | -52,7 | 0,000 | 155,0 | 0,008 |
| 0,300 | 50,0 | 0,350 | 0,670 | -52,7 | 0,000 | 155,0 | 0,008 |
| | collé | | 0,970 | -52,9 | -0,001 | 130,4 | 0,006 |
| infini | 35,0 | 0,350 | 0,970 | -52,9 | 0,000 | 162,3 | 0,006 |

**Figure 9-2: Module et contrainte en bars**

**Tableau 9-6 : résultats des déformations**

| Déformation admissible calculé | Déformation calculé |
|---|---|
| $\xi_{z,\,adm} = 415 \times 10^{-6}$ | $\xi_z = 162{,}3 \times 10^{-6}$ |
| $\xi_{t,\,adm} = 70.79 \times 10^{-6}$ | $\xi_t = 67{,}3 \times 10^{-6}$ |

Résultat de vérification par alize :

$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm}$ $\varepsilon_z < \varepsilon_{z.adm}$

### 2-2Application de la méthode CBR :

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 parl'application de la formule présentée ci-après :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times (75 + 50log\frac{N}{10})}{Icbr + 5}$$

Pour obtenir l'épaisseur équivalente de la chaussée.

On a

$T_{PL2022=}$ 3323 PL/J/Voie la plus chargée

$T_{PL2042}$ = 7280 PL/J/voie la plus chargée

CBR=4

$e = \frac{100+(\sqrt{6.5})\times(75+50log\frac{7280}{10})}{4+5}$=73cm

e=a1x1+a2x2+a3x3

$e_1$: 8cm en Béton bitumineux BB $a_1$=2

$e_2$: 13cm en Grave bitumineux GB $a_2$=1.5

$e_3$ = 12cm en Grave bitumineux GB $a_3$=1.5

$e_3$ = xcm en Tuf $a_3$=0.7

→E3=24cm

J'aurai alors :

**Tableau 9-7 : résultats des déformations**

| Couche | $E_{réelles}$(cm) | $C_i$ | $E_{eq}$(cm) |
|---|---|---|---|
| BB | 08 | 2 | 16 |
| GB | 13 | 1.5 | 19.5 |
| GB | 12 | 1.5 | 18 |
| TUF | 28 | 0.7 | 19.5 |
| Total | 60 | | 73 |

C'est à dire :

La couche réelle est de : 8(BB) + 13(GB) + 12(GB) +28Tuf

# 3-Conculsion :

Dans ce projet le corps de chaussée retenue est celle de la méthode de catalogue car la méthode CBR ne tient pas compte des caractéristiques de fatigues des matériaux et l'influence du climat sur ce dernier et aussi La dimensionnement du corps de chaussée calculer par la méthode CBR est moins résistante et important que le dimensionnement proposé par le catalogue .

**Tableau 9-8 : comparaison des deux méthodes**

| Matériaux / Méthode | BB | GB | GB | TUF |
|---|---|---|---|---|
| CBR | 8 | 13 | 12 | 28 |
| CATALOGUE | 8 | 14 | 15 | 60 |

# Chapitre 10 : Assainissement.

# Chapitre 10 : Assainissement

## 1-Introduction :

La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire : l'assèchement de la surface de circulation par des fossés, caniveaux, etc.…

En effet l'eau influe considérablement sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance du sol de fondation et ce par infiltration sur les côtés dans le corps de chaussée ou par remontée capillaires en provenance de la nappe phréatique.

L'étude hydraulique, nécessite une parfaite connaissance des données climatiques et pluviales pour la détermination d'ouvrages adéquats et le dimensionnement de ces derniers.

## 2-Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

-Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

-Le maintien de bonne condition de viabilité.

-Réduction du coût d'entretien.

- Eviter les problèmes d'érosions des sols.

## 3-Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que les dalots, ponts…, dépend du débit de crue qui est calculé. Les ouvrages sous chaussées les plus utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et les buses.

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

-Les ouvrages de canalisation longitudinaux (fossés, cuvette et caniveaux).

-Les ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, descente d'eau et dalot) les ouvrages d'assainissement doivent être conçus de façon à pouvoir assainir la chaussée et l'emprise afin d'éviter les problèmes d'érosions des sols.

## 4-Application au projet :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée la méthode rationnelle dont je rappele très sommairement le principe : Qa = Qs.

Qa : débit d'apport en provenance du bassin versant (m3 /s).

Qs : débit d'écoulement au point de saturation (m3 /s).

### 4-1 Début de pointe :

Le débit d'apport est calculé en appliquant la méthode rationnelle :

$Qa=K.C.I.A$ ($m^3/s$)

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s). (K=0.278).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.
A : aire du bassin versant (m²).

**4**-2 Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau qui tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau -1- ci-après :

**Tableau 10.1 Valeurs du coefficient de ruissellement C**

| Type de chaussée | C | Valeurs prises |
|---|---|---|
| Chaussée revêtement en enrobés | 0.85 à 0.95 | 0.95 |
| Accotement (sol légèrement perméable) | 0.15 à 0.40 | 0.40 |
| Talus | 0.10 à 0.30 | 0.30 |
| Terrain naturel | 0.05 à 0.20 | 0.20 |

**4-4Dimensionnement des fossés :**

Donnée du projet : je cherche à dimensionner un fossé en béton de longueur L=975m de pente I=2% Et de coefficient de rugosité n=0.015.

**4-4-3 Surface des bassins versant :**

Je prends 975m de longueur pour le cas plus défavorable :

A=Longueur du fossé à dimensionner x la largeur du SBV

La surface de la chaussée : $A_c = 10.5 \times 975x10^{-4}=1.023$ha

La surface de BAU :$A_{bau} =3x\ 975.10^{-4} = 0.29$ ha

La surface de la berme :$A_b = 1\times 975x10^{-4} = 0.0975$ ha

La surface du talus :$A_t = 10\times 975\times10^{-4} = 0.975$ ha

A=Ac + A bau + Ab +At = 1.023 + 0.29 + 0.0975 +0.975 = 2.38 ha

Je calcule le temps de concentration en utilisant la formule de Ventura car S<5 Km².

$tc = 0.127\sqrt{(\frac{S}{P})}$

Et les intensités de pluie sont calculées par la formule de Montana :

$I(t,T)=\frac{a(T)}{Tc^b}$

**Tableau 10.2 valeur de l'intensité de la pluie pour la durée d'une heure**

| T(ans) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a(T) | 17.4 | 23.3 | 27.3 | 31 | 35.9 | 39.6 |

Le calcul se fait pour une période de retour de 10 ans

a=27.3 et b=0.55

**Tableau 10.3 Calcul des temps de concentration et de l'intensité de pluie**

| SBV | Pente (%) | Tc(h) | It(mm/h) |
|---|---|---|---|
| Chaussée | 2.5 | 0.08 | 109.51 |
| B.A.U | 4 | 0.034 | 175.32 |
| Berme | 8 | 0.014 | 285.62 |
| Talus | 67 | 0.015 | 274.98 |

**Tableau 10.4 Calcul des débits équivalents**

| SBV | K | C | I(mm/h) | A(km²) | $Q_a$(m3/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| SBV1(chaussée) | 0.278 | 0.95 | 109.51 | 0.01023 | 0.295 |
| SBV2 B.A.U | 0.278 | 0.95 | 175.32 | 0.0029 | 0.134 |
| SBV3 Berme | 0.278 | 0.2 | 285.62 | 0.000975 | 0.015 |
| SBV4 talus | 0.278 | 0.3 | 274.98 | 0.00975 | 0.22 |
| Total | 0.66 | | | | |

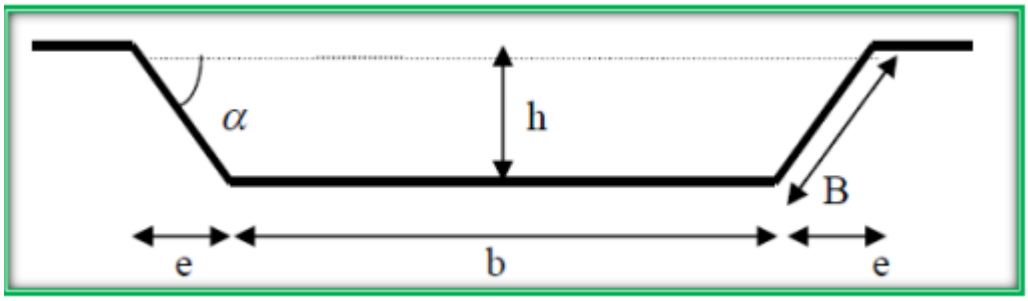



**Figure 10.1 Schéma d'un fossé**

**$Qa=Qs=K.I^{0.5}.R^{2/3}.S_m$**

**Avec :**

**K=70**

**I=1%**

**Sm :** surface mouillée : Sm = h. (b + m.h)

Pm : périmètre mouillé : Pm= b + 2 h.√1++ m2

Rh : rayon hydraulique : Rh = Sm /Pm

P : pente du talus : P = tgα=h/e=1/m.

**Qa=Qs=K.I$^{0.5}$.h(b+m.h).** $\left(\frac{h(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}}\right)^{2/3}$

La base du fossé est fixée à (b = 50 cm) et la pente du talus à (1/m =1/1.5) d'où la possibilité de calculer le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h.
Apres calcul itératif je trouve la hauteur h=0.48m.
Pour des raisons de sécurité je prends un fossé standard tel que (h=50cm, b=50cm, B').

### 4-5 Dimensionnement de système de drainage transversal :

#### 4-5-1Cas d'une buse :(PK6+250)

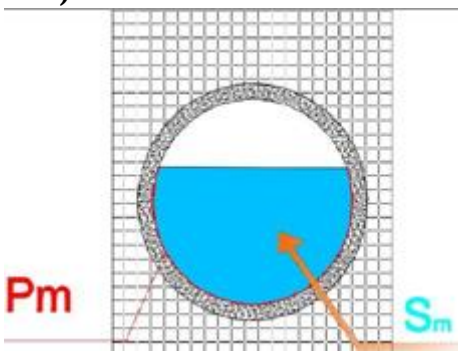



**Figure 10.2 : système de drainage transversal**

Pour dimensionner les buses, on a deux paramètres à envisager, Q et I.
Le débit Q est calculé par la formule : Q= k .C.I.A
I : est la pente de radier qui est imposé par la pente du profil en travers qui prend au maximum une valeur de 4% (Manning Strickler) et ceci pour éviter les glissements des conduites sous l'effet des fortes charges.
Avec un rapport de remplissage (ρ = 0.5).

## Exemple de calcul :(Bassin versant N°1)

A =0.203Km$^2$

P=2.47%

A est inférieure à 5km²→ $tc = 0.127\sqrt{(\frac{S}{P})}$=0.364h

It =47.58mm/h

C=$C_1$+$C_2$+$C_3$=0.34 (d'après les tableaux 3.5%<P<11% C1=0.08, C2=0.15 et C3=0.11)

C1, C2 et C3 : dépendent de la pente du thalweg, de la perméabilité du sol et de la couverture du sable.

Q = Qa=K.I.C.A=0.91m3/s

Selon la formule de MANNING STRICKLER

$$D = 2 \times \left( \frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q}{\pi \times K_{st} \, I^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

I : pente de radier = 2%

Q : débit d'après la méthode rationnelle (écoulement 1) m3/s.

K : coefficient de MANNING = 80.

D= 577 mm

Le diamètre commercial sera alors :

D = 600 mm.

**4-5-2Cas d'un dalot (PK5+300) :(Bassin versant N10)**

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées. Pendant le temps de concentration (tc).

Dans ce projet, les dalots sont en béton armé qui me donne un coefficient de rugosité K= 80.

La surface mouillée :

Sm = 0.8h×b

Le périmètre mouillé :

Pm = 1.6h×b

Le rayon hydraulique :

Rh=$0.8h.\frac{b}{1.6h+b}$

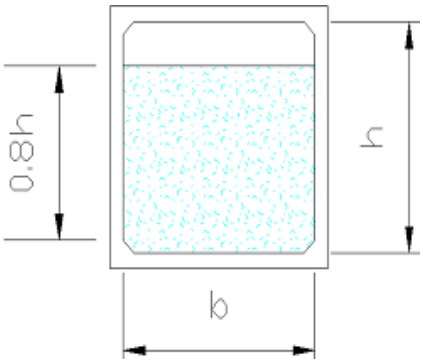



**Figure 10.3 dimension d'un dalot**

$Qa=Qs=K.I^{0.5}.R^{2/3}.S_m$

La valeur de H qui vérifie cette inégalité en fixant B=2m.

Après calcul itérative je trouve H=1.472m, je prends alors un dalot de BXH=2X1.5M

$$H = \frac{1}{0.8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

# 5-Conclusion :

Ce tableau résume les différents ouvrages d'assainissement réalisés sur ce projet la source des caractéristiques des bassins versant ont été donnée par l'ANA.

**Tableau10.5 : récapitulatif des ouvrages courants**

| N°BV | PK | S(km²) | P% | L(Km) | Tc(h) | It(mm/h) | Qa(m3/s) | D/H(mm) | Proposition |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11+850 | 0.203 | 2.47 | 0.324 | 0.364 | 47.59 | 0.91 | 600 | Buse φ 600 |
| 2 | 10+900 | 0.230 | 2.87 | 0.695 | 0.359 | 47.98 | 1.04 | 631 | Buse φ 800 |
| 3 | 9+600 | 0.710 | 11.60 | 0.113 | 0.314 | 51.6 | 3.46 | 991.3 | Buse φ 1000 |
| 4 | 9+200 | Ouvrage d'art viaduc | | | | | | | |
| 5 | 9+000 | 0.20 | 9.14 | 0.372 | 0.187 | 68.4 | 1.29 | 684 | Buse φ 800 |
| 6 | 8+300 | 0.13 | 10.61 | 0.268 | 0.14 | 80.3 | 0.98 | 617 | Buse φ 800 |
| 7 | 7+200 | 0.38 | 5.78 | 0.34 | 0.323 | 50.60 | 1.82 | 779 | Buse φ 800 |
| 8 | 6+400 | Ouvrage d'art viaduc | | | | | | | |
| 9 | 5+300 | 2.5 | 20 | 1.2 | 0.449 | 42.98 | 10.02 | 1472 | Dalot 2x1.5m |
| 10 | 4+700 | 0.15 | 8.59 | 0.450 | 0.167 | 72.86 | 1.03 | 630.2 | Buse 800 |

# Chapitre 11 : Conception de l’échangeur.

# Chapitre 11 : Conception de l'échangeur

## 1-Introduction :

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent. Il a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps. On désigne les échangeurs par :

-Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide ;
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbaines classiques
- Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

## 2-Types d'échangeurs :

Un grand nombre de formes d'échangeurs existent cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et d'étendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types donnant des formes plus complexes. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme des bretelles à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder j'ai déterminé deux classes d'échangeurs :

-Echangeur majeur : raccordement autoroute- autoroute.
-Echangeur mineur : raccordement autoroute - route.

Tous ceux de la première classe se font à niveau séparé tandis que pour la seconde classe, les branchements au niveau de la route secondaire exigent des cisaillements.

### 2-1 échangeurs majeurs :

L'échangeur majeur raccorde autoroute et autoroute sans qu'il y a cisaillement dans les deux autoroutes à raccordement sont :

-Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
-Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.

### 2-2 échangeurs mineurs :

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route secondaire, le raccordement se fait en Demi-trèfle qui comporte deux boucles et deux diagonales, c'est un carrefour à niveau sur la route secondaire. On distingue ; Trempette ou en T,Losange et Demi-trèfle

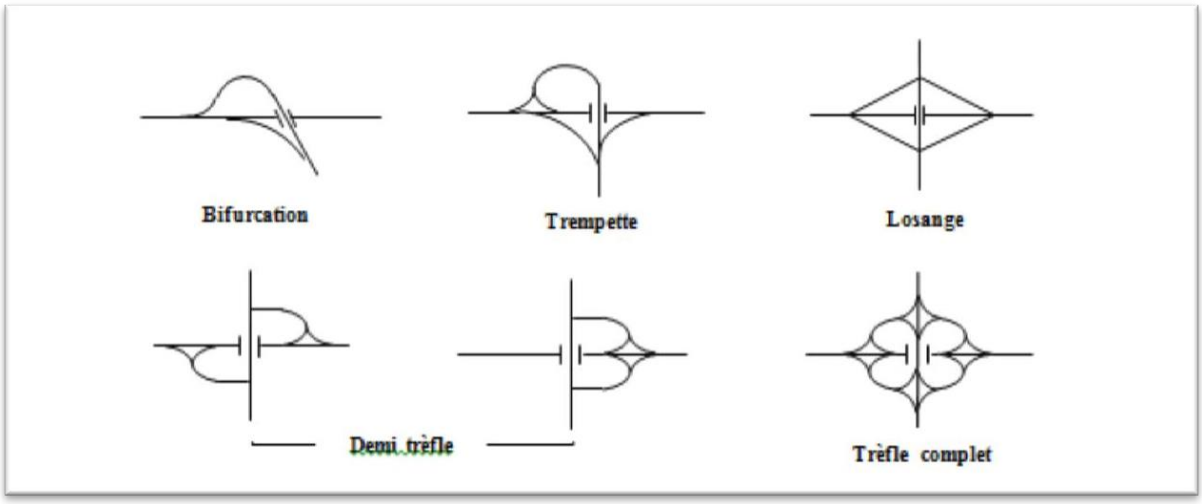



**Figure 11-1 types d'échangeurs.**

# 3-Constituant d'échangeurs :

Tout échangeur quel que soit son importance, sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

**3-1 Ouvrage d'art :**

Pour assurer un passage supérieur ou inférieur, on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

-Le type d'échangeur à implanter.
-Les contraintes du site d'implantation.
-Les conditions de coordinations profil en long et tracé en plan.
-Les conditions de réglementations et de conception.

**3-2 Les carrefours plans :**

Je trouve les carrefours plans seulement entre raccordement routiers ordinaires, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité et de confort.

**3-3 Les Bretelles :**

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux directions qui se croisent. Chaque brettelles se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

# 4-Disposition d'implantation :

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale.
Le site d'implantation doit permettre la possibilité d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilité et pour cela il faut éviter dans la mesure du possible le choix de sites :

-En courbe de faible rayon en tracé en plan.
-En point haut en profile en long.
-Dans les zones de grands déblais.
-Dans les sections en forte déclivité (ce qui impliquerait un allongement des bretelles avals ou amont suivant que le franchissement est effectuée en passages supérieures ou inférieures)

# 5-Choix de l'échangeur :

L'échangeur va relier la pénétrante autoroutière en (2×3voies) avec la CW228 qui n'est pas très convoitée.

Pour relier ces deux axes routiers j'ai choisi un échangeur mineur de type trompette es raisons suivantes :

-Cet échangeur relie des petites agglomérations qui ont de faibles activités sociales.

-L'échangeur trempette assure une bonne sécurité aux usagers et offre une bonne visibilité.

Le gain de temps dont vont bénéficier les usagers de cette échangeur car il favorise toutes les directions existantes.

**Vitesse sur les bretelles :**

La vitesse de référence d'après l'ICTAAL :

-Vitesse sur l'autoroute est de 110 Km/h.

-La vitesse sur la CW228 est de 80KM/h.

-La vitesse sur l'échangeur est de 50 km/h.

-La vitesse sur les bretelles est entre 40Km/h<Vb<50Km/h.

# 6-Zone d'accélération de décélération :

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

## 6-1 Zone d'accélération :

Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s2.

Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m ; Un biseau long de 75 m.

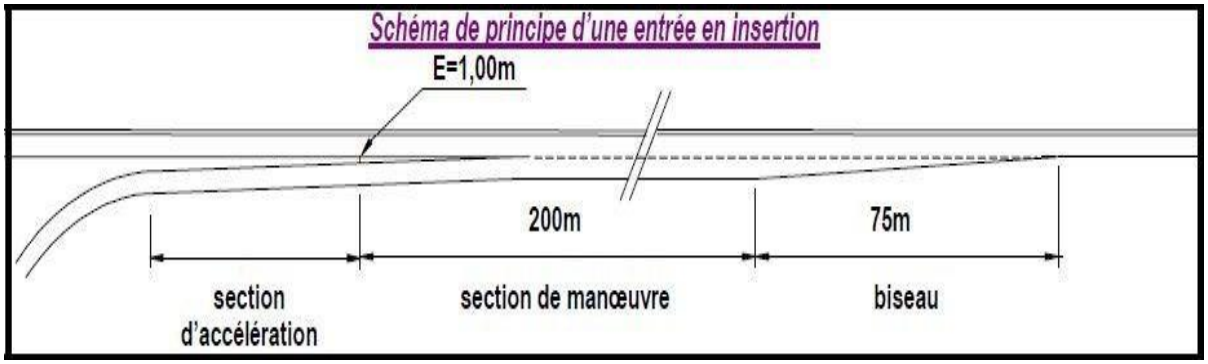



**Figure 11-2 La zone d'accélération**

## 6-2 Zone de décélération :

Le dispositif de sortie comporte successivement :

Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m ;

Une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle

(70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de 1,5 m/s.

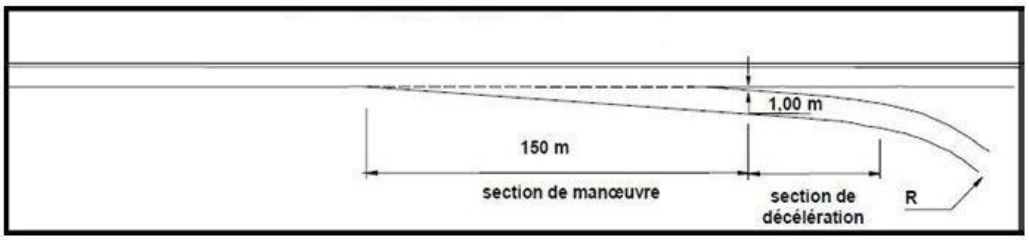



**Figure 11-3 La zone de décélération**

**6-3Distance entre deux points d'accès :**

La distance entre deux points d'accès – calculée entre le point d'entrée au plus tôt (E=1,00 m) de l'un et le point de sortie au plus tôt (S=1,50 m) du suivant – doit être supérieure à 1 200 m. A défaut, les mouvements d'échange sont assurés au moyen d'une voie d'entrecroisement, et pour un intervalle inférieur à 500 m, au moyen d'une collectrice. Une voie d'entrecroisement excédant 750 m de long n'étant pas souhaitable, un intervalle compris entre 750 m et 1200 m est à éviter.

# 7-Conclusion:

La longueur de la voie d'insertion L=260m
La longueur de la voie décélération L=180m
Rayon de la boucle R= 50m.
Rayon des bretelles à l'entrée R=120m.

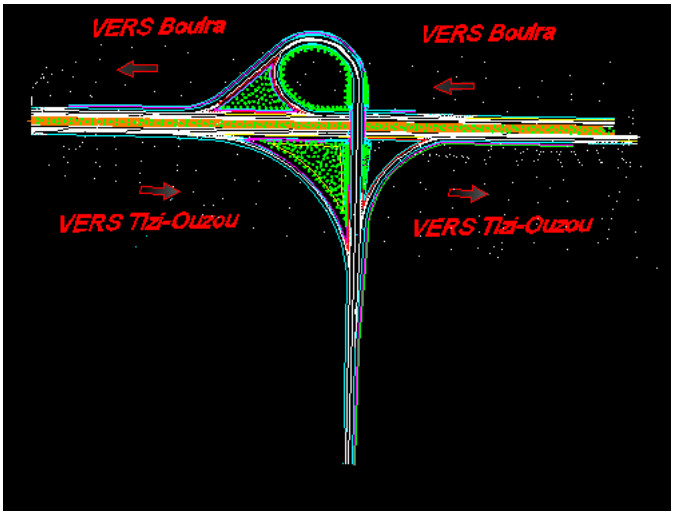



Figure 11-4 Echangeur trompette au PK 4+50000

# Chapitre 12 : Signalisation

# Chapitre 12 : Signalisation

## 1-Introduction :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés le long de la route, elle est destinée à assurer la sécurité des usagers, en les informant des dangers et des prescriptions relatives à la circulation.

Il existe deux types de signalisation :

-La signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores.

-La signalisation routière horizontale désignée par des marquages au sol.

## 2-Regles à respecter pour la signalisation :

II est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

-Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).

-Cohérence avec les règles de circulation.

-Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

-Eviter la publicité irrégulière.

-Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

## 3-Objectif de la signalisation :

La signalisation routière a pour objectif :

- 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.

## 4-Type de signalisation :

4-1 Signalisation verticale **:**

Parmi les panneaux qui désignent la signalisation verticale, on trouve :

**4-1-1Signaux De Danger :**

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

**4-1-2Signaux Comportant Une Prescription Absolue :**

Panneaux de forme circulaire On trouve ceux qui désignent :

- L'interdiction.

-L'obligation.

-La fin de prescription.

**4-1-3 Panneaux A Simple Indication :**

En générale des panneaux de forme rectangulaire quelques fois terminés en point de flèche, On distingue :

-signaux d'indication et de localisation.

-signaux de direction.

-signaux de position de danger et signaux divers.

**4-1-4 Signaux de position de danger :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

**4-1-5 Application au projet :**

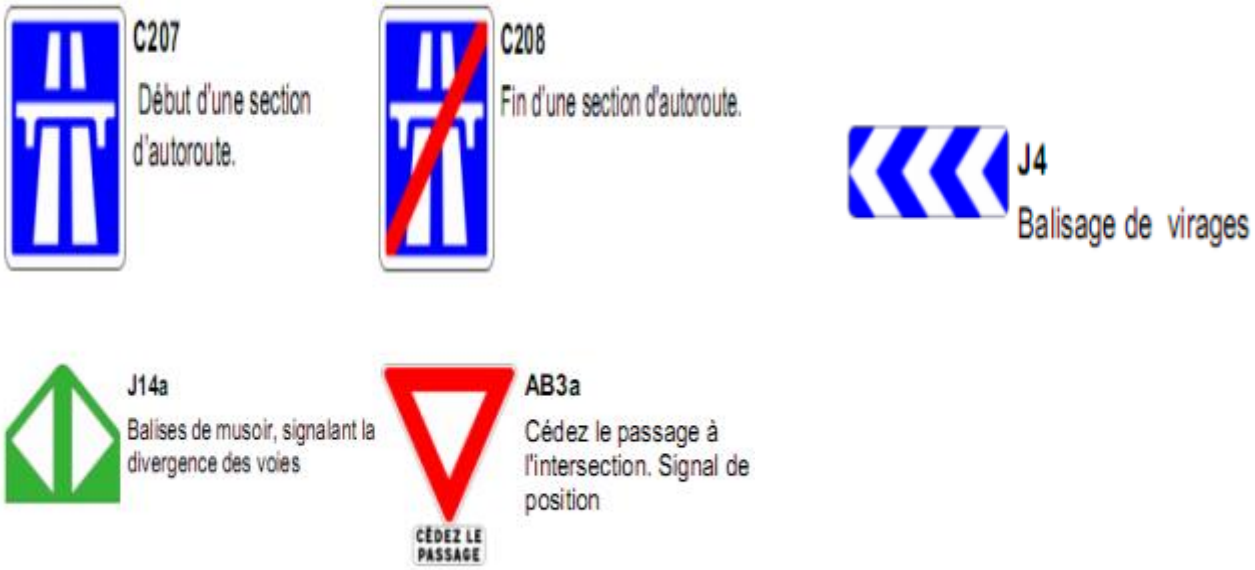



**Figure 12-1 Panneaux de signalisation verticale**

:




Figure 12-2 Panneaux de restriction




**Figure 12-3 Panneaux de direction**

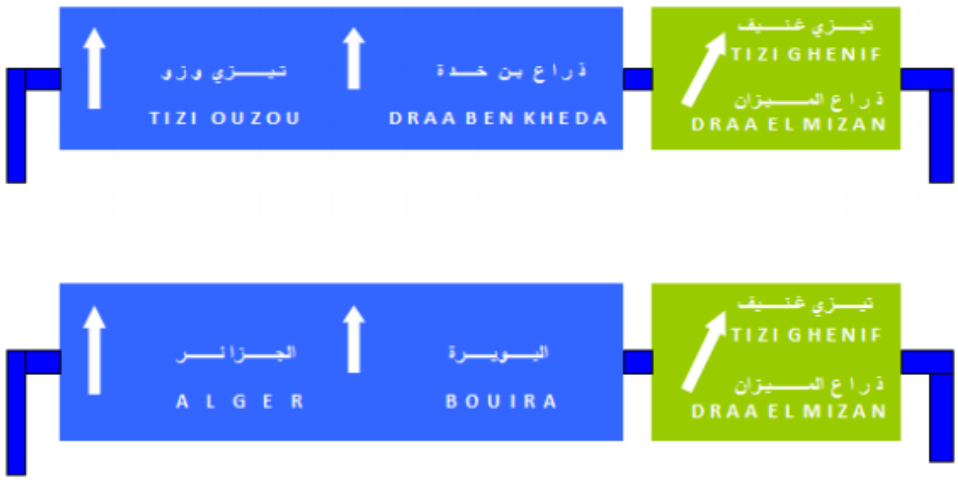



**Figure 12-4 Panneaux de pré signalisation.**

**4-2Signalisation horizontale :**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur la chaussée, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

**4-2-1Marquage 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 différent 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 leurs intervalles.

-Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs 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 de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

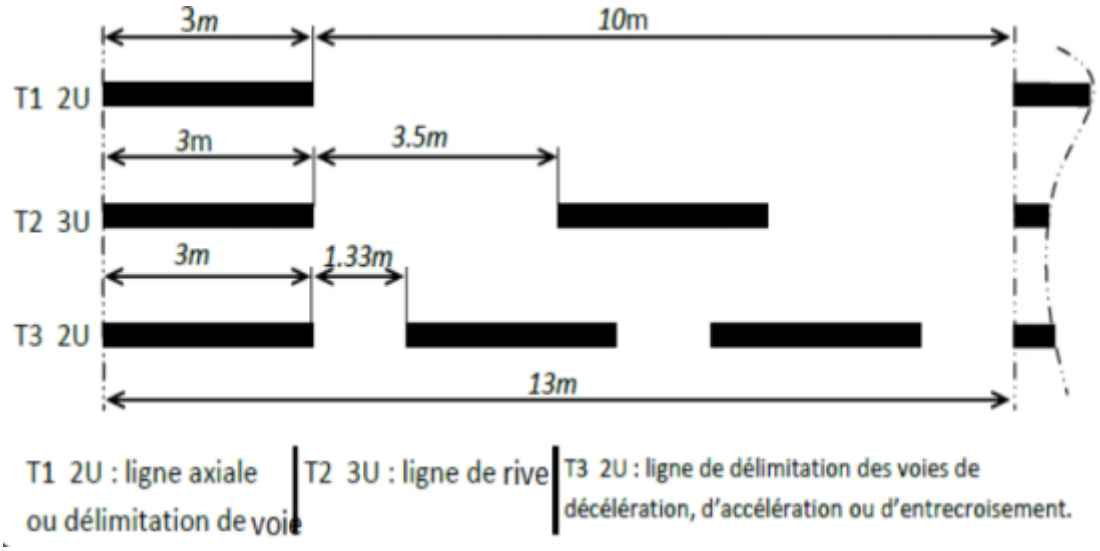



**Figure 12-5 Types de modulation**

**4-2-2 Marquage transversal :**

Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue. Ligne « cédez le passage ».

**Autre marquage**

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.

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et le jaune pour les marquages provisoires, aussi le jaune est utilisé pour la BAU.

Les caractéristiques des peintures et matériaux utilisés sont particulières, notamment la durabilité et le rétro-réfléchissement.

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.

-U = 3 cm pour les lignes tracées sur des pistes cyclables. La valeur de " u " doit être homogène sur tout un itinéraire.

**4-2-3 Application au projet :**

Largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

-L'autoroute : U = 7.5 cm.

-Les bretelles et les voies d'accès : U = 5 cm.

**Le marquage du tracé :**

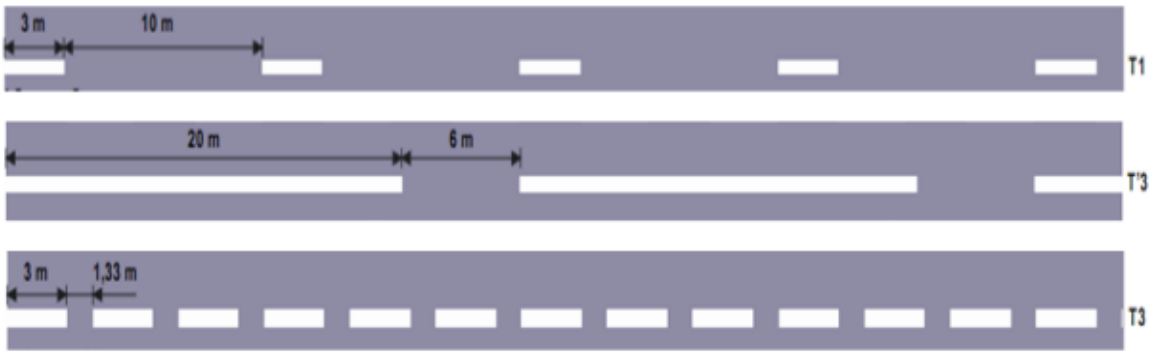



**Figure12- 6 : Les lignes longitudinales**

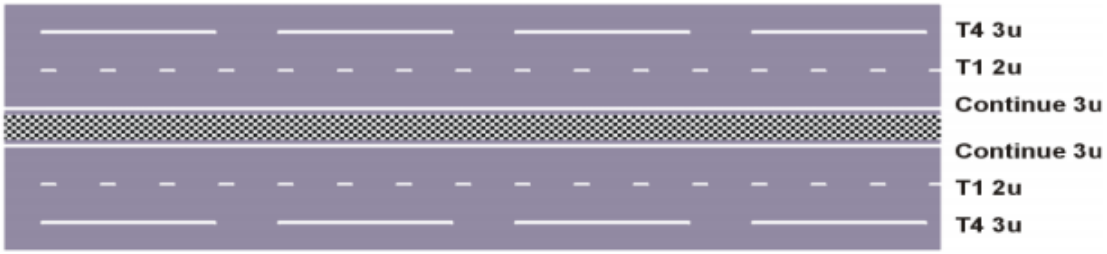



**Figure 12-7 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé**




**Figure 12-8 : Lignes transversales**

**Voies d'accélération :**

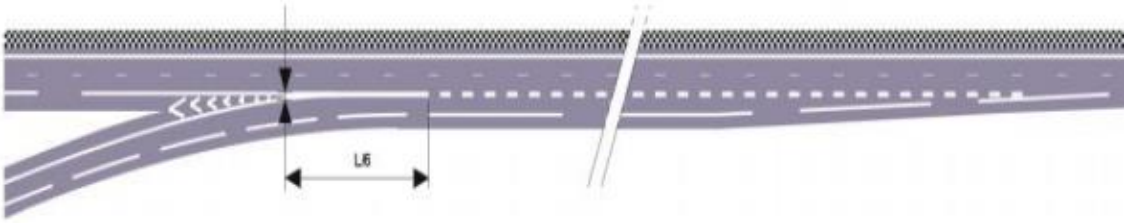



**Figure 12-9 : Même nombre de voies.**

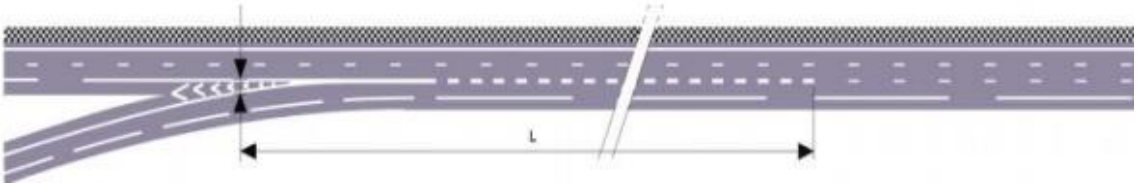



**Figure 12-10 : Nombre de voies inferieur.**

**Voies d'entrecroisement :**




**Figure 12-11 : Voies d'entrecroisement.**

**Voies de déclaration :**

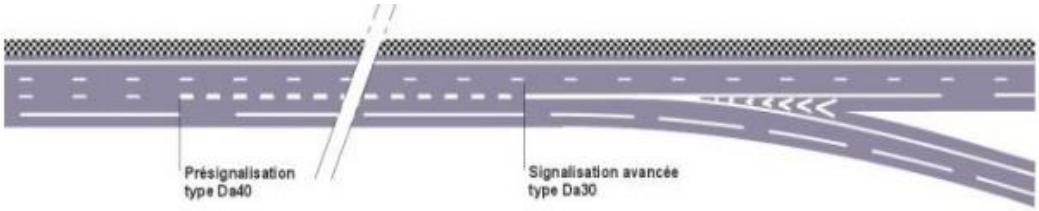



**Figure 12-12 : avec affectation de voie.**

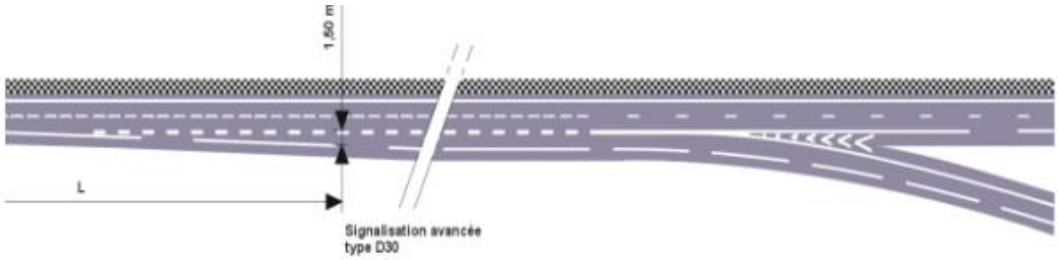



**Figure 12-13 : sans affectation de voie.**

**Autres marques :**

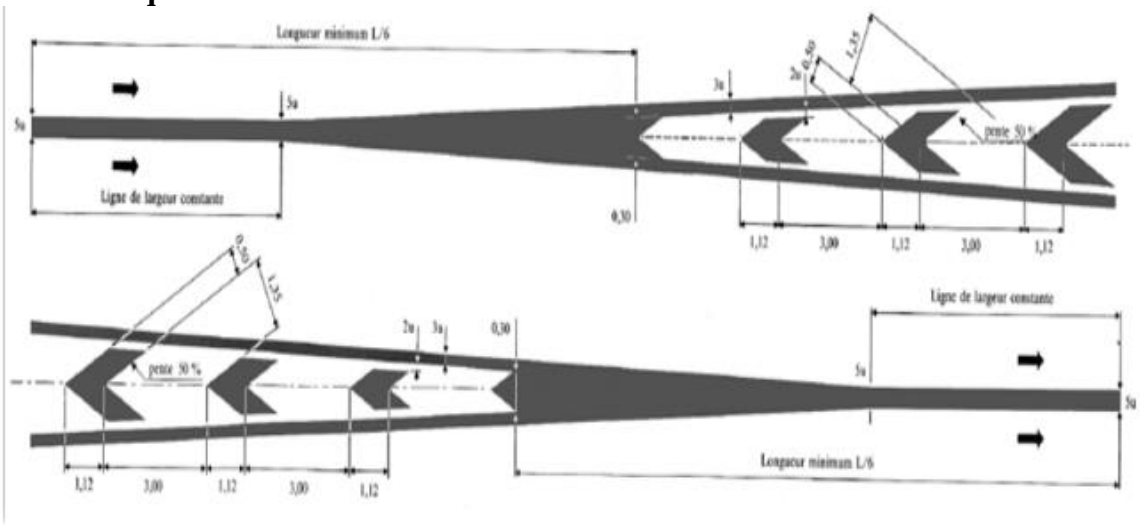



**Figure 12-14 : Schéma de marquage avec hachures.**

**Fleche de sélections :**

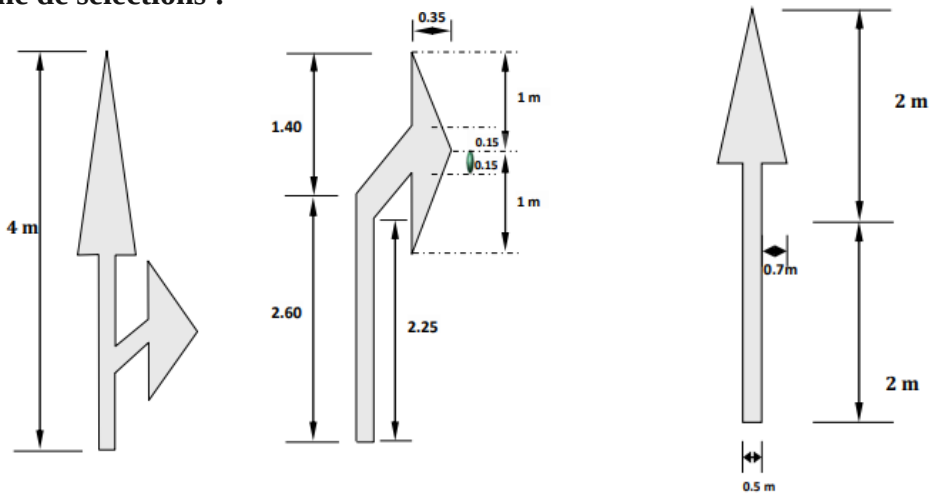



**Figure 12-15 : Flèches de sélections.**

**Flèche de rabattement :**

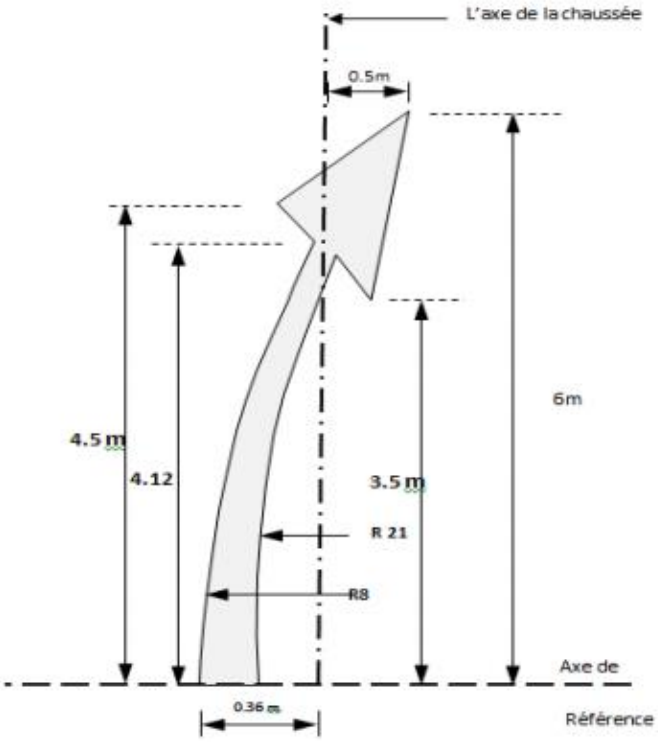



**Figure 12-16 : Flèches de Rabattement.**

# 5-Eclairages :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours…etc.). Pour le piéton, une bonne visibilité des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

## 5-1Classe d'éclairages :

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.

## 5-2Paramaetres d'implantation de lumières :

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.

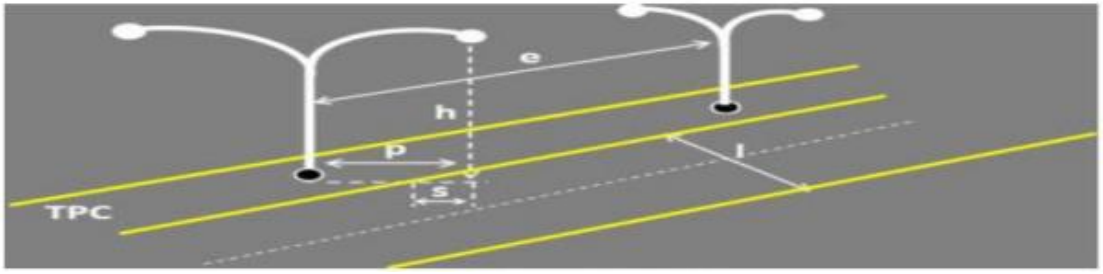



**Figure 12-17 : Eclairage composé.**

## 5-3 APPLICATION AU PROJET :

Eclairage de la voie (le long de la pénétrante) :

Pour l'éclairage de la pénétrante autoroutière des lampadaires sont implantés au milieu de l'autoroute espacée de 20 m l'un par rapport à l'autre.

# Chapitre 13 : Ouvrages d’arts.

# Chapitre 13 : Ouvrage d'art

# 1-Introduction :

D'une façon générale, on appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal.

Ce chapitre présentera les PK des ouvrages, ainsi que le type de d'ouvrage à concevoir pour franchir les routes et les pistes existantes.

# 2-Choix du type d'ouvrage :

Le but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qui imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, mixte). Les principaux facteurs qui influents sur le type d'ouvrage sont :

- Le profil en long de la chaussée.
-La portée de l'ouvrage.
-La nature du sol.
-Position possible des appuis.

Plusieurs types sont envisagés, je procédé par élimination d'ouvrages ne répondant pas aux conditions imposés, deux variantes sont proposées.

## 2-1 variantes 1 pont a poutre en béton armé :

Ce type d'ouvrage a été largement employé au début des programmes travaux autoroutiers. Le tablier est constitué de poutres longitudinales, espacées de 3 à 4m, qui sont solidarisés entre elles par des entretoises sur appuis en travées, et par un hourdis formant la couche de roulement.

**Pont a poutre en Béton armé** :

**Avantage :**

- Economique du point de vue de consommation des matériaux.
- Portée allant de 10 à 20 m.
-Nécessite un entretien réduit par rapport au pont métallique et mixte.

**Inconvénients :**

-Complication des coffrages le rend relativement coûteux en main d'ouvres.
-Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.

## 2-2 Variante 2 Ponts à poutre béton en précontraint :

La précontrainte est un traitement mécanique qui consiste à produire dans un matériau, avant sa mise en service, des contraintes à celles produites par les charges qui le solliciteront

En béton précontraint, le traitement consiste à pré comprimé certaines zones du béton pour rendre capable de résister à charges extérieures (à la traction).

**Avantage :**

-Une meilleure utilisation de la manière puisqu'il n'y a pas béton inutile, le béton situé autour des armatures de précontraintes est toujours comprimée, on limite ainsi le risque de corrosion des aciers.
- L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieures limité les déformées.
-La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en B.A.

Inconvénients :

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant.

-La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- L'obligation d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décintrer ou décoffrer
La variante retenue est un pont à poutre précontraints pour tous les ponts sur ce projet pour tous les avantages économiques et la facilité de construction et d'entretien.

# 3-Conclusion :

Le tableau suivant récapitule les ouvrages d'arts existants avec leurs caractéristiques et leurs PK correspondants

**Tableau 13-1 : tableau qui représente les ouvrages existants**

| Type de l'ouvrage d'art | PK de debut d'ouvrage d'art | Longueur de l'ouvrage d'art (m) | Gabarit (m) |
|---|---|---|---|
| Echangeur | 4+500 | 35 | 5.25 |
| Viaduc | 6+400 | 320 | 25 |
| Dalot | 5+300 | 20 | 4 |

# Chapitre 14 : Impact sur l’environnement.

# Chapitre 14 : Impact sur l'environnement

## 1-Introduction :

Le terme "environnement" est le domaine qui rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces humains, animales et végétales.
Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement. En effet l'extraction de matériaux, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi les ressources naturelles.
L'effort technologique vise à maitriser, contrôler et minimiser les différents impacts dus à ce type d'aménagement, qu'il s'agisse de la protection des eaux, de la protection contre le bruit, ou de la conservation de la flore et de la faune.

## 2-Cadre juridique :

D'après le décret n°90-78 du 27février 1990, une étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie doit comprendre : une analyse détaillée du projet, de l'état initial du site et de son environnement, ainsi que pour des conséquences prévisibles directes et indirectes à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement. Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

## 3-Impact des routes sur l'environnement :

### 3-1 Sur les ressources naturelles :

#### 3-1-1 Pollution de l'aire :

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées, cette pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne ,essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluants gazeux et particulaires auxquelles s'ajoutent celles résultant de l'usure des plaquettes de freins (amiante) et des pneus, ou encore de l'évaporation d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant .la circulation routière est la principale source de $CO_2$ .

#### 3-1-2La faune :

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour amollir la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y a lieu de présence d'animaux sauvages et domestiques sur les abords.

#### 3-1-3 La flore :

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les groupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant.

### 3-2 Impact sur le paysage :

L'interaction du projet avec le paysage se traduit par un paysage naturel qui sera transformé d'une part, et d'autre part on construira des éléments sur ce paysage : talus, chaussée, ouvrages, signalisation,…etc.

L'infrastructure routière a un impact sérieux sur le paysage qu'elle traverse, même si dans certains cas les effets sont minimisés par l'existence de talus et par le relief. Afin de permettre

leur évaluation, on distingue deux catégories :
-Les tronçons qui sont à l'origine d'une défiguration du paysage pour la raison de l'installation de la route en remblai à l'intérieur d'une zone ou le terrain naturel qui sera clairement visible d'une distance éloignée.
-Les tronçons courts de l'infrastructure pour lesquels diverses solutions techniques peuvent être proposées, afin de réduire la défiguration du paysage, en général au niveau des points de traversée des oueds ; ouvrages et échangeurs.
Le paysage autoroutier sera composé des éléments suivants :
**-ARBRES :** Assurer la continuité entre les abords de l'ouvrage et son environnement par la plantation locale.
**-TALUS :** Pente, modelage, couleur, végétation : il faudra chercher à redonner une forme naturelle aux entrées en terre.

**3-3 Impact sur la vie humaine :**

**3-3-1 LA DESTRUCTION :**

Les projets d'aménagements routiers nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

**3-3-2LE BRUIT :**

La construction d'une route au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :
-La fatigue
-Baisse de l'acuité auditive. Comme mesures à adopter pour tenir compte de cet aspect sont essentiellement de :
- Eviter la zone de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.
-Interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à la proximité.
-Agir sur la couche de roulement en améliorant les enrobés au dépens des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.

# 4- Conclusion

Les mesures prises pour minimiser les dégâts :
-Engazonner les talus des bretelles pour lutter contre la pollution de l'aire.

-Utiliser des passages inferieure ou des Ecoducs pour la sécurité des animaux de la région,afin qu'ils puissent traverser l'autoroute en sécurité, ainsi que pour la sécurité des automobilistes

-Installation des coutres



**Figure 14-1 Passages supérieur pour animaux.**

# Chapitre 15 :
# Devis quantitatif et estimatif.

# Chapitre 15 : Devis estimatif et quantitatif

**Tableau 15-1 Devis quantitatif et estimatif**

| N° | Désignation des Travaux | Unité | Quantité | Prix unitaire(Da) | Prix Total DA |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Installation du chantier | Forfait | / | 3%(3+4+5) | 240113059 |
| | total (1) | | | | 240113059 |
| 2 | Acquisition de terrain | $m^2$ | 270630 | 500 | 135315000 |
| | total (2) | | | | 135315000 |
| 3 | préparation de terrain | | | | |
| 3.1 | abattage et dessouchage d'arbre | U | 65 | 1300 | 84500 |
| | total (3) | | | | 84500 |
| 4 | Terrassement | | | | |
| 4.1 | Décapage de terre végétale (20cm) | m3 | 15550 | 100 | 1555000 |
| 4.3 | Déblai mise en dépôt | m3 | 14306850 | 450 | 6438082500 |
| 4.4 | Remblai en provenance de carriere | $m^3$ | 479428 | 600 | 287656800 |
| | total (4) | | | | 6727294300 |
| 5 | chaussée | | | | |
| 5.1 | Couche de forme (60cm TUF) | $m^3$ | 153691.1 | 1000 | 153691100 |
| 5.2 | Couche de fondation (GB 2.2 t/m3) | T | 51693.47 | 6500 | 336007555 |
| 5.3 | Couche de base (GB 2.2 t/m3) | T | 68542.58 | 6500 | 445526770 |
| 5.4 | Couche de roulement (BB 2.4t/m3) | T | 80151.24 | 7000 | 561058680 |
| 5.5 | Couche d'imprégnation en Cut-back(700g/m3) | m2 | 429056 | 120 | 51486720 |
| 5.6 | Couche d'accrochage | T | 320 | 6500 | 2080000 |
| 5.7 | Matériaux sélectionnés pour TPC | $m^3$ | 32122.45 | 850 | 26539082 |
| | total(5) | | | | 1276389854 |
| 6 | Ouvrage d'art | | | | |
| 6.1 | Ouvrage d'art | $m^2$ | 19530 | 350000 | 6835500000 |
| | total(6) | | | | 6835500000 |
| 7 | Assainissement | | | | |
| 7.1 | Fossés trapézoïdaux en béton | ml | 23543 | 3000 | 70629000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.2 | Buse Φ 1000 | ml | 128 | 12000 | 1536000 |
| 7.3 | Buse Φ 600 | ml | 65 | 8500 | 552500 |
| 7.4 | Buse Φ 800 | ml | 73 | 10200 | 744600 |
| 7.5 | Dalots en béton armé dosé 350 kg/m3 | m3 | 250 | 30000 | 7500000 |
| | total (7) | | | | 80962100 |
| 8 | Impact sur l'environnement | Forfait | / | 3%(4+5+7) | 242539387 |
| | total (8) | | | | 242539387 |
| 9 | Signalisation et équipement routiers | Forfait | / | 5%(2+5) | 70585242 |
| | total (9) | | | | 70585242 |
| 10 | **Séparateur en béton armé** | ml | 11553 | 7000 | 80871000 |
| | total (10) | | | | 409528000 |
| 11 | **Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)** | Forfait | / | 2%(3+4+5) | 160075373 |
| | total (11) | | | | 160075373 |
| 12 | Echangeur | | | | |
| 12.1 | Echangeur Trompette | | | | 450000000 |
| | Total | | | | 15080393670 |
| | TVA (19%) | | | | 2865274797 |
| | Totale général (TTC) | | | | 17945668471 |

**Dix-sept milliard neuf cents quarante-cinq millions six-cent soixante-huit mille quatre-cent soixante et onze.**

# Conclusion générale.

# Conclusion générale :

Ce projet qui consiste à concevoir un tronçon autoroutier sera d'un apport très considérable pour la wilaya de Tizi-Ouzou. Une fois achevé, il constituera une pénétrante qui reliera la ville de Tizi-Ouzou à l'autoroute Est –Ouest. Elle présentera plusieurs avantages tel que :

-Stimuler et encourager les échanges commerciaux entre les deux Wilayas de Bouira et Tizi-Ouzou. -Dynamiser l'activité économique régionale.

-Soulager la RN12 unique issue de la willaya vers l'ouest et l'intérieur du pays

La wilaya sera raccordée au réseau routier de l'intérieur du pays par un raccourci permettant de gagner l'autoroute est-ouest en moins d'une heure. Des retombées socioéconomiques telles que la stimulation du développement et la réduction du nombre d'accidents seront générées. Aussi une baisse des coûts de transport ainsi qu'un gain du temps, sont des avantages dont les automobilistes vont en bénéficier.

Pour cette étude j'ai appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liées au domaine routier pour faire face aux contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé ce travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.et en troisième l'économie

Ce projet de fin d'études représente pour moi une opportunité qui m'a permis de me projeter vers le milieu professionnel, il m'a permis d'être en face des problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier et comment réagir à ce genre de problème et de bien m'adapter avec l'utilisation des différents logiciels utilisés au cours de ce projet

# Bibliographie :

[1]- ICTAAL 2000 : instruction sur les conditions technique d'aménagement des autoroutes de liaison.

[2]- ICTAAL 2000 Guide Echangeur.

[3]- Guide des terrassements routiers.

[4]- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.

[5]- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP ».

[6]- Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 2eme et 3eme année.

[7]- Cours d'hydraulique ENSTP 2eme année. Aide-mémoire Routes.

[8]- Kalli, F., Goumettre, A., *Manuel de projet de routes* .Alger. Office des publications universitaires. (2011)

[9]-Aide-mémoire route.

# Annexes

# Axe En Plan

| Elts Caractéristiques | | | | Points de Contacts | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom | Paramètres | | Longueur | Abscisse | X | Y |
| Droite 1 | Gisement | 244.1684 g | 216.408 | 0.000 | 589430.147 | 4062608.006 |
| Arc 1 | Rayon | -1200.000 m | 609.328 | 216.408 | 589291.763 | 4062441.627 |
| | Centre X | 588369.173 m | | | | |
| | Centre Y | 4063208.978 m | | | | |
| Droite 2 | Gisement | 276.4147 g | 208.827 | 825.736 | 588802.248 | 4062089.851 |
| Arc 2 | Rayon | 975.000 m | 268.952 | 1034.563 | 588607.588 | 4062014.243 |
| | Centre X | 588980.402 m | | | | |
| | Centre Y | 4061113.335 m | | | | |
| Droite 3 | Gisement | 257.4603 g | 727.323 | 1303.515 | 588376.309 | 4061878.643 |
| Arc 3 | Rayon | -1275.183 m | 820.981 | 2030.838 | 587805.411 | 4061428.006 |
| | Centre X | 587045.209 m | | | | |
| | Centre Y | 4062451.815 m | | | | |
| Droite 4 | Gisement | 300.9976 g | 567.409 | 2851.819 | 587038.685 | 4061176.649 |
| Arc 4 | Rayon | -1000.000 m | 469.350 | 3419.228 | 586471.346 | 4061185.539 |
| | Centre X | 586533.788 m | | | | |
| | Centre Y | 4062183.588 m | | | | |
| Droite 5 | Gisement | 333.8576 g | 765.881 | 3888.578 | 586026.674 | 4061321.709 |
| Arc 5 | Rayon | 1000.000 m | 1059.854 | 4654.459 | 585366.578 | 4061710.099 |
| | Centre X | 584859.463 m | | | | |
| | Centre Y | 4060848.220 m | | | | |
| Droite 6 | Gisement | 266.3852 g | 705.270 | 5714.312 | 584355.639 | 4061712.026 |
| Arc 6 | Rayon | -1000.000 m | 574.111 | 6419.582 | 583746.423 | 4061356.694 |
| | Centre X | 583242.599 m | | | | |
| | Centre Y | 4062220.501 m | | | | |
| Droite 7 | Gisement | 300.05343 g | 265.817 | 6993.693 | 583196.524 | 4061221.563 |
| Clothoïde 1 | Paramètre | 230.989 | 76.994 | 7259.510 | 582930.989 | 4061233.810 |
| Arc 7 | Rayon | 692.971 m | 450.134 | 7387.896 | 582802.668 | 4061235.763 |
| | Centre X | 582834.909 m | | | | |
| | Centre Y | 4060543.542 m | | | | |
| Clothoïde 2 | Paramètre | -235.666 | 76.994 | 7848.330 | 582382.693 | 4061068.623 |
| Droite 8 | Gisement | 251.1030 g | 1066.012 | 7928.476 | 582324.035 | 4061014.028 |
| | | | | 8929.649 | 581603.940 | 4060318.463 |
| Longueur totale de l'axe 8929.649 mètre(s) | | | | | | |

# Profil En Long Projet

| Elts Caractéristiques | | | | Points de Contacts | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom | Pente / Rayon | | Longueur | Abscisse | Altitude |
| Pente 1 | Pente | 2.73 % | 1633.633 | 0.000 | 72.181 |
| Parabole 1 | Pente | 2.73 % | 682.184 | 1633.633 | 116.709 |
| | Rayon | -10000.000 m | | | |
| | Sommet Absc. | 1906.206 m | | | |
| | Sommet Alt. | 120.424 m | | | |
| | Pente | -4.10 % | | | |
| Pente 2 | Pente | -4.10 % | 893.074 | 2315.817 | 112.535 |
| Parabole 2 | Pente | -4.10 % | 290.290 | 2574.07.890 | 78.952 |
| | Rayon | 8000.000 m | | | |
| | Sommet Absc. | 3536.579 m | | | |
| | Sommet Alt. | 68.743 m | | | |
| | Pente | -0.47 % | | | |
| Pente 3 | Pente | -0.47 % | 2095.069 | 2607.59 | 68.625 |
| Parabole 3 | Pente | -0.47 % | 514.128 | 5594.249 | 59.036 |
| | Rayon | 8000.000 m | | | |
| | Sommet Absc. | 5631.648 m | | | |
| | Sommet Alt. | 58.948 m | | | |
| | Pente | 5.96 % | | | |
| Pente 4 | Pente | 5.96 % | 1662.350 | 6108.377 | 73.153 |
| Parabole 4 | Pente | 5.96 % | 775.048 | 7770.726 | 172.214 |
| | Rayon | -12000.000 m | | | |
| | Sommet Absc. | 8485.819 m | | | |
| | Sommet Alt. | 193.521 m | | | |
| | Pente | -0.50 % | | | |
| Pente 5 | Pente | -0.50 % | 402.341 | 8545.774 | 193.371 |
| | | | | 8948.114 | 191.361 |
| Longueur totale de l'axe 8948.114 mètre(s) | | | | | |

# Profils En Travers

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| 1 | 0.000 | Droite 1 | Pente 1 | 72.181 | 72.181 | 344.168 | 589430.147 | 4062608.006 | 2.50 | -2.50 |
| 2 | 30.000 | Droite 1 | Pente 1 | 74.361 | 72.999 | 344.168 | 589410.963 | 4062584.941 | 2.50 | -2.50 |
| 3 | 60.000 | Droite 1 | Pente 1 | 76.312 | 73.816 | 344.168 | 589391.779 | 4062561.877 | 2.50 | -2.50 |
| 4 | 90.000 | Droite 1 | Pente 1 | 75.952 | 74.634 | 344.168 | 589372.595 | 4062538.812 | 2.50 | -2.50 |
| 5 | 120.000 | Droite 1 | Pente 1 | 76.480 | 75.452 | 344.168 | 589353.412 | 4062515.747 | 2.50 | -2.50 |
| 6 | 150.000 | Droite 1 | Pente 1 | 76.720 | 76.270 | 344.168 | 589334.228 | 4062492.682 | 2.50 | -2.50 |
| 7 | 180.000 | Droite 1 | Pente 1 | 77.145 | 77.087 | 344.168 | 589315.044 | 4062469.618 | 2.50 | -2.50 |
| 8 | 210.000 | Droite 1 | Pente 1 | 77.344 | 77.905 | 344.168 | 589295.860 | 4062446.553 | 2.50 | -2.50 |
| 9 | 240.000 | Arc 1 | Pente 1 | 77.641 | 78.723 | 345.420 | 589276.499 | 4062423.638 | 2.50 | -2.50 |
| 10 | 270.000 | Arc 1 | Pente 1 | 78.520 | 79.540 | 347.012 | 589256.584 | 4062401.202 | 2.50 | -2.50 |
| 11 | 300.000 | Arc 1 | Pente 1 | 80.255 | 80.358 | 348.603 | 589236.115 | 4062379.272 | 2.50 | -2.50 |
| 12 | 330.000 | Arc 1 | Pente 1 | 80.412 | 81.176 | 350.195 | 589215.103 | 4062357.860 | 2.50 | -2.50 |
| 13 | 360.000 | Arc 1 | Pente 1 | 82.239 | 81.994 | 351.786 | 589193.563 | 4062336.980 | 2.50 | -2.50 |
| 14 | 390.000 | Arc 1 | Pente 1 | 83.823 | 82.811 | 353.378 | 589171.508 | 4062316.645 | 2.50 | -2.50 |
| 15 | 420.000 | Arc 1 | Pente 1 | 85.020 | 83.629 | 354.969 | 589148.951 | 4062296.867 | 2.50 | -2.50 |
| 16 | 450.000 | Arc 1 | Pente 1 | 86.596 | 84.447 | 356.561 | 589125.907 | 4062277.660 | 2.50 | -2.50 |
| 17 | 480.000 | Arc 1 | Pente 1 | 88.217 | 85.264 | 358.152 | 589102.390 | 4062259.034 | 2.50 | -2.50 |
| 18 | 510.000 | Arc 1 | Pente 1 | 92.684 | 86.082 | 359.744 | 589078.415 | 4062241.003 | 2.50 | -2.50 |
| 19 | 540.000 | Arc 1 | Pente 1 | 95.768 | 86.900 | 361.335 | 589053.996 | 4062223.576 | 2.50 | -2.50 |
| 20 | 570.000 | Arc 1 | Pente 1 | 99.140 | 87.718 | 362.927 | 589029.150 | 4062206.765 | 2.50 | -2.50 |
| 21 | 600.000 | Arc 1 | Pente 1 | 99.942 | 88.535 | 364.519 | 589003.891 | 4062190.581 | 2.50 | -2.50 |
| 22 | 630.000 | Arc 1 | Pente 1 | 98.167 | 89.353 | 366.110 | 588978.235 | 4062175.033 | 2.50 | -2.50 |
| 23 | 660.000 | Arc 1 | Pente 1 | 97.977 | 90.171 | 367.702 | 588952.199 | 4062160.131 | 2.50 | -2.50 |
| 24 | 690.000 | Arc 1 | Pente 1 | 99.475 | 90.988 | 369.293 | 588925.798 | 4062145.884 | 2.50 | -2.50 |
| 25 | 720.000 | Arc 1 | Pente 1 | 99.679 | 91.806 | 370.885 | 588899.050 | 4062132.302 | 2.50 | -2.50 |
| 26 | 750.000 | Arc 1 | Pente 1 | 99.548 | 92.624 | 372.476 | 588871.970 | 4062119.393 | 2.50 | -2.50 |
| 27 | 780.000 | Arc 1 | Pente 1 | 97.339 | 93.442 | 374.068 | 588844.576 | 4062107.165 | 2.50 | -2.50 |
| 28 | 810.000 | Arc 1 | Pente 1 | 95.573 | 94.259 | 375.659 | 588816.885 | 4062095.626 | 2.50 | -2.50 |
| 29 | 840.000 | Droite 2 | Pente 1 | 95.620 | 95.077 | 376.494 | 588788.945 | 4062084.703 | 2.50 | -2.50 |
| 30 | 870.000 | Droite 2 | Pente 1 | 96.239 | 95.895 | 376.494 | 588760.966 | 4062073.876 | 2.50 | -2.50 |
| 31 | 900.000 | Droite 2 | Pente 1 | 95.654 | 96.712 | 376.494 | 588732.988 | 4062063.049 | 2.50 | -2.50 |
| 32 | 930.000 | Droite 2 | Pente 1 | 95.426 | 97.530 | 376.494 | 588705.010 | 4062052.222 | 2.50 | -2.50 |
| 33 | 960.000 | Droite 2 | Pente 1 | 95.563 | 98.348 | 376.494 | 588677.032 | 4062041.395 | 2.50 | -2.50 |
| 34 | 990.000 | Droite 2 | Pente 1 | 96.469 | 99.166 | 376.494 | 588649.054 | 4062030.569 | 2.50 | -2.50 |
| 35 | 1020.000 | Droite 2 | Pente 1 | 96.209 | 99.983 | 376.494 | 588621.075 | 4062019.742 | 2.50 | -2.50 |
| 36 | 1050.000 | Droite 2 | Pente 1 | 96.901 | 100.801 | 376.494 | 588593.097 | 4062008.915 | 2.50 | -2.50 |
| 37 | 1080.000 | Droite 2 | Pente 1 | 97.278 | 101.619 | 376.494 | 588565.119 | 4061998.088 | 2.50 | -2.50 |
| 38 | 1110.000 | Droite 2 | Pente 1 | 97.718 | 102.437 | 376.494 | 588537.141 | 4061987.261 | 2.50 | -2.50 |
| 39 | 1140.000 | Droite 2 | Pente 1 | 98.733 | 103.254 | 376.494 | 588509.163 | 4061976.434 | 2.50 | -2.50 |
| 40 | 1170.000 | Droite 2 | Pente 1 | 99.617 | 104.072 | 376.494 | 588481.184 | 4061965.607 | 2.50 | -2.50 |
| 41 | 1200.000 | Arc 2 | Pente 1 | 100.009 | 104.890 | 375.674 | 588453.236 | 4061954.705 | 2.50 | -2.50 |
| 42 | 1230.000 | Arc 2 | Pente 1 | 100.300 | 105.707 | 373.715 | 588425.576 | 4061943.092 | 2.50 | -2.50 |
| 43 | 1260.000 | Arc 2 | Pente 1 | 101.097 | 106.525 | 371.757 | 588398.286 | 4061930.634 | 2.50 | -2.50 |
| 44 | 1290.000 | Arc 2 | Pente 1 | 101.707 | 107.343 | 369.798 | 588371.393 | 4061917.342 | 2.50 | -2.50 |
| 45 | 1320.000 | Arc 2 | Pente 1 | 102.353 | 108.161 | 367.839 | 588344.921 | 4061903.229 | 2.50 | -2.50 |
| 46 | 1350.000 | Arc 2 | Pente 1 | 103.243 | 108.978 | 365.880 | 588318.896 | 4061888.309 | 2.50 | -2.50 |
| 47 | 1380.000 | Arc 2 | Pente 1 | 104.074 | 109.796 | 363.921 | 588293.342 | 4061872.595 | 2.50 | -2.50 |
| 48 | 1410.000 | Arc 2 | Pente 1 | 106.029 | 110.614 | 361.962 | 588268.284 | 4061856.102 | 2.50 | -2.50 |
| 49 | 1440.000 | Arc 2 | Pente 1 | 106.929 | 111.431 | 360.004 | 588243.745 | 4061838.846 | 2.50 | -2.50 |
| 50 | 1470.000 | Arc 2 | Pente 1 | 108.141 | 112.249 | 358.045 | 588219.749 | 4061820.843 | 2.50 | -2.50 |
| 51 | 1500.000 | Arc 2 | Pente 1 | 110.059 | 113.067 | 356.086 | 588196.317 | 4061802.110 | 2.50 | -2.50 |
| 52 | 1530.000 | Arc 2 | Pente 1 | 111.624 | 113.885 | 354.127 | 588173.474 | 4061782.666 | 2.50 | -2.50 |
| 53 | 1560.000 | Arc 2 | Pente 1 | 114.226 | 114.702 | 352.168 | 588151.239 | 4061762.528 | 2.50 | -2.50 |
| 54 | 1590.000 | Arc 2 | Pente 1 | 112.302 | 115.520 | 350.209 | 588129.634 | 4061741.715 | 2.50 | -2.50 |
| 55 | 1620.000 | Arc 2 | Pente 1 | 112.524 | 116.338 | 348.251 | 588108.680 | 4061720.248 | 2.50 | -2.50 |
| 56 | 1650.000 | Arc 2 | Parabole 1 | 113.254 | 117.142 | 346.292 | 588088.396 | 4061698.146 | 2.50 | -2.50 |
| 57 | 1680.000 | Arc 2 | Parabole 1 | 114.285 | 117.866 | 344.333 | 588068.801 | 4061675.431 | 2.50 | -2.50 |
| 58 | 1710.000 | Arc 2 | Parabole 1 | 118.568 | 118.499 | 342.374 | 588049.915 | 4061652.123 | 2.50 | -2.50 |
| 59 | 1740.000 | Arc 2 | Parabole 1 | 126.499 | 119.043 | 340.415 | 588031.755 | 4061628.246 | 2.50 | -2.50 |

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| 60 | 1770.000 | Arc 2 | Parabole 1 | 129.403 | 119.497 | 338.456 | 588014.338 | 4061603.821 | 2.50 | -2.50 |
| 61 | 1800.000 | Droite 3 | Pente 1 | 129.455 | 119.860 | 343.933 | 587996.243 | 4061579.924 | 2.50 | -2.50 |
| 62 | 1830.000 | Droite 3 | Pente 1 | 133.000 | 120.134 | 345.892 | 587976.792 | 4061557.086 | 2.50 | -2.50 |
| 63 | 1860.000 | Droite 3 | Pente 1 | 140.788 | 120.317 | 347.851 | 587956.647 | 4061534.857 | 2.50 | -2.50 |
| 64 | 1890.000 | Droite 3 | Pente 1 | 148.904 | 120.411 | 349.810 | 587935.828 | 4061513.258 | 2.50 | -2.50 |
| 65 | 1920.000 | Droite 3 | Pente 1 | 157.435 | 120.415 | 351.768 | 587914.354 | 4061492.310 | 2.50 | -2.50 |
| 66 | 1950.000 | Droite 3 | Pente 1 | 162.388 | 120.328 | 353.727 | 587892.246 | 4061472.033 | 2.50 | -2.50 |
| 67 | 1980.000 | Droite 3 | Pente 1 | 160.053 | 120.152 | 355.686 | 587869.525 | 4061452.446 | 2.50 | -2.50 |
| 68 | 2010.000 | Droite 3 | Pente 1 | 151.239 | 119.885 | 357.645 | 587846.212 | 4061433.566 | 2.50 | -2.50 |
| 69 | 2040.000 | Droite 3 | Pente 1 | 144.752 | 119.529 | 359.604 | 587822.329 | 4061415.413 | 2.50 | -2.50 |
| 70 | 2070.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 135.237 | 119.083 | 361.563 | 587797.899 | 4061398.003 | 2.50 | -2.50 |
| 71 | 2100.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 128.726 | 118.546 | 363.521 | 587772.945 | 4061381.353 | 2.50 | -2.50 |
| 72 | 2130.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 121.837 | 117.920 | 365.480 | 587747.490 | 4061365.479 | 2.50 | -2.50 |
| 73 | 2160.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 116.133 | 117.204 | 367.439 | 587721.559 | 4061350.395 | 2.50 | -2.50 |
| 74 | 2190.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 112.281 | 116.397 | 369.398 | 587695.177 | 4061336.116 | 2.50 | -2.50 |
| 75 | 2220.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 111.328 | 115.501 | 371.357 | 587668.367 | 4061322.656 | 2.50 | -2.50 |
| 76 | 2250.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 110.250 | 114.514 | 373.315 | 587641.157 | 4061310.026 | 2.50 | -2.50 |
| 77 | 2280.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 106.399 | 113.438 | 375.274 | 587613.570 | 4061298.240 | 2.50 | -2.50 |
| 78 | 2310.000 | Arc 3 | Parabole 1 | 101.281 | 112.272 | 377.233 | 587585.634 | 4061287.308 | 2.50 | -2.50 |
| 79 | 2340.000 | Arc 3 | Pente 2 | 100.528 | 111.045 | 379.192 | 587557.375 | 4061277.240 | 2.50 | -2.50 |
| 80 | 2370.000 | Arc 3 | Pente 2 | 99.350 | 109.816 | 381.151 | 587528.820 | 4061268.047 | 2.50 | -2.50 |
| 81 | 2400.000 | Arc 3 | Pente 2 | 104.079 | 108.587 | 383.110 | 587499.995 | 4061259.737 | 2.50 | -2.50 |
| 82 | 2430.000 | Arc 3 | Pente 2 | 107.700 | 107.358 | 385.068 | 587470.928 | 4061252.317 | 2.50 | -2.50 |
| 83 | 2460.000 | Arc 3 | Pente 2 | 112.263 | 106.129 | 387.027 | 587441.647 | 4061245.795 | 2.50 | -2.50 |
| 84 | 2490.000 | Arc 3 | Pente 2 | 115.519 | 104.900 | 388.986 | 587412.179 | 4061240.176 | 2.50 | -2.50 |
| 85 | 2520.000 | Droite 4 | Pente 2 | 117.248 | 103.672 | 389.274 | 587382.604 | 4061235.145 | 2.50 | -2.50 |
| 86 | 2550.000 | Droite 4 | Pente 2 | 119.686 | 102.443 | 389.274 | 587353.029 | 4061230.115 | 2.50 | -2.50 |
| 87 | 2580.000 | Droite 4 | Pente 2 | 118.310 | 101.214 | 389.274 | 587323.453 | 4061225.084 | 2.50 | -2.50 |
| 88 | 2610.000 | Droite 4 | Pente 2 | 119.060 | 99.985 | 389.274 | 587293.878 | 4061220.054 | 2.50 | -2.50 |
| 89 | 2640.000 | Droite 4 | Pente 2 | 120.059 | 98.756 | 389.274 | 587264.303 | 4061215.024 | 2.50 | -2.50 |
| 90 | 2670.000 | Droite 4 | Pente 2 | 117.811 | 97.527 | 389.274 | 587234.728 | 4061209.993 | 2.50 | -2.50 |
| 91 | 2700.000 | Droite 4 | Pente 2 | 114.811 | 96.299 | 389.274 | 587205.152 | 4061204.963 | 2.50 | -2.50 |
| 92 | 2730.000 | Droite 4 | Pente 2 | 110.602 | 95.070 | 389.274 | 587175.577 | 4061199.932 | 2.50 | -2.50 |
| 93 | 2760.000 | Droite 4 | Pente 2 | 102.309 | 93.841 | 389.274 | 587146.002 | 4061194.902 | 2.50 | -2.50 |
| 94 | 2790.000 | Droite 4 | Pente 2 | 92.309 | 92.612 | 389.274 | 587116.427 | 4061189.872 | 2.50 | -2.50 |
| 95 | 2820.000 | Droite 4 | Pente 2 | 84.590 | 91.383 | 389.274 | 587086.852 | 4061184.841 | 2.50 | -2.50 |
| 96 | 2850.000 | Droite 4 | Pente 2 | 83.327 | 90.154 | 389.274 | 587057.276 | 4061179.811 | 2.50 | -2.50 |
| 97 | 2880.000 | Arc 4 | Pente 2 | 82.127 | 88.926 | 389.984 | 587027.691 | 4061174.842 | 2.50 | -2.50 |
| 98 | 2910.000 | Arc 4 | Pente 2 | 80.806 | 87.697 | 391.894 | 586997.995 | 4061170.586 | 2.50 | -2.50 |
| 99 | 2940.000 | Arc 4 | Pente 2 | 80.275 | 86.468 | 393.804 | 586968.186 | 4061167.223 | 2.50 | -2.50 |
| 100 | 2970.000 | Arc 4 | Pente 2 | 78.796 | 85.239 | 395.713 | 586938.288 | 4061164.756 | 2.50 | -2.50 |
| 101 | 3000.000 | Arc 4 | Pente 2 | 78.342 | 84.010 | 397.623 | 586908.330 | 4061163.187 | 2.50 | -2.50 |
| 102 | 3030.000 | Arc 4 | Pente 2 | 78.050 | 82.781 | 399.533 | 586878.339 | 4061162.517 | 2.50 | -2.50 |
| 103 | 3060.000 | Arc 4 | Pente 2 | 77.795 | 81.553 | 1.443 | 586848.341 | 4061162.747 | 2.50 | -2.50 |
| 104 | 3090.000 | Arc 4 | Pente 2 | 79.012 | 80.324 | 3.353 | 586818.364 | 4061163.877 | 2.50 | -2.50 |
| 105 | 3120.000 | Droite 5 | Pente 2 | 77.882 | 79.095 | 3.978 | 586788.419 | 4061165.702 | 2.50 | -2.50 |
| 106 | 3150.000 | Droite 5 | Pente 2 | 76.921 | 77.866 | 3.978 | 586758.478 | 4061167.575 | 2.50 | -2.50 |
| 107 | 3180.000 | Droite 5 | Pente 2 | 73.952 | 76.637 | 3.978 | 586728.536 | 4061169.448 | 2.50 | -2.50 |
| 108 | 3210.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 73.268 | 75.408 | 3.978 | 586698.595 | 4061171.322 | 2.50 | -2.50 |
| 109 | 3240.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 72.869 | 74.240 | 3.978 | 586668.653 | 4061173.195 | 2.50 | -2.50 |
| 110 | 3270.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 71.955 | 73.184 | 3.978 | 586638.712 | 4061175.068 | 2.50 | -2.50 |
| 111 | 3300.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 71.667 | 72.241 | 3.978 | 586608.770 | 4061176.941 | 2.50 | -2.50 |
| 112 | 3330.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 71.518 | 71.410 | 3.978 | 586578.829 | 4061178.815 | 2.50 | -2.50 |
| 113 | 3360.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 72.155 | 70.691 | 3.978 | 586548.888 | 4061180.688 | 2.50 | -2.50 |
| 114 | 3390.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 73.837 | 70.085 | 3.978 | 586518.946 | 4061182.561 | 2.50 | -2.50 |
| 115 | 3420.000 | Droite 5 | Parabole 2 | 74.311 | 69.592 | 3.978 | 586489.005 | 4061184.435 | 2.50 | -2.50 |
| 116 | 3450.000 | Arc 5 | Parabole 2 | 73.184 | 69.211 | 4.761 | 586459.068 | 4061186.383 | 2.50 | -2.50 |
| 117 | 3480.000 | Arc 5 | Parabole 2 | 71.694 | 68.943 | 6.671 | 586429.190 | 4061189.073 | 2.50 | -2.50 |
| 118 | 3510.000 | Arc 5 | Pente 3 | 70.402 | 68.779 | 8.581 | 586399.406 | 4061192.658 | 2.50 | -2.50 |
| 119 | 3540.000 | Arc 5 | Pente 3 | 70.053 | 68.639 | 10.491 | 586369.743 | 4061197.135 | 2.50 | -2.50 |
| 120 | 3570.000 | Arc 5 | Pente 3 | 68.850 | 68.499 | 12.401 | 586340.228 | 4061202.500 | 2.50 | -2.50 |
| 121 | 3600.000 | Arc 5 | Pente 3 | 67.909 | 68.359 | 14.311 | 586310.887 | 4061208.747 | 2.50 | -2.50 |
| 122 | 3630.000 | Arc 5 | Pente 3 | 67.494 | 68.218 | 16.220 | 586281.746 | 4061215.872 | 2.50 | -2.50 |

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| 123 | 3660.000 | Arc 5 | Pente 3 | 66.732 | 68.078 | 18.130 | 586252.833 | 4061223.867 | 2.50 | -2.50 |
| 124 | 3690.000 | Arc 5 | Pente 3 | 66.249 | 67.938 | 20.040 | 586224.172 | 4061232.726 | 2.50 | -2.50 |
| 125 | 3720.000 | Arc 5 | Pente 3 | 65.871 | 67.798 | 21.950 | 586195.789 | 4061242.441 | 2.50 | -2.50 |
| 126 | 3750.000 | Arc 5 | Pente 3 | 65.693 | 67.657 | 23.860 | 586167.711 | 4061253.003 | 2.50 | -2.50 |
| 127 | 3780.000 | Arc 5 | Pente 3 | 65.893 | 67.517 | 25.770 | 586139.963 | 4061264.403 | 2.50 | -2.50 |
| 128 | 3810.000 | Arc 5 | Pente 3 | 65.603 | 67.377 | 27.680 | 586112.569 | 4061276.629 | 2.50 | -2.50 |
| 129 | 3840.000 | Arc 5 | Pente 3 | 65.357 | 67.237 | 29.589 | 586085.553 | 4061289.672 | 2.50 | -2.50 |
| 130 | 3870.000 | Arc 5 | Pente 3 | 64.963 | 67.096 | 31.499 | 586058.942 | 4061303.519 | 2.50 | -2.50 |
| 131 | 3900.000 | Arc 5 | Pente 3 | 64.390 | 66.956 | 33.409 | 586032.757 | 4061318.159 | 2.50 | -2.50 |
| 132 | 3930.000 | Droite 6 | Pente 3 | 64.727 | 66.816 | 33.858 | 586006.888 | 4061333.351 | 2.50 | -2.50 |
| 133 | 3960.000 | Droite 6 | Pente 3 | 64.243 | 66.676 | 33.858 | 585981.032 | 4061348.564 | 2.50 | -2.50 |
| 134 | 3990.000 | Droite 6 | Pente 3 | 64.264 | 66.535 | 33.858 | 585955.176 | 4061363.778 | 2.50 | -2.50 |
| 135 | 4020.000 | Droite 6 | Pente 3 | 63.354 | 66.395 | 33.858 | 585929.319 | 4061378.991 | 2.50 | -2.50 |
| 136 | 4050.000 | Droite 6 | Pente 3 | 63.305 | 66.255 | 33.858 | 585903.463 | 4061394.205 | 2.50 | -2.50 |
| 137 | 4080.000 | Droite 6 | Pente 3 | 62.913 | 66.115 | 33.858 | 585877.607 | 4061409.418 | 2.50 | -2.50 |
| 138 | 4110.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.929 | 65.975 | 33.858 | 585851.750 | 4061424.631 | 2.50 | -2.50 |
| 139 | 4140.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.719 | 65.834 | 33.858 | 585825.894 | 4061439.845 | 2.50 | -2.50 |
| 140 | 4170.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.420 | 65.694 | 33.858 | 585800.037 | 4061455.058 | 2.50 | -2.50 |
| 141 | 4200.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.123 | 65.554 | 33.858 | 585774.181 | 4061470.272 | 2.50 | -2.50 |
| 142 | 4230.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.026 | 65.414 | 33.858 | 585748.325 | 4061485.485 | 2.50 | -2.50 |
| 143 | 4260.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.923 | 65.273 | 33.858 | 585722.468 | 4061500.699 | 2.50 | -2.50 |
| 144 | 4290.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.669 | 65.133 | 33.858 | 585696.612 | 4061515.912 | 2.50 | -2.50 |
| 145 | 4320.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.169 | 64.993 | 33.858 | 585670.756 | 4061531.125 | 2.50 | -2.50 |
| 146 | 4350.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.825 | 64.853 | 33.858 | 585644.899 | 4061546.339 | 2.50 | -2.50 |
| 147 | 4380.000 | Droite 6 | Pente 3 | 61.095 | 64.712 | 33.858 | 585619.043 | 4061561.552 | 2.50 | -2.50 |
| 148 | 4410.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.865 | 64.572 | 33.858 | 585593.187 | 4061576.766 | 2.50 | -2.50 |
| 149 | 4440.000 | Droite 6 | Pente 3 | 59.919 | 64.432 | 33.858 | 585567.330 | 4061591.979 | 2.50 | -2.50 |
| 150 | 4470.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.253 | 64.292 | 33.858 | 585541.474 | 4061607.193 | 2.50 | -2.50 |
| 151 | 4500.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.270 | 64.151 | 33.858 | 585515.618 | 4061622.406 | 2.50 | -2.50 |
| 152 | 4530.000 | Droite 6 | Pente 3 | 60.403 | 64.011 | 33.858 | 585489.761 | 4061637.620 | 2.50 | -2.50 |
| 153 | 4560.000 | Droite 6 | Pente 3 | 59.972 | 63.871 | 33.858 | 585463.905 | 4061652.833 | 2.50 | -2.50 |
| 154 | 4590.000 | Droite 6 | Pente 3 | 59.467 | 63.731 | 33.858 | 585438.048 | 4061668.046 | 2.50 | -2.50 |
| 155 | 4620.000 | Droite 6 | Pente 3 | 59.038 | 63.590 | 33.858 | 585412.192 | 4061683.260 | 2.50 | -2.50 |
| 156 | 4650.000 | Droite 6 | Pente 3 | 58.741 | 63.450 | 33.858 | 585386.336 | 4061698.473 | 2.50 | -2.50 |
| 157 | 4680.000 | Arc 6 | Pente 3 | 58.916 | 63.310 | 33.407 | 585360.467 | 4061713.665 | 2.50 | -2.50 |
| 158 | 4710.000 | Arc 6 | Pente 3 | 58.446 | 63.170 | 31.497 | 585334.282 | 4061728.304 | 2.50 | -2.50 |
| 159 | 4740.000 | Arc 6 | Pente 3 | 58.617 | 63.029 | 29.587 | 585307.670 | 4061742.150 | 2.50 | -2.50 |
| 160 | 4770.000 | Arc 6 | Pente 3 | 58.742 | 62.889 | 27.678 | 585280.654 | 4061755.192 | 2.50 | -2.50 |
| 161 | 4800.000 | Arc 6 | Pente 3 | 59.038 | 62.749 | 25.768 | 585253.259 | 4061767.418 | 2.50 | -2.50 |
| 162 | 4830.000 | Arc 6 | Pente 3 | 59.278 | 62.609 | 23.858 | 585225.510 | 4061778.816 | 2.50 | -2.50 |
| 163 | 4860.000 | Arc 6 | Pente 3 | 59.911 | 62.468 | 21.948 | 585197.432 | 4061789.377 | 2.50 | -2.50 |
| 164 | 4890.000 | Arc 6 | Pente 3 | 59.409 | 62.328 | 20.038 | 585169.050 | 4061799.091 | 2.50 | -2.50 |
| 165 | 4920.000 | Arc 6 | Pente 3 | 58.394 | 62.188 | 18.128 | 585140.388 | 4061807.950 | 2.50 | -2.50 |
| 166 | 4950.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.796 | 62.048 | 16.218 | 585111.474 | 4061815.944 | 2.50 | -2.50 |
| 167 | 4980.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.977 | 61.907 | 14.309 | 585082.334 | 4061823.068 | 2.50 | -2.50 |
| 168 | 5010.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.153 | 61.767 | 12.399 | 585052.992 | 4061829.314 | 2.50 | -2.50 |
| 169 | 5040.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.943 | 61.627 | 10.489 | 585023.477 | 4061834.678 | 2.50 | -2.50 |
| 170 | 5070.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.912 | 61.487 | 8.579 | 584993.814 | 4061839.154 | 2.50 | -2.50 |
| 171 | 5100.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.803 | 61.346 | 6.669 | 584964.030 | 4061842.738 | 2.50 | -2.50 |
| 172 | 5130.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.799 | 61.206 | 4.759 | 584934.152 | 4061845.427 | 2.50 | -2.50 |
| 173 | 5160.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.678 | 61.066 | 2.849 | 584904.206 | 4061847.218 | 2.50 | -2.50 |
| 174 | 5190.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.634 | 60.926 | 0.940 | 584874.221 | 4061848.111 | 2.50 | -2.50 |
| 175 | 5220.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.655 | 60.785 | 399.030 | 584844.222 | 4061848.104 | 2.50 | -2.50 |
| 176 | 5250.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.625 | 60.645 | 397.120 | 584814.237 | 4061847.197 | 2.50 | -2.50 |
| 177 | 5280.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.644 | 60.505 | 395.210 | 584784.292 | 4061845.391 | 2.50 | -2.50 |
| 178 | 5310.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.764 | 60.365 | 393.300 | 584754.415 | 4061842.687 | 2.50 | -2.50 |
| 179 | 5340.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.927 | 60.224 | 391.390 | 584724.633 | 4061839.089 | 2.50 | -2.50 |
| 180 | 5370.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.078 | 60.084 | 389.480 | 584694.972 | 4061834.598 | 2.50 | -2.50 |
| 181 | 5400.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.372 | 59.944 | 387.571 | 584665.459 | 4061829.221 | 2.50 | -2.50 |
| 182 | 5430.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.042 | 59.804 | 385.661 | 584636.121 | 4061822.960 | 2.50 | -2.50 |
| 183 | 5460.000 | Arc 6 | Pente 3 | 56.854 | 59.663 | 383.751 | 584606.984 | 4061815.822 | 2.50 | -2.50 |
| 184 | 5490.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.005 | 59.523 | 381.841 | 584578.073 | 4061807.813 | 2.50 | -2.50 |
| 185 | 5520.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.366 | 59.383 | 379.931 | 584549.417 | 4061798.941 | 2.50 | -2.50 |

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| 186 | 5550.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.520 | 59.243 | 378.021 | 584521.039 | 4061789.213 | 2.50 | -2.50 |
| 187 | 5580.000 | Arc 6 | Pente 3 | 57.800 | 59.102 | 376.111 | 584492.965 | 4061778.639 | 2.50 | -2.50 |
| 188 | 5610.000 | Arc 6 | Parabole 3 | 57.808 | 58.978 | 374.201 | 584465.222 | 4061767.227 | 2.50 | -2.50 |
| 189 | 5640.000 | Arc 6 | Parabole 3 | 54.154 | 58.953 | 372.292 | 584437.833 | 4061754.988 | 2.50 | -2.50 |
| 190 | 5670.000 | Arc 6 | Parabole 3 | 53.715 | 59.040 | 370.382 | 584410.824 | 4061741.933 | 2.50 | -2.50 |
| 191 | 5700.000 | Arc 6 | Parabole 3 | 52.409 | 59.240 | 368.472 | 584384.219 | 4061728.074 | 2.50 | -2.50 |
| 192 | 5730.000 | Arc 6 | Parabole 3 | 52.353 | 59.553 | 366.562 | 584358.041 | 4061713.423 | 2.50 | -2.50 |
| 193 | 5760.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 53.141 | 59.978 | 366.385 | 584332.125 | 4061698.311 | 2.50 | -2.50 |
| 194 | 5790.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 55.834 | 60.516 | 366.385 | 584306.210 | 4061683.196 | 2.50 | -2.50 |
| 195 | 5820.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 56.352 | 61.166 | 366.385 | 584280.296 | 4061668.082 | 2.50 | -2.50 |
| 196 | 5850.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 59.301 | 61.928 | 366.385 | 584254.382 | 4061652.967 | 2.50 | -2.50 |
| 197 | 5880.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 64.661 | 62.803 | 366.385 | 584228.468 | 4061637.852 | 2.50 | -2.50 |
| 198 | 5910.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 65.317 | 63.791 | 366.385 | 584202.554 | 4061622.738 | 2.50 | -2.50 |
| 199 | 5940.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 65.587 | 64.891 | 366.385 | 584176.639 | 4061607.623 | 2.50 | -2.50 |
| 200 | 5970.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 66.080 | 66.104 | 366.385 | 584150.725 | 4061592.508 | 2.50 | -2.50 |
| 201 | 6000.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 66.838 | 67.429 | 366.385 | 584124.811 | 4061577.393 | 2.50 | -2.50 |
| 202 | 6030.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 67.871 | 68.866 | 366.385 | 584098.897 | 4061562.279 | 2.50 | -2.50 |
| 203 | 6060.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 70.506 | 70.416 | 366.385 | 584072.983 | 4061547.164 | 2.50 | -2.50 |
| 204 | 6090.000 | Droite 7 | Parabole 3 | 73.859 | 72.079 | 366.385 | 584047.069 | 4061532.049 | 2.50 | -2.50 |
| 205 | 6120.000 | Droite 7 | Pente 4 | 78.279 | 73.845 | 366.385 | 584021.154 | 4061516.934 | 2.50 | -2.50 |
| 206 | 6150.000 | Droite 7 | Pente 4 | 85.034 | 75.633 | 366.385 | 583995.240 | 4061501.820 | 2.50 | -2.50 |
| 207 | 6180.000 | Droite 7 | Pente 4 | 91.416 | 77.421 | 366.385 | 583969.326 | 4061486.705 | 2.50 | -2.50 |
| 208 | 6210.000 | Droite 7 | Pente 4 | 96.953 | 79.209 | 366.385 | 583943.412 | 4061471.590 | 2.50 | -2.50 |
| 209 | 6240.000 | Droite 7 | Pente 4 | 101.678 | 80.996 | 366.385 | 583917.498 | 4061456.476 | 2.50 | -2.50 |
| 210 | 6270.000 | Droite 7 | Pente 4 | 106.091 | 82.784 | 366.385 | 583891.583 | 4061441.361 | 2.50 | -2.50 |
| 211 | 6300.000 | Droite 7 | Pente 4 | 109.947 | 84.572 | 366.385 | 583865.669 | 4061426.246 | 2.50 | -2.50 |
| 212 | 6330.000 | Droite 7 | Pente 4 | 112.132 | 86.360 | 366.385 | 583839.755 | 4061411.131 | 2.50 | -2.50 |
| 213 | 6360.000 | Droite 7 | Pente 4 | 115.900 | 88.147 | 366.385 | 583813.841 | 4061396.017 | 2.50 | -2.50 |
| 214 | 6390.000 | Droite 7 | Pente 4 | 119.305 | 89.935 | 366.385 | 583787.927 | 4061380.902 | 2.50 | -2.50 |
| 215 | 6420.000 | Droite 7 | Pente 4 | 122.725 | 91.723 | 366.385 | 583762.012 | 4061365.787 | 2.50 | -2.50 |
| 216 | 6450.000 | Droite 7 | Pente 4 | 125.841 | 93.511 | 367.146 | 583736.063 | 4061350.734 | 2.50 | -2.50 |
| 217 | 6480.000 | Droite 7 | Pente 4 | 128.259 | 95.298 | 369.056 | 583709.751 | 4061336.324 | 2.50 | -2.50 |
| 218 | 6510.000 | Droite 7 | Pente 4 | 129.791 | 97.086 | 370.966 | 583683.020 | 4061322.709 | 2.50 | -2.50 |
| 219 | 6540.000 | Droite 7 | Pente 4 | 129.713 | 98.874 | 372.876 | 583655.892 | 4061309.903 | 2.50 | -2.50 |
| 220 | 6570.000 | Droite 7 | Pente 4 | 130.182 | 100.661 | 374.786 | 583628.392 | 4061297.916 | 2.50 | -2.50 |
| 221 | 6600.000 | Droite 7 | Pente 4 | 127.912 | 102.449 | 376.695 | 583600.545 | 4061286.759 | 2.50 | -2.50 |
| 222 | 6630.000 | Droite 7 | Pente 4 | 127.944 | 104.237 | 378.605 | 583572.376 | 4061276.442 | 2.50 | -2.50 |
| 223 | 6660.000 | Droite 7 | Pente 4 | 130.412 | 106.025 | 380.515 | 583543.910 | 4061266.975 | 2.50 | -2.50 |
| 224 | 6690.000 | Droite 7 | Pente 4 | 135.122 | 107.812 | 382.425 | 583515.173 | 4061258.366 | 2.50 | -2.50 |
| 225 | 6720.000 | Droite 7 | Pente 4 | 138.104 | 109.600 | 384.335 | 583486.191 | 4061250.623 | 2.50 | -2.50 |
| 226 | 6750.000 | Droite 7 | Pente 4 | 139.328 | 111.388 | 386.245 | 583456.989 | 4061243.753 | 2.50 | -2.50 |
| 227 | 6780.000 | Droite 7 | Pente 4 | 140.565 | 113.176 | 388.155 | 583427.595 | 4061237.761 | 2.50 | -2.50 |
| 228 | 6810.000 | Droite 7 | Pente 4 | 142.265 | 114.963 | 390.064 | 583398.034 | 4061232.655 | 2.50 | -2.50 |
| 229 | 6840.000 | Droite 7 | Pente 4 | 145.514 | 116.751 | 391.974 | 583368.333 | 4061228.437 | 2.50 | -2.50 |
| 230 | 6870.000 | Droite 7 | Pente 4 | 142.521 | 118.539 | 393.884 | 583338.519 | 4061225.112 | 2.50 | -2.50 |
| 231 | 6900.000 | Droite 7 | Pente 4 | 139.831 | 120.327 | 395.794 | 583308.618 | 4061222.682 | 2.50 | -2.50 |
| 232 | 6930.000 | Droite 7 | Pente 4 | 138.304 | 122.114 | 397.704 | 583278.659 | 4061221.151 | 2.50 | -2.50 |
| 233 | 6960.000 | Droite 7 | Pente 4 | 139.820 | 123.902 | 399.614 | 583248.666 | 4061220.519 | 2.50 | -2.50 |
| 234 | 6990.000 | Droite 7 | Pente 4 | 141.585 | 125.690 | 1.524 | 583218.669 | 4061220.787 | 2.50 | -2.50 |
| 235 | 7020.000 | Droite 7 | Pente 4 | 145.819 | 127.477 | 2.934 | 583188.691 | 4061221.924 | 2.50 | -2.50 |
| 236 | 7050.000 | Droite 7 | Pente 4 | 146.522 | 129.265 | 2.934 | 583158.723 | 4061223.306 | 2.50 | -2.50 |
| 237 | 7080.000 | Droite 7 | Pente 4 | 141.160 | 131.053 | 2.934 | 583128.755 | 4061224.689 | 2.50 | -2.50 |
| 238 | 7110.000 | Droite 7 | Pente 4 | 135.600 | 132.841 | 2.934 | 583098.787 | 4061226.071 | 2.50 | -2.50 |
| 239 | 7140.000 | Droite 7 | Pente 4 | 137.826 | 134.628 | 2.934 | 583068.819 | 4061227.453 | 2.50 | -2.50 |
| 240 | 7170.000 | Droite 7 | Pente 4 | 140.161 | 136.416 | 2.934 | 583038.850 | 4061228.835 | 2.50 | -2.50 |
| 241 | 7200.000 | Droite 7 | Pente 4 | 139.440 | 138.204 | 2.934 | 583008.882 | 4061230.217 | 2.50 | -2.50 |
| 242 | 7230.000 | Droite 7 | Pente 4 | 142.590 | 139.992 | 2.934 | 582978.914 | 4061231.600 | 2.50 | -2.50 |
| 243 | 7260.000 | Droite 7 | Pente 4 | 145.017 | 141.779 | 2.934 | 582948.946 | 4061232.982 | 2.50 | -2.50 |
| 244 | 7290.000 | Clothoïde 1 | Pente 4 | 147.164 | 143.567 | 2.883 | 582918.978 | 4061234.361 | 2.50 | -2.50 |
| 245 | 7320.000 | Clothoïde 1 | Pente 4 | 150.078 | 145.355 | 2.302 | 582889.004 | 4061235.608 | 2.50 | -2.50 |
| 246 | 7350.000 | Clothoïde 1 | Pente 4 | 155.163 | 147.143 | 1.078 | 582859.015 | 4061236.429 | 2.50 | -2.50 |
| 247 | 7380.000 | Clothoïde 1 | Pente 4 | 159.496 | 148.930 | 399.210 | 582829.017 | 4061236.523 | 2.50 | -2.50 |
| 248 | 7410.000 | Arc 7 | Pente 4 | 162.263 | 150.718 | 396.703 | 582799.033 | 4061235.584 | 2.50 | -2.50 |

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| 249 | 7440.000 | Arc 7 | Pente 4 | 164.923 | 152.506 | 393.947 | 582769.116 | 4061233.383 | 2.50 | -2.50 |
| 250 | 7470.000 | Arc 7 | Pente 4 | 167.479 | 154.293 | 391.191 | 582739.323 | 4061229.889 | 2.50 | -2.50 |
| 251 | 7500.000 | Arc 7 | Pente 4 | 169.877 | 156.081 | 388.435 | 582709.709 | 4061225.109 | 2.50 | -2.50 |
| 252 | 7530.000 | Arc 7 | Pente 4 | 172.420 | 157.869 | 385.679 | 582680.329 | 4061219.052 | 2.50 | -2.50 |
| 253 | 7560.000 | Arc 7 | Pente 4 | 174.568 | 159.657 | 382.922 | 582651.239 | 4061211.729 | 2.50 | -2.50 |
| 254 | 7590.000 | Arc 7 | Pente 4 | 175.962 | 161.444 | 380.166 | 582622.493 | 4061203.154 | 2.50 | -2.50 |
| 255 | 7620.000 | Arc 7 | Pente 4 | 176.944 | 163.232 | 377.410 | 582594.145 | 4061193.343 | 2.50 | -2.50 |
| 256 | 7650.000 | Arc 7 | Pente 4 | 176.556 | 165.020 | 374.654 | 582566.248 | 4061182.315 | 2.50 | -2.50 |
| 257 | 7680.000 | Arc 7 | Pente 4 | 178.243 | 166.808 | 371.898 | 582538.855 | 4061170.089 | 2.50 | -2.50 |
| 258 | 7710.000 | Arc 7 | Pente 4 | 181.505 | 168.595 | 369.142 | 582512.016 | 4061156.689 | 2.50 | -2.50 |
| 259 | 7740.000 | Arc 7 | Pente 4 | 182.600 | 170.383 | 366.386 | 582485.783 | 4061142.141 | 2.50 | -2.50 |
| 260 | 7770.000 | Arc 7 | Pente 4 | 184.010 | 172.171 | 363.630 | 582460.204 | 4061126.470 | 2.50 | -2.50 |
| 261 | 7800.000 | Arc 7 | Parabole 4 | 185.596 | 173.923 | 360.874 | 582435.327 | 4061109.707 | 2.50 | -2.50 |
| 262 | 7830.000 | Arc 7 | Parabole 4 | 186.741 | 175.600 | 358.118 | 582411.198 | 4061091.884 | 2.50 | -2.50 |
| 263 | 7860.000 | Arc 7 | Parabole 4 | 189.443 | 177.202 | 355.362 | 582387.864 | 4061073.032 | 2.50 | -2.50 |
| 264 | 7890.000 | Clothoïde 2 | Parabole 4 | 191.392 | 178.729 | 352.915 | 582365.342 | 4061053.217 | 2.50 | -2.50 |
| 265 | 7920.000 | Clothoïde 2 | Parabole 4 | 192.722 | 180.181 | 351.472 | 582343.439 | 4061032.718 | 2.50 | -2.50 |
| 266 | 7950.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 193.665 | 181.558 | 351.103 | 582321.834 | 4061011.903 | 2.50 | -2.50 |
| 267 | 7980.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 189.384 | 182.860 | 351.103 | 582300.257 | 4060991.061 | 2.50 | -2.50 |
| 268 | 8010.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 190.840 | 184.087 | 351.103 | 582278.679 | 4060970.218 | 2.50 | -2.50 |
| 269 | 8040.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 188.411 | 185.239 | 351.103 | 582257.102 | 4060949.376 | 2.50 | -2.50 |
| 270 | 8070.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 185.377 | 186.316 | 351.103 | 582235.524 | 4060928.533 | 2.50 | -2.50 |
| 271 | 8100.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 183.372 | 187.318 | 351.103 | 582213.947 | 4060907.691 | 2.50 | -2.50 |
| 272 | 8130.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 183.389 | 188.245 | 351.103 | 582192.369 | 4060886.848 | 2.50 | -2.50 |
| 273 | 8160.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 188.860 | 189.097 | 351.103 | 582170.792 | 4060866.006 | 2.50 | -2.50 |
| 274 | 8190.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 185.985 | 189.874 | 351.103 | 582149.214 | 4060845.163 | 2.50 | -2.50 |
| 275 | 8220.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 190.833 | 190.576 | 351.103 | 582127.637 | 4060824.321 | 2.50 | -2.50 |
| 276 | 8250.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 196.077 | 191.204 | 351.103 | 582106.059 | 4060803.478 | 2.50 | -2.50 |
| 277 | 8280.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 196.404 | 191.756 | 351.103 | 582084.482 | 4060782.636 | 2.50 | -2.50 |
| 278 | 8310.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 198.767 | 192.233 | 351.103 | 582062.904 | 4060761.793 | 2.50 | -2.50 |
| 279 | 8340.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 201.426 | 192.635 | 351.103 | 582041.327 | 4060740.951 | 2.50 | -2.50 |
| 280 | 8370.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 204.899 | 192.962 | 351.103 | 582019.749 | 4060720.108 | 2.50 | -2.50 |
| 281 | 8400.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 206.167 | 193.214 | 351.103 | 581998.172 | 4060699.266 | 2.50 | -2.50 |
| 282 | 8430.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 203.166 | 193.391 | 351.103 | 581976.594 | 4060678.423 | 2.50 | -2.50 |
| 283 | 8460.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 202.112 | 193.493 | 351.103 | 581955.016 | 4060657.581 | 2.50 | -2.50 |
| 284 | 8490.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 199.941 | 193.520 | 351.103 | 581933.439 | 4060636.738 | 2.50 | -2.50 |
| 285 | 8520.000 | Droite 8 | Parabole 4 | 196.423 | 193.472 | 351.103 | 581911.861 | 4060615.896 | 2.50 | -2.50 |
| 286 | 8550.000 | Droite 8 | Pente 5 | 194.688 | 193.350 | 351.103 | 581890.284 | 4060595.053 | 2.50 | -2.50 |
| 287 | 8580.000 | Droite 8 | Pente 5 | 190.686 | 193.200 | 351.103 | 581868.706 | 4060574.211 | 2.50 | -2.50 |
| 288 | 8610.000 | Droite 8 | Pente 5 | 186.122 | 193.050 | 351.103 | 581847.129 | 4060553.368 | 2.50 | -2.50 |
| 289 | 8640.000 | Droite 8 | Pente 5 | 189.010 | 192.900 | 351.103 | 581825.551 | 4060532.526 | 2.50 | -2.50 |
| 290 | 8670.000 | Droite 8 | Pente 5 | 188.500 | 192.750 | 351.103 | 581803.974 | 4060511.683 | 2.50 | -2.50 |
| 291 | 8700.000 | Droite 8 | Pente 5 | 188.966 | 192.600 | 351.103 | 581782.396 | 4060490.840 | 2.50 | -2.50 |
| 292 | 8730.000 | Droite 8 | Pente 5 | 188.990 | 192.450 | 351.103 | 581760.819 | 4060469.998 | 2.50 | -2.50 |
| 293 | 8760.000 | Droite 8 | Pente 5 | 191.738 | 192.301 | 351.103 | 581739.241 | 4060449.155 | 2.50 | -2.50 |
| 294 | 8790.000 | Droite 8 | Pente 5 | 192.181 | 192.151 | 351.103 | 581717.664 | 4060428.313 | 2.50 | -2.50 |
| 295 | 8820.000 | Droite 8 | Pente 5 | 193.829 | 192.001 | 351.103 | 581696.086 | 4060407.470 | 2.50 | -2.50 |
| 296 | 8850.000 | Droite 8 | Pente 5 | 197.053 | 191.851 | 351.103 | 581674.509 | 4060386.628 | 2.50 | -2.50 |
| 297 | 8880.000 | Droite 8 | Pente 5 | 198.135 | 191.701 | 351.103 | 581652.931 | 4060365.785 | 2.50 | -2.50 |
| 298 | 8910.000 | Droite 8 | Pente 5 | 197.783 | 191.551 | 351.103 | 581631.354 | 4060344.943 | 2.50 | -2.50 |
| 299 | 8940.000 | Droite 8 | Pente 5 | 193.185 | 191.401 | 351.103 | 581609.776 | 4060324.100 | 2.50 | -2.50 |
| 300 | 8948.114 | Droite 8 | Pente 5 | 191.361 | 191.361 | 351.103 | 581603.940 | 4060318.463 | 2.50 | -2.50 |

# Cubatures Déblai Remblai (compensé)

| Num. | Abscisse | Longueur | Surfaces | | Volumes Partiels | | Volumes Cumulés | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Déblai | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai | Remblai |
| 1 | 0.000 | 15.00 | 1727.83 | 0.00 | 25917.500 | 0.000 | 25918 | 0 |
| 2 | 30.000 | 30.00 | 2002.51 | 0.00 | 60075.282 | 0.000 | 85993 | 0 |
| 3 | 60.000 | 30.00 | 1941.92 | 0.00 | 58257.574 | 0.000 | 144250 | 0 |
| 4 | 90.000 | 30.00 | 1927.91 | 0.00 | 57837.286 | 0.000 | 202088 | 0 |
| 5 | 120.000 | 30.00 | 2031.88 | 0.00 | 60956.281 | 0.000 | 263044 | 0 |
| 6 | 150.000 | 30.00 | 2096.70 | 0.00 | 62901.117 | 0.000 | 325945 | 0 |
| 7 | 180.000 | 30.00 | 2012.36 | 0.00 | 60370.709 | 0.000 | 386316 | 0 |
| 8 | 210.000 | 30.00 | 1952.79 | 0.22 | 58605.611 | 6.527 | 444921 | 7 |
| 9 | 240.000 | 30.00 | 1884.72 | 5.21 | 56448.186 | 156.466 | 501370 | 163 |
| 10 | 270.000 | 30.00 | 1189.33 | 6.58 | 34253.801 | 198.703 | 535623 | 362 |
| 11 | 300.000 | 30.00 | 1322.46 | 5.62 | 38108.621 | 170.189 | 573732 | 532 |
| 12 | 330.000 | 30.00 | 1369.21 | 11.76 | 39438.042 | 355.641 | 613170 | 888 |
| 13 | 360.000 | 30.00 | 1535.69 | 5.02 | 44266.685 | 152.111 | 657437 | 1040 |
| 14 | 390.000 | 30.00 | 2459.13 | 0.40 | 72883.977 | 12.056 | 730321 | 1052 |
| 15 | 420.000 | 30.00 | 2412.53 | 0.00 | 71525.569 | 0.000 | 801846 | 1052 |
| 16 | 450.000 | 30.00 | 2395.04 | 0.00 | 71038.667 | 0.000 | 872885 | 1052 |
| 17 | 480.000 | 30.00 | 2494.71 | 0.00 | 73922.324 | 0.000 | 946807 | 1052 |
| 18 | 510.000 | 30.00 | 2884.71 | 0.00 | 85401.270 | 0.000 | 1032209 | 1052 |
| 19 | 540.000 | 30.00 | 1755.31 | 0.14 | 53121.667 | 4.026 | 1085330 | 1056 |
| 20 | 570.000 | 30.00 | 2073.24 | 0.05 | 62408.197 | 1.351 | 1147738 | 1057 |
| 21 | 600.000 | 30.00 | 2015.49 | 0.07 | 60671.840 | 1.999 | 1208410 | 1059 |
| 22 | 630.000 | 30.00 | 1708.91 | 0.13 | 51789.597 | 3.554 | 1260200 | 1063 |
| 23 | 660.000 | 30.00 | 1597.17 | 0.13 | 48478.383 | 3.629 | 1308678 | 1066 |
| 24 | 690.000 | 30.00 | 1683.11 | 0.09 | 50893.219 | 2.549 | 1359571 | 1069 |
| 25 | 720.000 | 30.00 | 1525.19 | 0.14 | 46350.258 | 3.953 | 1405922 | 1073 |
| 26 | 750.000 | 30.00 | 2854.33 | 0.00 | 84490.609 | 0.000 | 1490412 | 1073 |
| 27 | 780.000 | 30.00 | 2570.64 | 0.00 | 76141.632 | 0.000 | 1566554 | 1073 |
| 28 | 810.000 | 30.00 | 2327.65 | 0.74 | 69035.317 | 22.364 | 1635589 | 1095 |
| 29 | 840.000 | 30.00 | 1557.83 | 1.87 | 46690.289 | 56.114 | 1682280 | 1151 |
| 30 | 870.000 | 30.00 | 1285.79 | 8.33 | 38573.721 | 249.853 | 1720853 | 1401 |
| 31 | 900.000 | 30.00 | 760.38 | 27.24 | 22811.492 | 817.113 | 1743665 | 2218 |
| 32 | 930.000 | 30.00 | 571.89 | 42.20 | 17156.607 | 1266.014 | 1760821 | 3484 |
| 33 | 960.000 | 30.00 | 531.51 | 57.87 | 15945.152 | 1736.056 | 1776766 | 5220 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 34 | 990.000 | 30.00 | 0.00 | 60.27 | 0.000 | 1808.212 | 1776766 | 7028 |
| 35 | 1020.000 | 30.00 | 0.00 | 90.80 | 0.000 | 2723.982 | 1776766 | 9752 |
| 36 | 1050.000 | 30.00 | 740.85 | 89.84 | 22225.374 | 2695.346 | 1798992 | 12448 |
| 37 | 1080.000 | 30.00 | 0.00 | 110.48 | 0.000 | 3314.263 | 1798992 | 15762 |
| 38 | 1110.000 | 30.00 | 0.00 | 125.16 | 0.000 | 3754.829 | 1798992 | 19517 |
| 39 | 1140.000 | 30.00 | 0.00 | 128.87 | 0.000 | 3866.072 | 1798992 | 23383 |
| 40 | 1170.000 | 30.00 | 0.00 | 139.21 | 0.000 | 4176.205 | 1798992 | 27559 |
| 41 | 1200.000 | 30.00 | 0.00 | 145.87 | 0.000 | 4368.007 | 1798992 | 31927 |
| 42 | 1230.000 | 30.00 | 0.00 | 140.45 | 0.000 | 4198.715 | 1798992 | 36126 |
| 43 | 1260.000 | 30.00 | 0.00 | 151.23 | 0.000 | 4521.522 | 1798992 | 40647 |
| 44 | 1290.000 | 30.00 | 0.00 | 157.20 | 0.000 | 4700.017 | 1798992 | 45347 |
| 45 | 1320.000 | 30.00 | 0.00 | 171.31 | 0.000 | 5126.851 | 1798992 | 50474 |
| 46 | 1350.000 | 30.00 | 0.00 | 163.09 | 0.000 | 4888.031 | 1798992 | 55362 |
| 47 | 1380.000 | 30.00 | 0.00 | 148.94 | 0.000 | 4466.879 | 1798992 | 59829 |
| 48 | 1410.000 | 30.00 | 0.00 | 129.36 | 0.000 | 3882.059 | 1798992 | 63711 |
| 49 | 1440.000 | 30.00 | 0.00 | 119.20 | 0.000 | 3573.304 | 1798992 | 67285 |
| 50 | 1470.000 | 30.00 | 0.00 | 98.41 | 0.000 | 2940.552 | 1798992 | 70225 |
| 51 | 1500.000 | 30.00 | 1090.44 | 72.55 | 34332.966 | 2157.122 | 1833325 | 72382 |
| 52 | 1530.000 | 30.00 | 1320.62 | 71.34 | 41551.786 | 2118.229 | 1874877 | 74500 |
| 53 | 1560.000 | 30.00 | 1452.29 | 59.83 | 45677.493 | 1772.516 | 1920554 | 76273 |
| 54 | 1590.000 | 30.00 | 1312.64 | 76.52 | 41311.208 | 2273.744 | 1961865 | 78547 |
| 55 | 1620.000 | 30.00 | 0.00 | 98.41 | 0.000 | 2941.269 | 1961865 | 81488 |
| 56 | 1650.000 | 30.00 | 0.00 | 101.86 | 0.000 | 3049.675 | 1961865 | 84538 |
| 57 | 1680.000 | 30.00 | 0.00 | 86.62 | 0.000 | 2589.231 | 1961865 | 87127 |
| 58 | 1710.000 | 30.00 | 1186.14 | 14.94 | 37286.913 | 442.193 | 1999152 | 87569 |
| 59 | 1740.000 | 30.00 | 2482.79 | 0.00 | 75412.694 | 0.000 | 2074565 | 87569 |
| 60 | 1770.000 | 30.00 | 3024.08 | 0.00 | 94468.354 | 0.000 | 2169033 | 87569 |
| 61 | 1800.000 | 30.00 | 3234.28 | 0.00 | 95934.706 | 0.000 | 2264968 | 87569 |
| 62 | 1830.000 | 30.00 | 3794.70 | 0.00 | 113320.499 | 0.000 | 2378288 | 87569 |
| 63 | 1860.000 | 30.00 | 4556.18 | 0.00 | 136490.038 | 0.000 | 2514779 | 87569 |
| 64 | 1890.000 | 30.00 | 3906.17 | 0.09 | 119300.957 | 2.568 | 2634079 | 87572 |
| 65 | 1920.000 | 30.00 | 4895.74 | 0.10 | 148554.074 | 2.773 | 2782634 | 87574 |
| 66 | 1950.000 | 30.00 | 4440.27 | 0.14 | 132178.286 | 4.004 | 2914812 | 87578 |
| 67 | 1980.000 | 30.00 | 4666.92 | 0.16 | 139255.813 | 4.626 | 3054068 | 87583 |
| 68 | 2010.000 | 30.00 | 3523.49 | 0.14 | 105571.644 | 4.241 | 3159639 | 87587 |
| 69 | 2040.000 | 30.00 | 3805.00 | 0.07 | 111843.556 | 2.216 | 3271483 | 87590 |
| 70 | 2070.000 | 30.00 | 4417.34 | 0.00 | 132529.968 | 0.000 | 3404013 | 87590 |
| 71 | 2100.000 | 30.00 | 3587.36 | 0.00 | 107646.995 | 0.000 | 3511660 | 87590 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 72 | 2130.000 | 30.00 | 2955.06 | 0.00 | 88507.884 | 0.000 | 3600168 | 87590 |
| 73 | 2160.000 | 30.00 | 2413.64 | 5.84 | 71996.262 | 174.314 | 3672164 | 87764 |
| 74 | 2190.000 | 30.00 | 1214.43 | 80.42 | 34586.990 | 2422.450 | 3706751 | 90186 |
| 75 | 2220.000 | 30.00 | 830.61 | 143.65 | 23796.600 | 4350.406 | 3730548 | 94537 |
| 76 | 2250.000 | 30.00 | 1066.99 | 129.13 | 30415.416 | 3904.537 | 3760963 | 98441 |
| 77 | 2280.000 | 30.00 | 0.00 | 283.03 | 0.000 | 8548.955 | 3760963 | 106990 |
| 78 | 2310.000 | 30.00 | 0.00 | 521.81 | 0.000 | 15663.899 | 3760963 | 122654 |
| 79 | 2340.000 | 30.00 | 0.00 | 506.18 | 0.000 | 15143.965 | 3760963 | 137798 |
| 80 | 2370.000 | 30.00 | 0.00 | 439.87 | 0.000 | 13105.668 | 3760963 | 150904 |
| 81 | 2400.000 | 30.00 | 1030.89 | 173.23 | 32472.308 | 5136.981 | 3793435 | 156041 |
| 82 | 2430.000 | 30.00 | 1424.74 | 11.17 | 44786.466 | 329.359 | 3838222 | 156370 |
| 83 | 2460.000 | 30.00 | 2533.61 | 0.00 | 77384.759 | 0.000 | 3915606 | 156370 |
| 84 | 2490.000 | 30.00 | 3222.32 | 0.00 | 97586.051 | 0.000 | 4013193 | 156370 |
| 85 | 2520.000 | 30.00 | 2288.03 | 0.10 | 68640.807 | 3.115 | 4081833 | 156373 |
| 86 | 2550.000 | 30.00 | 2611.85 | 0.09 | 78355.535 | 2.600 | 4160189 | 156376 |
| 87 | 2580.000 | 30.00 | 4016.96 | 0.00 | 120508.816 | 0.000 | 4280698 | 156376 |
| 88 | 2610.000 | 30.00 | 4286.82 | 0.00 | 128604.514 | 0.000 | 4409302 | 156376 |
| 89 | 2640.000 | 30.00 | 4421.61 | 0.00 | 132648.391 | 0.000 | 4541951 | 156376 |
| 90 | 2670.000 | 30.00 | 4160.67 | 0.00 | 124820.062 | 0.000 | 4666771 | 156376 |
| 91 | 2700.000 | 30.00 | 3754.46 | 0.00 | 112633.738 | 0.000 | 4779404 | 156376 |
| 92 | 2730.000 | 30.00 | 3048.50 | 0.00 | 91454.971 | 0.000 | 4870859 | 156376 |
| 93 | 2760.000 | 30.00 | 2289.52 | 0.00 | 68685.592 | 0.000 | 4939545 | 156376 |
| 94 | 2790.000 | 30.00 | 2.79 | 26.20 | 83.723 | 785.852 | 4939629 | 157162 |
| 95 | 2820.000 | 30.00 | 0.00 | 233.59 | 0.000 | 7007.740 | 4939629 | 164169 |
| 96 | 2850.000 | 30.00 | 0.00 | 275.13 | 0.000 | 8253.790 | 4939629 | 172423 |
| 97 | 2880.000 | 30.00 | 0.00 | 270.66 | 0.000 | 8117.407 | 4939629 | 180541 |
| 98 | 2910.000 | 30.00 | 0.00 | 257.19 | 0.000 | 7714.215 | 4939629 | 188255 |
| 99 | 2940.000 | 30.00 | 0.00 | 231.29 | 0.000 | 6938.137 | 4939629 | 195193 |
| 100 | 2970.000 | 30.00 | 0.00 | 202.29 | 0.000 | 6071.530 | 4939629 | 201264 |
| 101 | 3000.000 | 30.00 | 0.00 | 171.70 | 0.000 | 5147.385 | 4939629 | 206412 |
| 102 | 3030.000 | 30.00 | 0.00 | 135.55 | 0.000 | 4058.549 | 4939629 | 210470 |
| 103 | 3060.000 | 30.00 | 449.57 | 90.62 | 13990.262 | 2701.443 | 4953619 | 213172 |
| 104 | 3090.000 | 30.00 | 660.05 | 45.92 | 20364.628 | 1364.696 | 4973984 | 214537 |
| 105 | 3120.000 | 30.00 | 600.43 | 27.12 | 18012.970 | 813.656 | 4991997 | 215350 |
| 106 | 3150.000 | 30.00 | 476.06 | 26.51 | 14281.905 | 795.338 | 5006278 | 216146 |
| 107 | 3180.000 | 30.00 | 354.66 | 48.98 | 10639.898 | 1469.484 | 5016918 | 217615 |
| 108 | 3210.000 | 30.00 | 0.00 | 38.63 | 0.000 | 1158.846 | 5016918 | 218774 |
| 109 | 3240.000 | 30.00 | 0.00 | 21.63 | 0.000 | 649.042 | 5016918 | 219423 |
| 110 | 3270.000 | 30.00 | 1834.40 | 7.25 | 55032.022 | 217.597 | 5071950 | 219640 |
| 111 | 3300.000 | 30.00 | 1923.06 | 0.02 | 57691.754 | 0.699 | 5129642 | 219641 |
| 112 | 3330.000 | 30.00 | 2107.32 | 0.00 | 63219.587 | 0.000 | 5192862 | 219641 |
| 113 | 3360.000 | 30.00 | 2437.92 | 0.00 | 73137.549 | 0.000 | 5265999 | 219641 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114 | 3390.000 | 30.00 | 2688.55 | 0.00 | 80656.444 | 0.000 | 5346656 | 219641 |
| 115 | 3420.000 | 30.00 | 2815.29 | 0.00 | 84458.593 | 0.000 | 5431114 | 219641 |
| 116 | 3450.000 | 30.00 | 2684.92 | 0.00 | 79790.260 | 0.000 | 5510905 | 219641 |
| 117 | 3480.000 | 30.00 | 2338.86 | 0.00 | 69716.095 | 0.000 | 5580621 | 219641 |
| 118 | 3510.000 | 30.00 | 2160.12 | 0.00 | 64499.321 | 0.000 | 5645120 | 219641 |
| 119 | 3540.000 | 30.00 | 2165.58 | 0.00 | 64591.640 | 0.000 | 5709712 | 219641 |
| 120 | 3570.000 | 30.00 | 1899.09 | 0.00 | 56997.070 | 0.000 | 5766709 | 219641 |
| 121 | 3600.000 | 30.00 | 1574.12 | 0.00 | 47731.060 | 0.000 | 5814440 | 219641 |
| 122 | 3630.000 | 30.00 | 1655.43 | 2.10 | 49984.175 | 63.520 | 5864424 | 219705 |
| 123 | 3660.000 | 30.00 | 1905.36 | 11.75 | 56982.133 | 353.906 | 5921406 | 220059 |
| 124 | 3690.000 | 30.00 | 1969.95 | 17.76 | 58755.822 | 534.380 | 5980162 | 220593 |
| 125 | 3720.000 | 30.00 | 1914.28 | 24.75 | 57128.480 | 741.950 | 6037290 | 221335 |
| 126 | 3750.000 | 30.00 | 843.88 | 24.33 | 26563.553 | 725.926 | 6063854 | 222061 |
| 127 | 3780.000 | 30.00 | 840.74 | 26.78 | 26471.636 | 800.364 | 6090326 | 222861 |
| 128 | 3810.000 | 30.00 | 0.00 | 30.90 | 0.000 | 923.648 | 6090326 | 223785 |
| 129 | 3840.000 | 30.00 | 0.00 | 41.46 | 0.000 | 1243.546 | 6090326 | 225028 |
| 130 | 3870.000 | 30.00 | 0.00 | 50.18 | 0.000 | 1506.088 | 6090326 | 226535 |
| 131 | 3900.000 | 30.00 | 0.00 | 55.38 | 0.000 | 1661.799 | 6090326 | 228196 |
| 132 | 3930.000 | 30.00 | 947.73 | 42.37 | 28431.969 | 1271.005 | 6118758 | 229467 |
| 133 | 3960.000 | 30.00 | 916.20 | 51.23 | 27485.983 | 1536.925 | 6146243 | 231004 |
| 134 | 3990.000 | 30.00 | 0.00 | 48.98 | 0.000 | 1469.534 | 6146243 | 232474 |
| 135 | 4020.000 | 30.00 | 0.00 | 68.03 | 0.000 | 2040.855 | 6146243 | 234515 |
| 136 | 4050.000 | 30.00 | 0.00 | 75.85 | 0.000 | 2275.479 | 6146243 | 236790 |
| 137 | 4080.000 | 30.00 | 0.00 | 76.23 | 0.000 | 2286.755 | 6146243 | 239077 |
| 138 | 4110.000 | 30.00 | 0.00 | 114.92 | 0.000 | 3447.558 | 6146243 | 242524 |
| 139 | 4140.000 | 30.00 | 0.00 | 114.28 | 0.000 | 3428.429 | 6146243 | 245953 |
| 140 | 4170.000 | 30.00 | 0.00 | 116.78 | 0.000 | 3503.398 | 6146243 | 249456 |
| 141 | 4200.000 | 30.00 | 0.00 | 120.70 | 0.000 | 3620.907 | 6146243 | 253077 |
| 142 | 4230.000 | 30.00 | 0.00 | 114.10 | 0.000 | 3422.881 | 6146243 | 256500 |
| 143 | 4260.000 | 30.00 | 0.00 | 106.41 | 0.000 | 3192.349 | 6146243 | 259692 |
| 144 | 4290.000 | 30.00 | 0.00 | 100.21 | 0.000 | 3006.159 | 6146243 | 262699 |
| 145 | 4320.000 | 30.00 | 0.00 | 97.55 | 0.000 | 2926.466 | 6146243 | 265625 |
| 146 | 4350.000 | 30.00 | 0.00 | 112.07 | 0.000 | 3362.217 | 6146243 | 268987 |
| 147 | 4380.000 | 30.00 | 0.00 | 108.64 | 0.000 | 3259.319 | 6146243 | 272247 |
| 148 | 4410.000 | 30.00 | 0.00 | 107.54 | 0.000 | 3226.123 | 6146243 | 275473 |
| 149 | 4440.000 | 30.00 | 0.00 | 117.94 | 0.000 | 3538.300 | 6146243 | 279011 |
| 150 | 4470.000 | 30.00 | 0.00 | 116.01 | 0.000 | 3480.176 | 6146243 | 282491 |
| 151 | 4500.000 | 30.00 | 0.00 | 118.43 | 0.000 | 3552.936 | 6146243 | 286044 |
| 152 | 4530.000 | 30.00 | 0.00 | 117.95 | 0.000 | 3538.514 | 6146243 | 289583 |
| 153 | 4560.000 | 30.00 | 0.00 | 113.72 | 0.000 | 3411.549 | 6146243 | 292994 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 154 | 4590.000 | 30.00 | 0.00 | 123.40 | 0.000 | 3702.040 | 6146243 | 296696 |
| 155 | 4620.000 | 30.00 | 0.00 | 125.96 | 0.000 | 3778.745 | 6146243 | 300475 |
| 156 | 4650.000 | 30.00 | 0.00 | 134.12 | 0.000 | 4023.597 | 6146243 | 304499 |
| 157 | 4680.000 | 30.00 | 0.00 | 124.32 | 0.000 | 3730.779 | 6146243 | 308229 |
| 158 | 4710.000 | 30.00 | 0.00 | 133.71 | 0.000 | 4009.892 | 6146243 | 312239 |
| 159 | 4740.000 | 30.00 | 0.00 | 122.05 | 0.000 | 3662.981 | 6146243 | 315902 |
| 160 | 4770.000 | 30.00 | 0.00 | 115.59 | 0.000 | 3467.491 | 6146243 | 319370 |
| 161 | 4800.000 | 30.00 | 0.00 | 102.22 | 0.000 | 3065.594 | 6146243 | 322435 |
| 162 | 4830.000 | 30.00 | 0.00 | 85.96 | 0.000 | 2572.129 | 6146243 | 325007 |
| 163 | 4860.000 | 30.00 | 0.00 | 57.58 | 0.000 | 1721.436 | 6146243 | 326729 |
| 164 | 4890.000 | 30.00 | 1004.28 | 76.26 | 31597.432 | 2270.133 | 6177841 | 328999 |
| 165 | 4920.000 | 30.00 | 0.00 | 102.26 | 0.000 | 3070.909 | 6177841 | 332070 |
| 166 | 4950.000 | 30.00 | 0.00 | 124.39 | 0.000 | 3725.963 | 6177841 | 335796 |
| 167 | 4980.000 | 30.00 | 0.00 | 150.81 | 0.000 | 4525.268 | 6177841 | 340321 |
| 168 | 5010.000 | 30.00 | 0.00 | 141.22 | 0.000 | 4237.840 | 6177841 | 344559 |
| 169 | 5040.000 | 30.00 | 0.00 | 137.53 | 0.000 | 4125.108 | 6177841 | 348684 |
| 170 | 5070.000 | 30.00 | 0.00 | 136.66 | 0.000 | 4099.746 | 6177841 | 352784 |
| 171 | 5100.000 | 30.00 | 0.00 | 167.75 | 0.000 | 5050.035 | 6177841 | 357834 |
| 172 | 5130.000 | 30.00 | 0.00 | 131.15 | 0.000 | 3936.060 | 6177841 | 361770 |
| 173 | 5160.000 | 30.00 | 0.00 | 128.97 | 0.000 | 3870.914 | 6177841 | 365641 |
| 174 | 5190.000 | 30.00 | 0.00 | 123.28 | 0.000 | 3700.427 | 6177841 | 369341 |
| 175 | 5220.000 | 30.00 | 0.00 | 116.27 | 0.000 | 3489.010 | 6177841 | 372830 |
| 176 | 5250.000 | 30.00 | 0.00 | 112.45 | 0.000 | 3374.271 | 6177841 | 376204 |
| 177 | 5280.000 | 30.00 | 0.00 | 107.76 | 0.000 | 3234.202 | 6177841 | 379439 |
| 178 | 5310.000 | 30.00 | 0.00 | 94.74 | 0.000 | 2841.922 | 6177841 | 382281 |
| 179 | 5340.000 | 30.00 | 0.00 | 82.46 | 0.000 | 2473.318 | 6177841 | 384754 |
| 180 | 5370.000 | 30.00 | 0.00 | 70.64 | 0.000 | 2119.745 | 6177841 | 386874 |
| 181 | 5400.000 | 30.00 | 0.00 | 56.75 | 0.000 | 1703.556 | 6177841 | 388577 |
| 182 | 5430.000 | 30.00 | 0.00 | 63.96 | 0.000 | 1919.063 | 6177841 | 390496 |
| 183 | 5460.000 | 30.00 | 0.00 | 64.16 | 0.000 | 1925.338 | 6177841 | 392422 |
| 184 | 5490.000 | 30.00 | 0.00 | 53.31 | 0.000 | 1598.425 | 6177841 | 394020 |
| 185 | 5520.000 | 30.00 | 0.00 | 37.83 | 0.000 | 1134.903 | 6177841 | 395155 |
| 186 | 5550.000 | 30.00 | 0.00 | 26.90 | 0.000 | 807.169 | 6177841 | 395962 |
| 187 | 5580.000 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 6177841 | 395962 |
| 188 | 5610.000 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 6177841 | 395962 |
| 189 | 5640.000 | 30.00 | 841.10 | 104.73 | 23994.466 | 3161.666 | 6201835 | 399124 |
| 190 | 5670.000 | 30.00 | 0.00 | 169.60 | 0.000 | 5094.480 | 6201835 | 404218 |
| 191 | 5700.000 | 30.00 | 0.00 | 225.64 | 0.000 | 6777.719 | 6201835 | 410996 |
| 192 | 5730.000 | 30.00 | 0.00 | 204.43 | 0.000 | 6122.981 | 6201835 | 417119 |
| 193 | 5760.000 | 30.00 | 0.00 | 196.00 | 0.000 | 5879.922 | 6201835 | 422999 |
| 194 | 5790.000 | 30.00 | 0.00 | 195.13 | 0.000 | 5853.934 | 6201835 | 428853 |
| 195 | 5820.000 | 30.00 | 0.00 | 117.91 | 0.000 | 3537.262 | 6201835 | 432390 |
| 196 | 5850.000 | 30.00 | 1013.40 | 87.42 | 30401.928 | 2622.610 | 6232237 | 435013 |
| 197 | 5880.000 | 30.00 | 1085.37 | 22.87 | 32561.156 | 686.079 | 6264798 | 435699 |
| 198 | 5910.000 | 30.00 | 1798.43 | 0.00 | 53952.869 | 0.000 | 6318751 | 435699 |
| 199 | 5940.000 | 30.00 | 1802.06 | 0.00 | 54061.727 | 0.000 | 6372813 | 435699 |
| 200 | 5970.000 | 30.00 | 1490.44 | 0.04 | 44713.313 | 1.179 | 6417526 | 435700 |
| 201 | 6000.000 | 30.00 | 933.90 | 4.56 | 28016.991 | 136.947 | 6445543 | 435837 |
| 202 | 6030.000 | 30.00 | 946.12 | 13.88 | 28383.552 | 416.286 | 6473927 | 436253 |
| 203 | 6060.000 | 30.00 | 1484.35 | 0.00 | 44530.428 | 0.000 | 6518457 | 436253 |
| 204 | 6090.000 | 30.00 | 1693.94 | 0.00 | 50818.239 | 0.000 | 6569276 | 436253 |
| 205 | 6120.000 | 30.00 | 2031.84 | 0.00 | 60955.285 | 0.000 | 6630231 | 436253 |
| 206 | 6150.000 | 30.00 | 2716.29 | 0.00 | 81488.807 | 0.000 | 6711720 | 436253 |
| 207 | 6180.000 | 30.00 | 3414.13 | 0.00 | 102423.949 | 0.000 | 6814144 | 436253 |
| 208 | 6210.000 | 30.00 | 3830.31 | 0.00 | 114909.385 | 0.000 | 6929053 | 436253 |
| 209 | 6240.000 | 30.00 | 4091.39 | 0.00 | 122741.8 | 0.000 | 7051795 | 436253 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 210 | 6270.000 | 30.00 | 4447.14 | 0.00 | 133414.120 | 0.000 | 7185209 | 436253 |
| 211 | 6300.000 | 30.00 | 4721.53 | 0.00 | 141645.783 | 0.000 | 7326855 | 436253 |
| 212 | 6330.000 | 30.00 | 4845.73 | 0.00 | 145372.019 | 0.000 | 7472227 | 436253 |
| 213 | 6360.000 | 30.00 | 5131.55 | 0.00 | 153946.641 | 0.000 | 7626173 | 436253 |
| 214 | 6390.000 | 30.00 | 5432.07 | 0.00 | 162962.090 | 0.000 | 7789135 | 436253 |
| 215 | 6420.000 | 30.00 | 4187.92 | 0.06 | 125637.520 | 1.727 | 7914773 | 436255 |
| 216 | 6450.000 | 30.00 | 4472.85 | 0.06 | 132956.353 | 1.822 | 8047729 | 436257 |
| 217 | 6480.000 | 30.00 | 4634.11 | 0.05 | 137919.811 | 1.684 | 8185649 | 436258 |
| 218 | 6510.000 | 30.00 | 4538.29 | 0.05 | 135030.859 | 1.570 | 8320680 | 436260 |
| 219 | 6540.000 | 30.00 | 4352.26 | 0.06 | 129698.796 | 1.849 | 8450379 | 436262 |
| 220 | 6570.000 | 30.00 | 4200.58 | 0.07 | 125472.902 | 2.351 | 8575852 | 436264 |
| 221 | 6600.000 | 30.00 | 4009.23 | 0.07 | 119974.227 | 2.303 | 8695826 | 436267 |
| 222 | 6630.000 | 30.00 | 4001.71 | 0.06 | 119890.335 | 2.067 | 8815716 | 436269 |
| 223 | 6660.000 | 30.00 | 4194.15 | 0.09 | 125853.853 | 2.852 | 8941570 | 436271 |
| 224 | 6690.000 | 30.00 | 4288.84 | 0.12 | 128199.888 | 3.816 | 9069770 | 436275 |
| 225 | 6720.000 | 30.00 | 4483.02 | 0.14 | 134035.995 | 4.678 | 9203806 | 436280 |
| 226 | 6750.000 | 30.00 | 4629.25 | 0.11 | 138566.705 | 3.506 | 9342373 | 436283 |
| 227 | 6780.000 | 30.00 | 4249.91 | 0.07 | 126993.852 | 2.429 | 9469367 | 436286 |
| 228 | 6810.000 | 30.00 | 3975.43 | 0.10 | 118599.902 | 3.222 | 9587966 | 436289 |
| 229 | 6840.000 | 30.00 | 3939.28 | 0.12 | 117900.454 | 3.820 | 9705867 | 436293 |
| 230 | 6870.000 | 30.00 | 3729.81 | 0.11 | 112113.148 | 3.481 | 9817980 | 436296 |
| 231 | 6900.000 | 30.00 | 3146.55 | 0.06 | 94683.170 | 1.957 | 9912663 | 436298 |
| 232 | 6930.000 | 30.00 | 2567.93 | 0.07 | 76981.865 | 2.164 | 9989645 | 436301 |
| 233 | 6960.000 | 30.00 | 2254.32 | 0.07 | 67695.178 | 2.200 | 10057340 | 436303 |
| 234 | 6990.000 | 30.00 | 2099.46 | 0.08 | 63169.932 | 2.593 | 10120510 | 436305 |
| 235 | 7020.000 | 30.00 | 1914.97 | 0.07 | 57482.754 | 2.041 | 10177993 | 436307 |
| 236 | 7050.000 | 30.00 | 3250.25 | 0.00 | 97507.395 | 0.000 | 10275500 | 436307 |
| 237 | 7080.000 | 30.00 | 2797.82 | 0.00 | 83934.531 | 0.000 | 10359435 | 436307 |
| 238 | 7110.000 | 30.00 | 2364.16 | 0.00 | 70924.732 | 0.000 | 10430360 | 436307 |
| 239 | 7140.000 | 30.00 | 2269.02 | 0.00 | 68070.553 | 0.000 | 10498430 | 436307 |
| 240 | 7170.000 | 30.00 | 2346.41 | 0.00 | 70392.293 | 0.000 | 10568822 | 436307 |
| 241 | 7200.000 | 30.00 | 1555.85 | 5.97 | 46675.357 | 179.183 | 10615498 | 436487 |
| 242 | 7230.000 | 30.00 | 2160.21 | 0.00 | 64806.338 | 0.000 | 10680304 | 436487 |
| 243 | 7260.000 | 30.00 | 2315.14 | 0.00 | 69454.054 | 0.000 | 10749758 | 436487 |
| 244 | 7290.000 | 30.00 | 2508.50 | 0.00 | 75099.502 | 0.000 | 10824858 | 436487 |
| 245 | 7320.000 | 30.00 | 2686.57 | 0.00 | 80184.153 | 0.000 | 10905042 | 436487 |
| 246 | 7350.000 | 30.00 | 2922.74 | 0.00 | 87211.95 | 0.000 | 10992254 | 436487 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 247 | 7380.000 | 30.00 | 3053.68 | 0.00 | 91525.196 | 0.000 | 11083779 | 436487 |
| 248 | 7410.000 | 30.00 | 3109.92 | 0.00 | 93836.272 | 0.000 | 11177615 | 436487 |
| 249 | 7440.000 | 30.00 | 3156.16 | 0.00 | 95375.902 | 0.000 | 11272991 | 436487 |
| 250 | 7470.000 | 30.00 | 3222.41 | 0.00 | 97442.145 | 0.000 | 11370433 | 436487 |
| 251 | 7500.000 | 30.00 | 3324.68 | 0.00 | 100624.158 | 0.000 | 11471058 | 436487 |
| 252 | 7530.000 | 30.00 | 3482.09 | 0.00 | 105535.309 | 0.000 | 11576593 | 436487 |
| 253 | 7560.000 | 30.00 | 3588.54 | 0.00 | 109104.859 | 0.000 | 11685698 | 436487 |
| 254 | 7590.000 | 30.00 | 1508.24 | 0.22 | 45446.992 | 7.384 | 11731145 | 436494 |
| 255 | 7620.000 | 30.00 | 1005.98 | 0.19 | 30938.647 | 6.434 | 11762083 | 436500 |
| 256 | 7650.000 | 30.00 | 1056.67 | 0.15 | 32413.441 | 4.943 | 11794497 | 436505 |
| 257 | 7680.000 | 30.00 | 2510.69 | 0.00 | 78886.313 | 0.000 | 11873383 | 436505 |
| 258 | 7710.000 | 30.00 | 1403.54 | 0.09 | 42825.435 | 2.854 | 11916209 | 436508 |
| 259 | 7740.000 | 30.00 | 1388.37 | 0.15 | 42162.521 | 5.126 | 11958371 | 436513 |
| 260 | 7770.000 | 30.00 | 1328.61 | 0.11 | 40165.068 | 3.692 | 11998536 | 436517 |
| 261 | 7800.000 | 30.00 | 1579.34 | 0.05 | 47211.923 | 1.747 | 12045748 | 436519 |
| 262 | 7830.000 | 30.00 | 1828.87 | 0.12 | 54092.035 | 4.051 | 12099840 | 436523 |
| 263 | 7860.000 | 30.00 | 3585.65 | 0.00 | 109327.721 | 0.000 | 12209168 | 436523 |
| 264 | 7890.000 | 30.00 | 3814.83 | 0.00 | 115216.639 | 0.000 | 12324384 | 436523 |
| 265 | 7920.000 | 30.00 | 3527.78 | 0.00 | 106254.818 | 0.000 | 12430639 | 436523 |
| 266 | 7950.000 | 30.00 | 3423.18 | 0.00 | 102715.386 | 0.000 | 12533355 | 436523 |
| 267 | 7980.000 | 30.00 | 2926.53 | 0.00 | 87795.936 | 0.000 | 12621151 | 436523 |
| 268 | 8010.000 | 30.00 | 2642.15 | 0.00 | 79264.546 | 0.000 | 12700415 | 436523 |
| 269 | 8040.000 | 30.00 | 2147.20 | 0.00 | 64415.886 | 0.000 | 12764831 | 436523 |
| 270 | 8070.000 | 30.00 | 1265.88 | 39.13 | 37976.339 | 1173.924 | 12802807 | 437697 |
| 271 | 8100.000 | 30.00 | 1046.30 | 122.16 | 31388.891 | 3664.856 | 12834196 | 441362 |
| 272 | 8130.000 | 30.00 | 0.00 | 147.30 | 0.000 | 4419.035 | 12834196 | 445781 |
| 273 | 8160.000 | 30.00 | 1664.62 | 0.02 | 49938.455 | 0.461 | 12884135 | 445781 |
| 274 | 8190.000 | 30.00 | 1114.14 | 114.93 | 33424.312 | 3447.786 | 12917559 | 449229 |
| 275 | 8220.000 | 30.00 | 1253.84 | 14.65 | 37615.210 | 439.379 | 12955174 | 449668 |
| 276 | 8250.000 | 30.00 | 2150.69 | 0.00 | 64520.839 | 0.000 | 13019695 | 449668 |
| 277 | 8280.000 | 30.00 | 2380.95 | 0.00 | 71428.432 | 0.000 | 13091123 | 449668 |
| 278 | 8310.000 | 30.00 | 2625.61 | 0.00 | 78768.351 | 0.000 | 13169892 | 449668 |
| 279 | 8340.000 | 30.00 | 2951.36 | 0.00 | 88540.793 | 0.000 | 13258433 | 449668 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 280 | 8370.000 | 30.00 | 3320.42 | 0.00 | 99612.686 | 0.000 | 13358045 | 449668 |
| 281 | 8400.000 | 30.00 | 3675.68 | 0.00 | 110270.282 | 0.000 | 13468316 | 449668 |
| 282 | 8430.000 | 30.00 | 2107.93 | 0.08 | 63237.843 | 2.539 | 13531553 | 449671 |
| 283 | 8460.000 | 30.00 | 1770.20 | 0.06 | 53105.990 | 1.836 | 13584659 | 449673 |
| 284 | 8490.000 | 30.00 | 2653.92 | 0.00 | 79617.585 | 0.000 | 13664277 | 449673 |
| 285 | 8520.000 | 30.00 | 2301.27 | 0.00 | 69038.096 | 0.000 | 13733315 | 449673 |
| 286 | 8550.000 | 30.00 | 1516.25 | 3.83 | 45487.533 | 114.931 | 13778803 | 449788 |
| 287 | 8580.000 | 30.00 | 1227.79 | 88.06 | 36833.827 | 2641.934 | 13815636 | 452429 |
| 288 | 8610.000 | 30.00 | 0.00 | 296.52 | 0.000 | 8895.675 | 13815636 | 461325 |
| 289 | 8640.000 | 30.00 | 1180.90 | 170.02 | 35427.078 | 5100.637 | 13851064 | 466426 |
| 290 | 8670.000 | 30.00 | 1098.84 | 137.72 | 32965.335 | 4131.584 | 13884029 | 470557 |
| 291 | 8700.000 | 30.00 | 1014.71 | 140.96 | 30441.343 | 4228.656 | 13914470 | 474786 |
| 292 | 8730.000 | 30.00 | 1060.93 | 103.92 | 31827.904 | 3117.657 | 13946298 | 477904 |
| 293 | 8760.000 | 30.00 | 1219.64 | 27.45 | 36589.343 | 823.544 | 13982887 | 478727 |
| 294 | 8790.000 | 30.00 | 1261.92 | 19.40 | 37857.574 | 581.979 | 14020745 | 479309 |
| 295 | 8820.000 | 30.00 | 2036.27 | 0.00 | 61088.11 | 0.000 | 14081833 | 479309 |
| 296 | 8850.000 | 30.00 | 2287.76 | 0.00 | 68632.887 | 0.000 | 14150466 | 479309 |
| 297 | 8880.000 | 30.00 | 2303.27 | 0.00 | 69098.229 | 0.000 | 14219564 | 479309 |
| 298 | 8910.000 | 30.00 | 2137.65 | 0.00 | 64129.383 | 0.000 | 14283694 | 479309 |
| 299 | 8940.000 | 19.06 | 1009.69 | 0.66 | 19241.816 | 12.594 | 14302935 | 479322 |
| 300 | 8948.114 | 4.06 | 965.01 | 26.24 | 3915.254 | 106.447 | 14306850 | 479428 |