République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة
فرنسـيس جانســون
Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

Etude de dédoublement de la RN6A entre Bougtob et El Bayadh, section du PK21+000 au PK33+000 avec conception d'un échangeur

Présenté par :

KHERBACHE Saad

Encadré par :

Mr DERRADJI Ayachi

Promotion 2018 /2019

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba

Remerciements

Je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage d'aboutir au terme de ce projet et d'y être arrivé en bonne santé.

Je remercie vivement mes parents pour leur aide matérielle et morale durant tout mon cursus d'étude.

Je tiens à saisir cette occasion et adresser mes remerciements et ma reconnaissance à mon encadreur de mémoire de fin d'étude monsieur Darradji Ayachi pour ses précieux conseils et orientations ficelés tout au long de mon travail.

Je remercie vivement mon co-encadreur Benhaydar Hocine de m'avoir pris en charge et pour sa disponibilité de son aide et son précieux conseil.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers tous les enseignants et le personnel administratif de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de ce modeste travail.

A ma famille et mes amis qui par leurs prières et leurs encouragements qui m'ont permis de surmonter les obstacles.

Mille mercis ne suffiront pas à exprimer toute ma gratitude et reconnaissance envers ce qui m'ont épaulé soutenue encouragé et supporté tout au long de mon cursus.

DEDICACES

Avant tout, je remercie premièrement Dieu tout Puissant, de m'avoir donné la force, le courage et la volonté durant tout mon cursus des études et d'avoir réalisé mon travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade d'étude, que Dieu m'aide à les honorer, les servir et les combler.

Je dédie ce modeste travail à :

A ma famille KHERBACHE pour le courage qui m'a poussé toujours à faire un travail qui reflète leurs aides, sans oublier mon cher frère et mes chères sœurs

A

Mes amis d'enfance : AYOUB, HAMOUDI, MOHAMED,RIYADH

A

Mes encles et mes tantes

A

Tous mes amis de l'ENSTP

KHERBACHE SAAD

ملخص

مشروعنا يتضمن ازدواجية الطريق الوطني رقم 6 أ على مسافة 12 كم بين مدينة البيض وبلدية بوقطب من الحجر الكيلومتري 21+000 الى 33+000مع تصميم محول.

المشروع هو ازدواجية الطريق ذات المقطع العرضي النموذجي من 2*7م للطريق و 2*2م للحافتين مع متوسط الطريق 3م مع احترام اكبر قدر ممكن من المسار الحالي.

في هذا الملخص سنكتب موجزا يشمل جميع الفصول التي يتكون منها مشروع نهاية الدراسة.

بدانا دراسة مشروعنا من خلال دراسة حركة مرور الطريق الوطني رقم 6 أ بين الحجر الكيلومتري 21+000 الى 33+ ال واستقراء 20 عاما في الأفق لتصميم هيكل الطريق المزدوج ثم تم رسم محور الطريق ببرنامج بيست وفقا لمعايير الطريق و التي هي بدلالة السرعة الأساسية و البيئة ثم نتبع هذا المسار بمقطعيه الطولي و العرضي.

بعد الخطوات السابقة وضعنا تقرير جيوتقني لمعرفة كافة مميزات أرضية المشروع.

وفي الأخير أنهينا دراستنا بوضع إشارات المرور وتقدير تكلفة المشروع.

RESUME

Notre projet consiste à réaliser l'étude du dédoublement de la RN6A en 2×2 vois sur 12 km entre BOUGTOB-EL BAYADH depuis le PK 21+000 jusqu'au PK33+000 avec conception d'un échangeur.

Le dédoublement de la route existante selon un profil en travers type de 2×7met 2×2m d'accotement avec un terre-plein central de 3m tout en respectant le plus possible le possible le tracé actuel.

On a commencé notre projet de fin d'étude par une étude du trafic routier de la RN6A entre PK21 et le PK 33 et qui a été menée après extrapolation de ce trafic à l'horizon de 20 ans , pour le dimensionnement de la structure du corps de chaussée de la route qui a été proposé, ensuite on a fait le tracé en plan de l'axe de la route à l'aide du logiciel PISTE en respectant les normes du tracé , par la suite le profil en long et le profil en travers.

Après les étapes précédentes, l'exploitation des données géotechniques ont permis de connaitre les caractéristiques du sol support. Dans le cadre de cette étude, la conception d'un échangeur a été effectuée.

Enfin, on a terminé notre étude par la signalisation et le devis quantitatif et estimatif.

Abstract

Our plan is to study the RN6A in 2*2 lanes 12 Km between Bougtob et EL BAYADH from PK21+000 to PK 33+000 with the design of exchanger.

The project is to split the existing road in a typical cross of 2*7m of roadway and 2*2m shoulders with a central plain earth of 3m while respecting as much as possible the current road.

We started the project by studying the traffic of the RN6A between PK21 and PK33 after extrapolation to 20 year horizon for the design of the structure of the pavement of the road projected, then it was drawn in the plan of the axis of this road with the PISTE software according to the standards of route; then, their longitudinal profile and cross section was realized.

After the previous steps, the exploitation of given geotechnical report permitted to know all the features of ground support, after that the design of cross road was effected.

Finally, we finished our study by signaling, estimate, and bill of quantity.

.

CHAPITRE I :présentation du projet

I.1.Introduction 2
I.2.Aperçu sur la wilaya d'EL BAYDH 2
I.3.Relief de la wilaya 2
I.3.Le climat 3
I.4.Le réseau routier 3
I.5.Localsation du projet 3
I.6.Objectif de l'étude 4

CHAPITRE II :étude de trafic

II.1.Introduction 5
II.2. Analyse de trafic 5
II.3.Type de trafic 5
II.4.Analyse de trafic existant 5
II.5.Calcul de la capacité 6
III.5.1.Trafic à l'année horizon 6
II.5.2.Trafic Effectif 6
III.5.3. Débit de pointe horaire normal 7
III.5.4Evaluation de l'offre (capacité admissible) 7
II.5.5.Calcul du nombre de voies 8
II.6. Application au projet 8
II.7.Conclusion 9

CHAPITRE III :tracé en plan

III.1.Introduction 10
III.2. Définition 10
III.3.Règle à respecter dans le tracé en plan 10
III.4.Conception du dédoublement 10
III.4.1.Vitesse de référence 10
III.4.2.Choix de vitesse de référence 10
III.4.3.Vitesse projet 11
III.5.Elément du tracé en plan 11
III.5.1.Les alignements 11
III.5.2Arcs et cercle 12

III.6.Stabilité en courbe 12
III.7.Règle pour l'utilisation des rayons en plan 13
III.7.1Sur largeur 14
III.8.Courbe de raccordement 15
III.8.1.Types des courbes de raccordement 15
III.9.Combinaison des éléments de tracé plan 17
III.9.1Courbe à inflexion ou en S 18
III.9.2.Courbeà sommet 18
III.9.3Courbe en C 18
III.9.4Ove 18
III.10.Paramètre fondamentaux 19

CHAPITRE IV :profil en long
IV.1.Définition 20
IV.2.Règle à respecter pour le tracé en plan 20
IV.3.Coordination du tracé en plan et profil en long 20
IV.4. Déclivités 21
IV.5.Raccordement en profil en long 21
IV.5.1Raccordements convexes (Angle saillant) 21
IV.5.2.Raccordements concaves (angle rentrant) 22

CHAPITRE V : profil en travers
V.1Définition 24
V.2.Les éléments constitutifs du profil en travers 24
V.3.Application au projet 25

Chapitre VI : les cubatures
VI.1. Introduction 26
VI.2. Definition 26
VI.3. Methodes de calcul des cubatures 26
VI.4.Description de la méthode 27
VI.5.Calcul des cubatures de terrassement 28
VI.6.Résultats des calculs des cubatures 28

Chapitre VII : étude géotechnique
VII.1. Introduction 29
VII.2. Objectifs 29

VII.3.Les Moyens de reconnaissance de sol 29
VII.3.1.l'etude des archives et documents existants 29
VII.3.2.Les visites sur site et les essais « in-situ » 29
VII.4.Les différents essais en laboratoire 30
VII.4.1.Les essais d'identification 30
VII.4.1.1.Masse volumique et teneur en eau 30
VII.4.1.2.Analyse granulométrique 30
VII.4.1.3.Equivalent de sable 31
VII.4.1.4.Limites d'Atterberg 31
VII.4.1.5.Essai au bleu de méthylène VBS (ou à la tache) 31
VII.4.2.Les essais mécaniques 32
VII.4.2.1.Essai PROCTOR 32
VII.4.2.2.Essai C.B.R (California Bearing Ratio) 32
VII.4.2.3.Essai Los Angeles 33
VII.4.2.4.Essai Micro Deval 33
VII.5.Condiction d'utilisation des sols en remblais 34
VII.6.Résultats de reconnaissance en laboratoire 34
VIII.6.1.Essais physiques 34
VII.6.2.Essai mécanique 34
VII.7.Conclusion et recommandation……...35

Chapitre VIII : dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1. Introduction 36
VIII.2. La CHAUSSEE 36
VIII.2.1.Chaussée souple 36
VIII.2.1.1.Couche de roulement (de surface ou encore d'usure) 37
VIII.2.1.2.Couche de base 37
VIII.2.1.3.Couche de fondation 37
VIII.2.1.4.Couche de forme 37
VIII.2.2.Chaussée semi–rigide 38
VIII.2.3.Chaussée rigide 38
VIII.3.les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée 38
VIII.3.1.Trafic 38
VII.3.2.Environnement 38

VIII.3.3. Le sol support 38
VIII.3.4.Matériaux 39
VIII.4. Les principales methodes de dimensionnement 39
VIII.4.1.METHODE C.B.R (California –Bearnig-Ratio) 39
VIII.4.2.Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 40
VIII.4.2.1.Démarche de catalogue 40
VIII.5.Application au projet 42
VIII.5.1.Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 42
VIII.5.2.Méthode CBR 46
VIII.6.Conclusion 47

Chapitre IX : assainissement

IX.1.Introduction 48
IX.2.Objectif de l'assainissement 48
IX.3.Type de dégradation 48
IX.4.Choix de la fréquence de pluie 48
IX.5.Estimation des débits d'apport Qa 49
IX.5.1.Coefficient de ruissèlement 49
IX.5.2. L'intensité de pluie It 49
IX.6.Débit de saturation 50
IX.7.Dimensionnement des ouvrages hydrauliques 51
IX.8.Application au projet 51

Chapitre X : signalisation

X.1.Introduction 54
X.2.Objectifs de signalisation routière 54
X.3.Type de signalisation 54
X.3.1.Signalisation verticale 54
X.3.2.Signalisation horizontal 55
X.3.2.1.Marquage longitudinal 55
X.3.2.2.Marquage transversale 55
X.3.2.3.Les flèches 55
X.4.Modulation des lignes discontinues 55
X.5.Caractéristiques générales des marques 56
X.5.1.Couleur des marques de chaussée 56

X.5.2.Largeur des lignes 56
X.6. Les critères de choix de la signalisation 57
X.7.Application au projet 57
X.8.L'éclairage 58
X.9. Paramètre de l'implantation des luminaires 59
X.10.Application au projet..... 59

Chapitre XI : échangeur
XI.1.Introduction 60
XI.2.Définition d'un échangeur 60
XI.3.Rôle de l'échangeur 60
XI.4.Règle de conception 60
XI.5.Type d'échangeur 60
XI.5.1.Echangeurs majeurs 61
XI.5.2.Echangeur mineur 61
XI.6.Constitutions des échangeurs 62
XI.7.Critère de choix de type d'échangeurs 63
XI.7.1.Choix de l'échangeur 63
XI.8. Application au projet 63

Chapitre XII: impact sur l'environnement
XII.1.Introduction 66
XII.2.cadre juridique 66
XII.3.Objectif de l'étude environnementale 66
XII.3.Étude d'impact sur l'environnement 66
XII.4.L'impact sur la nature 67
XII.4.1.La qualité de l'air 67
XII.4.2.La faune 67
XII.4.3.La flore 67
XII.4.4.L'eau 68
XII.5.Impact sur les habitants 68
XII.5.1.La destruction 68
XII.5.2.Le bruit 68
XII.6.Impact sur l'agriculture 69
XII.7. Interets de la vegetation 69

XII.8.Conclusion 69
Devis quantitatif et estimatif..... 70
Conclusion générale..... 71

Bibliographie

Les annexes

CHAPITRE I :présentation du projet

I.1.Introduction 2
I.2.Aperçu sur la wilaya d'EL BAYDH 2
I.3.Relief de la wilaya 2
I.3.Le climat 3
I.4.Le réseau routier 3
I.5.Localsation du projet 3
I.6.Objectif de l'étude 4

CHAPITRE II :étude de trafic

II.1.Introduction 5
II.2. Analyse de trafic 5
II.3.Type de trafic 5
II.4.Analyse de trafic existant 5
II.5.Calcul de la capacité 6
III.5.1.Trafic à l'année horizon 6
II.5.2.Trafic Effectif 6
III.5.3. Débit de pointe horaire normal 7
III.5.4Evaluation de l'offre (capacité admissible) 7
II.5.5.Calcul du nombre de voies 8
II.6. Application au projet 8
II.7.Conclusion 9

CHAPITRE III :tracé en plan

III.1.Introduction 10
III.2. Définition 10
III.3.Règle à respecter dans le tracé en plan 10
III.4.Conception du dédoublement 10
III.4.1.Vitesse de référence 10
III.4.2.Choix de vitesse de référence 11
III.4.3.Vitesse projet 11
III.5.Elément du tracé en plan 11
III.5.1.Les alignements 11
III.5.2Arcs et cercle 12

III.6.Stabilité en courbe 12
III.7.Règle pour l'utilisation des rayons en plan 13
III.7.1Sur largeur 14
III.8.Courbe de raccordement 15
III.8.1.Types des courbes de raccordement 15
III.9.Combinaison des éléments de tracé plan 17
III.9.1Courbe à inflexion ou en S 18
III.9.2.Courbeà sommet 18
III.9.3Courbe en C 18
III.9.4Ove 18
III.10.Paramètre fondamentaux 19

CHAPITRE IV :profil en long
IV.1.Définition 20
IV.2.Règle à respecter pour le tracé en plan 20
IV.3.Coordination du tracé en plan et profil en long 20
IV.4. Déclivités 21
IV.5.Raccordement en profil en long 21
IV.5.1Raccordements convexes (Angle saillant) 21
IV.5.2.Raccordements concaves (angle rentrant) 22

CHAPITRE V : profil en travers
V.1Définition 24
V.2.Les éléments constitutifs du profil en travers 24
V.3.Application au projet 25

Chapitre VI : les cubatures
VI.1. Introduction 26
VI.2. Definition 26
VI.3. Methodes de calcul des cubatures 26
VI.4.Description de la méthode 27
VI.5.Calcul des cubatures de terrassement 28
VI.6.Résultats des calculs des cubatures 28

Chapitre VII : étude géotechnique
VII.1. Introduction 29
VII.2. Objectifs 29

VII.3.Les Moyens de reconnaissance de sol 29
VII.3.1.l'etude des archives et documents existants 29
VII.3.2.Les visites sur site et les essais « in-situ » 29
VII.4.Les différents essais en laboratoire 30
VII.4.1.Les essais d'identification 30
VII.4.1.1.Masse volumique et teneur en eau 30
VII.4.1.2.Analyse granulométrique 30
VII.4.1.3.Equivalent de sable 31
VII.4.1.4.Limites d'Atterberg 31
VII.4.1.5.Essai au bleu de méthylène VBS (ou à la tache) 31
VII.4.2.Les essais mécaniques 32
VII.4.2.1.Essai PROCTOR 32
VII.4.2.2.Essai C.B.R (California Bearing Ratio) 32
VII.4.2.3.Essai Los Angeles 33
VII.4.2.4.Essai Micro Deval 33
VII.5.Condiction d'utilisation des sols en remblais 34
VII.6.Résultats de reconnaissance en laboratoire 34
VIII.6.1.Essais physiques 34
VII.6.2.Essai mécanique 34
VII.7.Conclusion et recommandation……...35

Chapitre VIII : dimensionnement du corps de chaussée
VIII.1. Introduction 36
VIII.2. La CHAUSSEE 36
VIII.2.1.Chaussée souple 36
VIII.2.1.1.Couche de roulement (de surface ou encore d'usure) 37
VIII.2.1.2.Couche de base 37
VIII.2.1.3.Couche de fondation 37
VIII.2.1.4.Couche de forme 37
VIII.2.2.Chaussée semi–rigide 38
VIII.2.3.Chaussée rigide 38
VIII.3.les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée 38
VIII.3.1.Trafic 38
VII.3.2.Environnement 38

VIII.3.3. Le sol support 38
VIII.3.4.Matériaux 39
VIII.4. Les principales methodes de dimensionnement 39
VIII.4.1.METHODE C.B.R (California –Bearnig-Ratio) 39
VIII.4.2.Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 40
VIII.4.2.1.Démarche de catalogue 40
VIII.5.Application au projet 42
VIII.5.1.Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 42
VIII.5.2.Méthode CBR 46
VIII.6.Conclusion 47

Chapitre IX : assainissement

IX.1.Introduction 48
IX.2.Objectif de l'assainissement 48
IX.3.Type de dégradation 48
IX.4.Choix de la fréquence de pluie 48
IX.5.Estimation des débits d'apport Qa 49
IX.5.1.Coefficient de ruissèlement 49
IX.5.2. L'intensité de pluie It 49
IX.6.Débit de saturation 50
IX.7.Dimensionnement des ouvrages hydrauliques 51
IX.8.Application au projet 51

Chapitre X : signalisation

X.1.Introduction 54
X.2.Objectifs de signalisation routière 54
X.3.Type de signalisation 54
X.3.1.Signalisation verticale 54
X.3.2.Signalisation horizontal 55
X.3.2.1.Marquage longitudinal 55
X.3.2.2.Marquage transversale 55
X.3.2.3.Les flèches 55
X.4.Modulation des lignes discontinues 55
X.5.Caractéristiques générales des marques 56
X.5.1.Couleur des marques de chaussée 56

X.5.2.Largeur des lignes 56
X.6. Les critères de choix de la signalisation 57
X.7.Application au projet 57
X.8.L'éclairage 58
X.9. Paramètre de l'implantation des luminaires 59
X.10.Application au projet..... 59

Chapitre XI : échangeur
XI.1.Introduction 60
XI.2.Définition d'un échangeur 60
XI.3.Rôle de l'échangeur 60
XI.4.Règle de conception 60
XI.5.Type d'échangeur 60
XI.5.1.Echangeurs majeurs 61
XI.5.2.Echangeur mineur 61
XI.6.Constitutions des échangeurs 62
XI.7.Critère de choix de type d'échangeurs 63
XI.7.1.Choix de l'échangeur 63
XI.8. Application au projet 63

Chapitre XII: impact sur l'environnement
XII.1.Introduction 66
XII.2.cadre juridique 66
XII.3.Objectif de l'étude environnementale 66
XII.3.Étude d'impact sur l'environnement 66
XII.4.L'impact sur la nature 67
XII.4.1.La qualité de l'air 67
XII.4.2.La faune 67
XII.4.3.La flore 67
XII.4.4.L'eau 68
XII.5.Impact sur les habitants 68
XII.5.1.La destruction 68
XII.5.2.Le bruit 68
XII.6.Impact sur l'agriculture 69
XII.7. Interets de la vegetation 69

XII.8.Conclusion 69
Devis quantitatif et estimatif..... 70
Conclusion générale..... 71

Bibliographie

Les annexes

Liste des tableaux

Tableau 1.II.Valeurs caractéristique de P 7
Tableau 2.II.Valeurs de K1 7
Tableau 3.II.Valeurs de K2 7
Tableau 4.II.Valeurs de la capacité théorique 7
Tableau 1.III..Rayons du tracé en plan 14
Tableau 2.III.Paramètre fondamentaux 19
Tableau 1.IX.Valeurs déclivité maximale selon B40 21
Tableau 2.IX. Caractéristique des rayons en long 23
Tableau 1.VII. Les types des sols en fonction de diamètre 30
Tableau 2.VII. Les types des sols en fonction de VBS 32
Tableau 3.VII.Les caractéristiques de l'essai Proctor 32
Tableau 4.VII.Portance de sol en fonction d'indice CBR……...33
Tableau 5.VII.Interprétation du LA 33
Tableau 6.VII.Caractéristiques des granulats par le MDE……...33
Tableau 7.VII.Résultats des essais physiques 34
Tableau 8VII.Classification selon GTR 34
Tableau 1.VIII.Les coefficients d'équivalence 40
Tableau 2.VIII.Température équivalente……..……...42
Tableau 3.VIII.Détermination de la classe de trafic…….42
Tableau 4.VIII.Valeurs du coefficient d'agressivité 43
Tableau 5VII.Risque adopté pour le réseau RP1 43
Tableau 6.VIII.Classe portance de sol-support 43
Tableau 7.VIII.erformance mécanique des matériaux bitumineux 44
Tableau 1.IX.Coefficient de ruissèlement……49
Tableau 2.IX.Valeurs du paramètre « a» selon les fréquences 49
Tableau 3.IX.Valeur du paramètre "selon la station 50
Tableau 4.IX.Les différents ouvrages d'assainissement dans le projet 53
Tableau 1.X.Caractéristiques des lignes discontinue 56

Liste des figures

Figure I.1. localisation de la wilaya d'EL Bayadh 2
Figure I.2.localisation du projet..... 4
Figure III.1.élément de clotoïde 16
Figure 1.V.éléments constituants le profil en travers……...…....24
Figure 2.V.profil en travers type de projet 25
Figure 1.VI. exemple profil mixte (remblais/déblais) 27
Figure 1.VII.la démarche du catalogue 41
Figure 1.X.marquage longitudinal des lignes discontinues..... 56
Figure 2.X.marquage par hachure……..……..…....……58
Figure 1.XI.les différentes types d'échangeur 62

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier constitue un élément primordial dans le développement du pays car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs tels que le transport (biens et personnes) et l'économie sociale.

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

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier (RN6A) sur 12kms qui se situe dans la Wilaya d'EL BAYADH.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

- ✓ L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- ✓ Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

Chapitre I

PRESENTATION DU PROJET

I.1.INTRODUCTION

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

I.2.APERÇU SUR LA WILAYA D'EL BAYDH

Située à l'ouest du pays, la wilaya d'EL BAYDH a été créée en 1984 sous la nouvelle organisation territoriale des wilayas après avoir fait partie de la wilaya SAIDA. Occupant une superficie de 71697km² soit 3% du territoire national, elle compte 22 communes répartir en 08 Daïras, et d'environs 300 000 habitants. Elle est limitée par :

-Au nord : Saida et Tiaret.

-A l'est : Laghouat et Ghardaïa.

-A l'ouest : Sidi Bel abbés et Naama.

-Au sud-ouest : Bechar.

-Au sud-est : Adrar.



Figure 1: localisation de la wilaya d'EL Bayadh

I.3.RELIEF DE LA WILAYA

La wilaya d'El Bayadh est constituée de trois zones distinctes qui sont :

-La zone des hautes plaines (8778km²) : les altitudes varient entre 900 et 1400m.

-La zone Atlas Saharienne (11846km²) : entre 1300 et 2000 m d'altitudes.

-La zone Présaharienne (51073km²) : entre 500 et 900m d'altitudes.

I.3.LE CLIMAT

Sur le plan climatologique, la wilaya est caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important durant l'année à savoir :

- Un hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige.

-Un été chaud et très sec. Ce qui favorise l'apparition des plantes résistantes à la sécheresse.

I.4.LE RESEAU ROUTIER

La wilaya dispose d'un réseau routier d'une longueur totale de 1335.1km qui desserve principalement la partie Nord-Ouest vers Saïda et Bechar et la partie Est vers Aflou et Laghouat.

Le réseau routier se compose de 539.5km de routes nationales représentant 38.4% de l'ensemble du réseau, de 130km de chemins de wilaya soit 9.25% et 735.4km de chemins de communaux, soit 52.35% du réseau total.

I.5.LOCALSATION DU PROJET

Le projet est situé dans la partie Ouest de la wilaya d'El Baydh. Le tronçon faisant objet de cette étude prend début de la commune de Bougtob et se termine dans la commune d'El Baydh sur un linéaire de 90km tout en traversant les localités suivantes : Rogassa, El Kaf Lahmer et Bougtob.

Ce projet de fin d'étude consiste à faire la réalisation du dédoublement de la RN6A sur 12km qui se situe au PK 21+000jusqu'au PK 33+000 avec conception d'un échangeur.

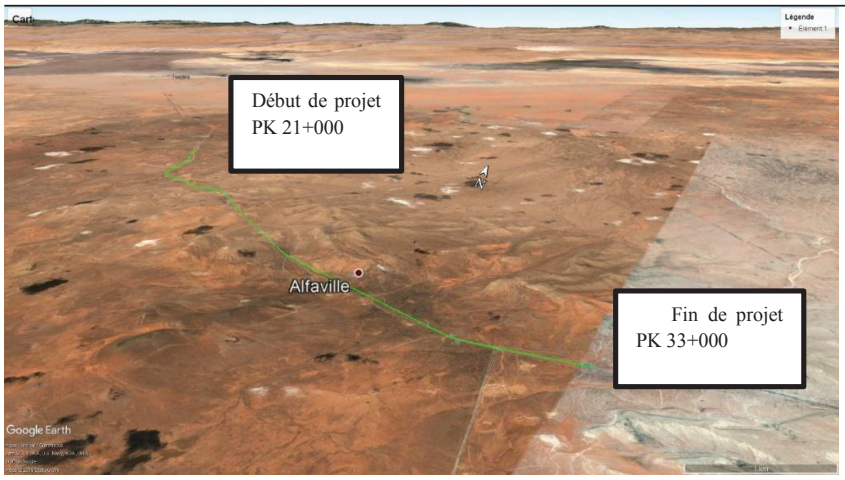


Figure 2: localisation du projet

I.6.OBJECTIF DE L'ETUDE

Ce tronçon de la RN6A, sera saturé en quelques années, ce qui nécessite un élargissement (création de la double voie) pour aboutir à des caractéristiques géométriques convenables.

L'objectif de cette étude est la prise en charge des flux actuelle et futur, de fluidifier la circulation, augmenter le niveau de service par dédoublement (2×2vois) avec un séparateur(TPC). Tout cela se traduit par :

- ✓ Amélioration de la sécurité.
- ✓ Réduction du temps de parcours.
- ✓ Réalisation d'un traitement architectural et environnemental.
- ✓ Réduction possible du nombre d'accident.

Chapitre II

Etude de trafic

II.1.INTRODUCTION

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- ✓ Apprécier la valeur économique des projets.
- ✓ Estimer les coûts d'entretiens.
- ✓ Définir les caractéristiques techniques des différents tranchons.

II.2.ANALYSE DE TRAFIC

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées. Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

- ✓ Statistiques générales.
- ✓ Comptages sur routes (manuels, automatique).
- ✓ Enquêtes de circulation.

II.3.TYPE DE TRAFIC

- ✓ Trafic normal **:** C'est un trafic existant su l'ancien aménagement sans prendre compte 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 moyennes d'atteindre la même destination.
- ✓ Trafic induit **:** C'est le trafic qui résulte de :
  - Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuer et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
  - Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.
- ✓ Trafic total : Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

II.4.ANALYSE DE TRAFIC EXISTANT

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

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.

Pour notre cas, nous utilisons la méthode ≪ prolongation de l'évolution passée ≫ vu de sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

II.5.CALCUL DE LA CAPACITE

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminé. Elle s'exprime sou forme d'un débit horaire.

La capacité dépend :

- ✓ Des conditions de trafic.
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- ✓ Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

II.5.1.Trafic à l'année horizon

Le trafic à un horizon donné est défini par la formule suivante :

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n * TJMA_0$$

Avec :

- ✓ $TJMA_n$: trafic journalier moyen annuel à l'année n.
- ✓ $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence.
- ✓ T : le taux de croissance annuel du trafic.

II.5.2.Trafic effectif

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

T_{eff}= [(1-z) + p.z] $TJMA_n$

Avec :

- ✓ T_{eff}**:** trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- ✓ Z **:** pourcentage de poids lourd.
- ✓ P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend

Tableau 1: valeurs caractéristique de P

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-20

II.5.3.Débit De Pointe Horaire Normal

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule :

$Q=\frac{1}{N}.T_{eff}$[UVP/h]

Avec :

- Q : débit de pointe horaire.
- $\frac{1}{N}$: Coefficient de pointe pris égale 0.12.

II.5.4.Evaluation de l'offre (capacité admissible)

C'est le débit admissible que peut supporter une route Tel que :

$Q_{adm} = K_1 * K_2 * C_{th}$[Uvp/h]

K_1 : Coefficient qui dépend de l'environnement.

K_2: Coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

C_{th} : Capacité théorique.

Tableau 2: valeurs de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 3 : valeurs de K2

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 4 : valeurs de la capacité théorique

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Le débit horaire -débit prévisible- doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible. Q ≤ Q_{adm}=> Q ≤ $K_1 * K_2 * C_{th}$

II.5.5.Calcul du nombre de voies

Pour déterminer le nombre de voies de la route pour répondre à la demande de trafic prévisible futur Q, il faut que ce trafic soit inférieur au débit admissible. On distingue deux cas :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq$ Q.
- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du nombre N avec N=$\frac{S \times Q}{Q_{adm}}$

Tel que :

- S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.
- Q_{adm} : Débit admissible par voie.

II.6.APPLICATION AU PROJET

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par la SETS, nous avons les données suivantes :

- Le trafic journalier : $TJMA_{2016}$=4361v/j**,**
- Année de mise en service : 2020 ;
- Le pourcentage des poids lourds : Z =17.28%,
- Taux de croissance annuelle de trafic : τ= 4%.pour la voie express,
- La durée de vie : 20ans.

Projection future de trafic

L'année de mise en service (2020) donc :

$TJMA_{2020} = (1 + 0.04)^4 * TJMA_{2016}$

$TJMA_{2020}$= $(1 + 0.04)^4 * 4361 \approx$ 5102 v/j.

Trafic à l'année (2040) pour une durée de vie de 20ans.

$TJMA_{2040}$= $(1 + 0.04)^{20} * 5102$ =11180v/j.

- **Calcul du trafic effectif**

T_{eff}= [(1-z) + p.z] $TJMA_n$

Pour une route à deux voies et un environnement E1, on a : p= 3.

T_{eff}= [(1-0.1728) + 3*0.1728] *11180=15044uvp/h.

- **Débit de pointe horaire normale :**

Q=$\frac{1}{N}$.T_{eff}[UVP/h]

Q=0.12*15044

Donc Q=1806 uvp/h

- **Débit admissible :**

$Q_{adm} = K_1 * K_2 * C_{th}$

K_1: Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1

K_2: Coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement E1 et catégorie C1

C_{th} : 1500.

Q_{adm}=0.75*1*1500

Donc : Q_{adm}=1125uvp/h.

- **Le nombre de voies**

N=S*Q/Q_{adm}

N=2/3*1806/1125=1.07

Donc N=2voies/sens.

- **Calcul de l'année de saturation de 2X2 voies**

T_{eff} (2020) = [(1 – 0.1728) + 3*0.1728] x 5102

T_{eff} (2020) = 6866uvp/j.

Q_{2020} = 0, 12 x6866= 824uvp/h.

Donc : Q_{2020} =824uvp/h

$Q_{saturation}$=4 x Q_{adm}

$Q_{saturation}$=4 ×1125 = 4500uvp/h

$Q_{saturation}$= = **(1 + τ)** ×n× Q_{2020}

Donc n=$\frac{\ln(\frac{4500}{824})}{\ln(1+0.04)}$ =44ans.

D'où notre route sera saturée 44 ans la mise en service donc l'année de saturation est : 2064.

$TJMA_{2016}$(v/j)	$TJMA_{2020}$(v/j)	$TJMA_{2040}$(v/j)	T_{eff}(uvp/j)	Q (uvp/h)	N
4361	5102	11180	15044	1806	2

II.7.CONCLUSION

D'après les normes B40 et ces recommandations, le profil en travers retenu pour le projet est constitué des éléments suivants :

- Chaussée : une largeur de voie de circulation de 3.5 m donc la chaussée est de 2× 7m.
- Terre-plein central : 3m.
- Accotement : 2×2m.

Chapitre III

Tracé en plan

III.1.INTRODUCTION

Dans tout projet routier, la recherche de l'emplacement de l'axe de la route est la première phase dans la conception de l'infrastructure routière qu'on peut la considérer comme facteur d'amélioration de la sécurité routière et de confort.

III.2. DEFINITION

Le tracé en plan est la projection verticale de la route sur un plan horizontal. C'est une succession de droites, d'arcs de cercles et de courbe de raccordement.

Le tracé en plan vise à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort.

III.3.REGLE A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Pour aboutir à un tracé en plan normalisé il faut respecter les règles suivantes :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter le passage sur les terrains agricoles et des zones forestières.
- Respecter la pente maximale et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur maximale des alignements droits si c'est possible.

III.4.CONCEPTION DU DEDOUBLEMENT

L'étude de dédoublement se différencie des études de tracé neufs, de renforcement et de réhabilitation, pour cela il faut prévoir quelques règles qui sont :

- Maintenir au maximum la chaussée existante.
- Elargir autant que possible d'une seule côté.
- L'emploi des rayons supérieurs ou égaux à RHnd.
- Elargir des deux coté si ces mesures s'avèreraient insuffisantes.

III.4.1.Vitesse de référence

La vitesse de référence (Vr) est une vitesse prise pour établir un projet de route elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autre intervenants dans l'élaboration du tracé de route.

III.4.2.Choix de vitesse de référence

Le choix de vitesse de référence dépend de :

- Type de la route.
- Importance et genre de trafic.

- Topographie
- Condition économiques d'exécution et d'exploitation.

En tenant compte de ces critères notre choix s'est porté sur une vitesse de base égale à 100 Km/h sur tout le tronçon routier étudié.

III.4.3.Vitesse projet

La vitesse de projet Vp est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, en tenant compte de la sécurité et du confort dans les conditions normales. On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide sans neige ou glace.
- Trafic fluide de débit inférieur à la capacité admissible.
- Véhicule en bon état en bon état de marche et conducteur en bonne condition normales.

La vitesse de référence choisit dans notre projet est de Vr=120 Km/h.

III.5.ELEMENT DU TRACE EN PLAN

Un tracé en plan est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignement).
- Des arcs de cercles.
- Des courbes de raccordement progressives.

III.5.1.LES ALIGNEMENTS

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

La cause en est qu'ils présentent des inconvénients notamment :

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

Il existe toutefois des cas ou l'emploi d'alignement est justifié :

- En plaine ou des sinuosités ne seraient absolument motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de construction existante.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de :

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

La longueur minimale est celle qui sépare deux courbes circulaires de même sens, elle correspond à un chemin parcouru durant un temps de cinq(5) secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercles.

$$L_{min}=5\times\frac{Vb}{3.6}$$

V_b : vitesse de base en Km/h.

La longueur maximale L_{max} prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes.

$$L_{max}=60\times\frac{Vb}{3.6}$$

Les valeurs L_{min} et L_{max} relative à notre projet sont comme suit :

L_{min} : 138.89m.

L_{max} : 1666.67m.

III.5.2Arcs et cercle

Trois éléments interviennent pour limiter La courbe :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faible.

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

III.6.STABILITE EN COURBE

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

NB :

- ✓ *d* (devers) : ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).
- ✓ *d :* ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Pour chaque vitesse $V_b$on définit une série de couple (R, d).

- **Rayon horizontal minimal absolu (RHm)**

Il correspond au devers maximal.

$$RHm=\frac{{V_b}^2}{127(f_t+d_{\max})}\ (m)$$

Avec f_t : angle de frottement transversal.

V_b : vitesse de base.

$d_{\max}$: Dévers maximal.

NB : en tracé en plan aucun rayon horizontal< RHm.

- **Rayon minimal normal RHn**

Le rayon minimal normal doit permettre au véhicule de dépassent la V_b de 20 km/h de rouler en tout sécurité.

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

- **Rayon au devers minimal RHd**

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tell que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse de base serait équivalent à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$RHd=\frac{{V_b}^2}{127\times2\times d_{\min}}$$

Avec $d_{\min}$=2.5% Cat1-2.

$d_{\min}$=3% Cat 3-4-5.

- **Rayon minimal non déversé RHnd**

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

$$RHd=\frac{{V_b}^2}{127\times(f''-d_{min})}$$

f'' =0.066 ⟶ Cat (1 ,2) ;

f'' =0.070 ⟶ Cat 3 ;

f'' =0.075 ⟶Cat (4,5) ;

Remarque

III.7.REGLE POUR L'UTILISATION DES RAYONS EN PLAN

- ✓ Il n'y a aucun rayon inférieur ou égal à RHm. On utilise autant que possible des rayons supérieurs à RHn.
- ✓ Les rayons comprise entre RHm et RHn sont déversé avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondie à 0.5% près entre $d_{\max}$ et le dévers associé à RHn.
- ✓ Les rayons compris entre RHN et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondie à 0.5%près entre 2.5% pour RHd et 5% pour RHn.

Par interpolation on aboutit aux formules suivantes :

- Si RHm<R<RHn : d=$d_{\max}$+$(\frac{1}{R}+\frac{1}{RHm})(\frac{d_{max}-drhn}{\frac{1}{RHm}-\frac{1}{Rhn}})$
- Si RHn<R<RHd : d= $d_{\min}$+$(\frac{1}{R}+\frac{1}{RHd})(\frac{d_{min}-drhn}{\frac{1}{RHd}-\frac{1}{Rhn}})$
- Si R situé entre RHn et RHnd : d=$d_{\min}$=2.5% pour Cat 1-2
  3% pour Cat 3-4-5

- Si R supérieur à RHnd : d=-$d_{\min}$=-2.5% pour Cat 1-2
  = -3% pour Cat 3-4-5

Le tableau suivant résume les valeurs géométriques adoptées à notre tracé en plan de notre projet situé dans un environnement E1 et classé en catégorie 1 C1 avec une vitesse de base de 100km/h selon la norme de B40 :

Tableau 1: rayons du tracé en plan

Eléments géométriques		Symbole	Unité	Valeur
Vitesse de référence		Vr	Km/h	100
Dévers maximal		Dmax	%	7
Rayon en plan	Minimal absolu	RHm (7%)	m	450
	Minimal normal	RHn (5%)	m	650
	Au devers minimal	RHd (2.5%)	m	1600
	Non déversé	RHnd (-2.5%)	m	2200

III.7.1Sur largeur

Un long véhicule à deux essieux, circulant dans un virage balaye en plan un band de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement. Ce problème dit « l'inscription des véhicule » dans les virages, s'inscrit dans les virages à faibles rayons généralement inférieur à 200m. La sur largeur sera toujours reportée à l'intérieur de la courbe.

$S=L^2/2R$

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

R : rayon de 'axe de la route(R<200m).

III.8.COURBE DE RACCORDEMENT

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arcs ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbures progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaire et ça pour assurer :

- ✓ La stabilité transversale du véhicule.
- ✓ La variation progressive des devers et la courbure à fin de respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique.
- ✓ Un tracé élégant souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

III.8.1.Types des courbes de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfaites à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ✓ Parabole cubique.
- ✓ Lemniscate.
- ✓ Clotoïde.

Parmi les trois courbes citées au paravent, on choisit la clotoïde car c'est la plus utilisé, et aussi parce qu'elle présente trois propriété remarquable qui sont :

- ✓ Variation constante de la courbe qui correspond au conducteur à une rotation constante.
- ✓ Elle maintient constante la variation de l'accélération ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.
- ✓ Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

- **Définition de la clotoïde**

La clotoïde est un raccordement progressif entre une droite et une courbe ou entre deux courbes successives. Cette ligne de transition conçu entre la droite et le cercle permet à la force centrifuge d'augmenter progressivement jusque à la valeur qui elle prend dans le cercle.

Expression mathématique de la clotoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$K=C.L$; $K=1/R \longrightarrow 1/C=L.R$

On pose $1/C=A^2$

L'équation fondamentale : $L.R=A^2$.

Les éléments de la clotoïde

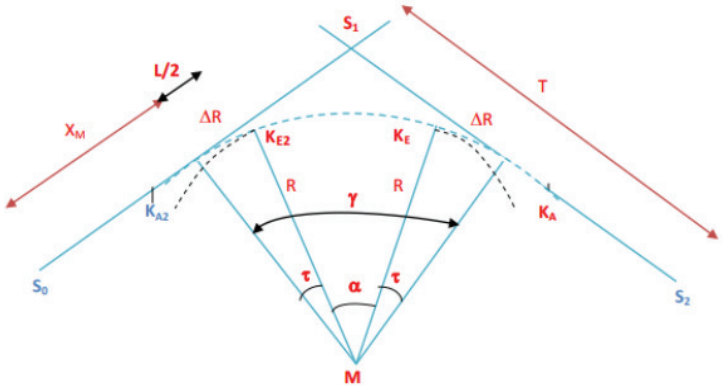


Figure 1: élément de clotoïde

γ : Angle entre alignement

SL : La corde à la clotoïde

T : Grande tangente

σ : L'angle polaire

ΔR : Ripage

L : longueur de clotoïde

XM : Abscisse du centre de cercle

KA : début de clotoïde

R : Rayon de virage

KE : Fin de clotoïde

τ: Angle de tangente

- **Les conditions de raccordement**

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

Condition de confort optique :

Cette condition permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ces obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$\tau: \geq 3°$ soit $\tau \geq 1/18$ rads.

$\tau = L/2R \geq 1/18$ rads $\longrightarrow L > R/9$ soit $A > 1/3$.

R/3<A<R

D'après les règles générales de B40 :

- ✓ R≤ 1500 ΔR=1m
  L=$\sqrt{24R\Delta R}$
- ✓ 1500 < R≤ 5000m
  L≥ R/9
- ✓ R > 5000m
  ΔR=2.5m L=7.75$\sqrt{R}$

- **Condition de confort dynamique**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Δt du raccordement et la variation par unit é temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

L≥ $\frac{V_b{}^2}{18}(\frac{V_b^2}{127R} - \Delta d)$

V_b : vitesse de base en (km//h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers

- **Condition de gauchissement**

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variations des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe

L≥ l. Δd.V_b

L : longueur de raccordement

L : largueur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

Remarque

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps du dévers de la demi-chaussée extérieur au virage. Cette variation est limitée à 2%.

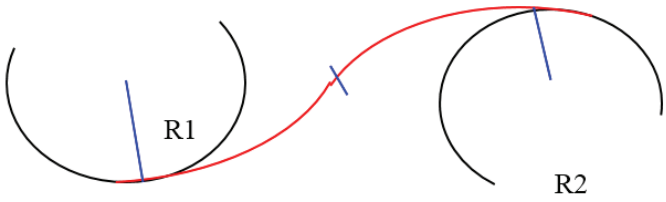
L ≥5/36. Δd.V_b.

III.9.COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE PLAN

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbe on cite :

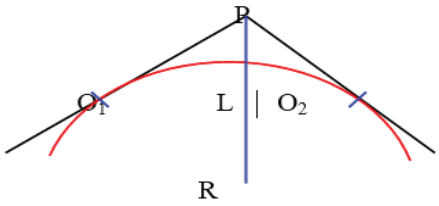
III.9.1Courbe à inflexion ou en S

C'est une courbe constitué de deux arcs de colloïde, de concavité opposée tangente en leurs points de courbure.



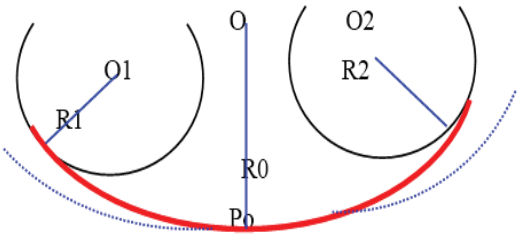
III.9.2.Courbeà sommet

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



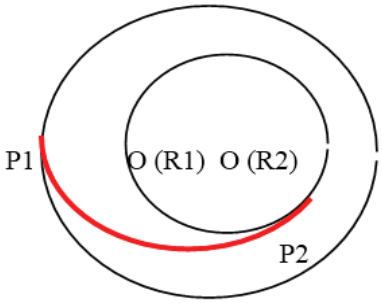
III.9.3Courbe en C

Une courbe constituée de deux arcs de clotoïde, de même concavité tangente en un point de même courbure et raccordant deux arcs cercle sécants ou extérieurs l'un par rapport à l'autre.



III.9.4Ove

Un arc de clotoïde raccordant deux arcs de cercle dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.



III.10.PARAMETRE FONDAMENTAUX

D'après le règlement B40, pour un environnement E1 et une catégorie C1 avec une vitesse de base de 100 Km/h, on définit les paramètres suivants :

Tableau 2: paramètre fondamentaux

Paramètre	Symbole	Valeurs
Vitesse(Km/h)	V	100
Longueur minimal(m)	L_{min}	138.89
Longueur maximale(m)	L_{max}	1666.67
Dévers minimal(%)	d_{min}	2.5
Dévers maximal (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction(s)	T	1.8
Frottement longitudinal	f_l	0.36
Frottement transversal	f_t	0.11
Distance de freinage(m)	d_0	111
Distance d'arrêt(m)	d_1	161
Distance de visibilité de dépassement minimal (m)	d_m	425
Distance de visibilité de dépassement normal(m)	d_N	625
Distance de visibilité de manœuvre(m)	d_{Md}	300

Chapitre IV

Profil en long

IV.1.Définition

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordées par des cercles.

Eléments géométriques du profil en long :

Un profil en long est constitué de deux éléments :

- Des droites (pente ou rampe).
- Des rayons en angle saillant ou en angle rentrant.

IV.2.Règle à respecter pour le profil en long

Le tracé de la ligne rouge qui représente l surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- De s'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être couteux.
- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur.
- D'éviter les angles rentrant en déblai, pour éviter la stagnation des eaux et assurer leurs écoulements.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblais, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux on passera les zones des dévers nul dans des pentes du profil en long.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le trac é en plan et le profil en long.
- Eviter la ligne brisée constituées par de nombreux segment de pente voisine, les remplace par un cercle unique, ou bien par une combinaison de cercle et arcs à courbure progressive de très grand rayon.

IV.3.Coordination du tracé en plan et profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin :

- D'avoir une vie satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefour, échangeur) pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination du tracé en plan et profil en long.
- Décaler les courbes en plan des courbes à sommet du profil en long.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

IV.4. Déclivités

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

- **Déclivité minimum**

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

Au moins 0.5% et de préférence 1%, si c'est possible.

Imin=0.5% dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément ;

Imin=0.5% dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

- **Déclivité maximum**

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

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

Selon la norme B40 on a :

Tableau 1: valeurs déclivité maximale selon B40

Environnement Pmax	Facile	Moyen	Difficile
Cat1-2	4%	5%	6%
Cat3	5%	6%	7%
Cat4-5	6%	7%	8%

Pour un environnement et une catégorie C1 la pente maximale est de : Imax=4%.

IV.5.Raccordement en profil en long

Les changements des déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types de raccordement :

IV.5.1Raccordements convexes (Angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- **Condition de confort**

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

L'accélération verticale est limitée à g/40 pour Cat1-2 et g/30 pour cat 3-4-5.

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égale à :

$R_v \geq 0.3{V_r}^2$(Cat 1-2) ;

$R_v \geq 0.23{V_r}^2$(Cat 3-4-5) ;

Avec R_v : Rayon vertical(m).

V_r: vitesse de référence.

N.B : la première condition est valable pour les points bas angle rentrant aussi bien que l'angle saillant.

- **Condition de visibilité**

Elle intervienne seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplanterai à celle de condition de confort.

Il faut que pour deux véhicules circulent en sens opposé puissent s'percevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

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

D_1 : Distance d'arrêt (m).

h_0 : Hauteur de l'œil(m).

h_1 : Hauteur de l'obstacle(m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle : h_0 =1.1m

h_1=0.15.

On trouve :R_v=0.24${D_1}^2$.

IV.5.2.Raccordements concaves (angle rentrant)

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

La visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R_v = \frac{{d_1}^2}{(1. + 0.035 \times d_1)}$$

Les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivant (selon le B40) :

Tableau 2: caractéristique des rayons en long

Catégorie		C1
Environnement		E1
Vitesse de base(Km/h)		100
Rayon en angle saillant Rv	Rvm (minimale absolu) en m	6000
	Rvn (maximal absolu) en m	12000
Rayon en angle rentrant R'v	R'Vm (minimal absolu) en m	3000
	R'Vn (minimal normal) en m	4200
Déclivité		4%

Chapitre V

Profil en travers

V.1DEFINITION

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale. Le profil en travers est en fonction de l'importance et l'hétérogénéité de trafic à écouler, qui définit le nombre de voies.

Type de profil en travers :

Il existe trois types de profil en travers, les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

Profil en travers type :

Une représentation graphique, contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeur des voies, chaussée, et autre bandes, pentes des surfaces de talus, dimensions des couches de la superstructure, systèmes d'évacuation des eaux etc…).

V.2.LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS

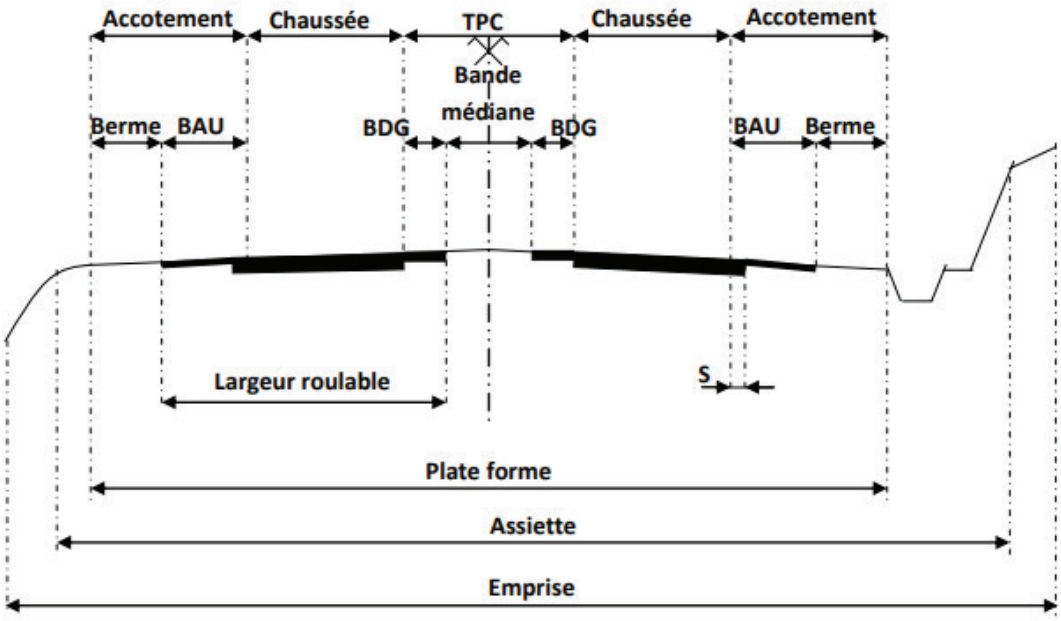


Figure 1: éléments constituants le profil en travers

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

- ✓ L'emprise : est la surface du domaine public affecté à la route et à ces dépendances. Elle comprend l'assiette du projet ainsi qu'un espace de terrain additionnel.
- ✓ L'assiette : est la surface du terrain qui comprend la plateforme routière, les faussées et les talus elle est limitée par les entrées en terre (intersection du terrain naturel existant et du projet).
- ✓ La plateforme routière ; est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées les accotements et les éventuels terre-pleins central.

- ✓ La chaussée : est limitée par le bord interne du marquage au sol pour mémoire une sur largeur est introduite de rayon inférieur à 200 mètre.
- ✓ Accotement ; zone latérale de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.il est constitué de la berme et la bande d'arrêt d'urgence.
- ✓ Terre-plein-centrale (TPC) : il assure la séparation matériels des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ces constituant : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
  - ▪ Bande dérasé gauche (B.D.G) : elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières, elle est dégagée de tous obstacle, revêtu et se raccorde à la chaussée.
  - ▪ Bande médiane : elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et implanter certains équipements (barrière, support de signalisation...etc.)
- ✓ Le fossé : est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissèlement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

V.3.APPLICATION AU PROJET

Le profil en travers de la route existante est constitué de deux voies de 3.5m, des accotements des deux côté de 2m.

Pour notre dédoublement, la RN6A sera constituée de :

- ✓ Deux chaussées de deux voies de largeur de 7m de chacune, avec un dévers en toit de -2.5% en alignement, et avec un dévers en courbe selon le dévers associé ;
- ✓ Un terre-plein central de 3m ;
- ✓ Un accotement de 2m de chaque côté.

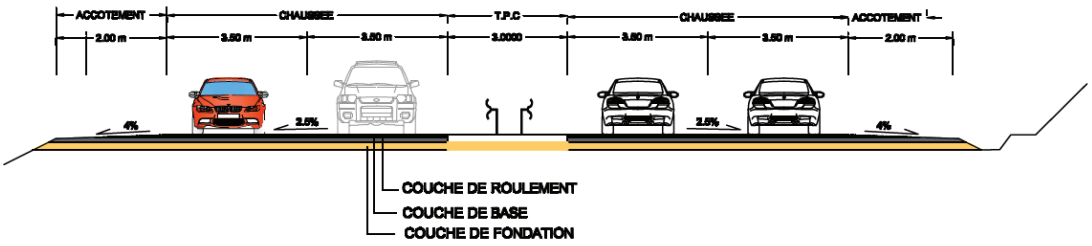


Figure 2: profil en travers type de projet

Chapitre VI

Les cubatures

VI.1.INTRODUCTION

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

VI.2.DEFINITION

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

L'objectif étant de réaliser une route dans les meilleures conditions techniques et économiques.

VI.3.METHODES DE CALCUL DES CUBATURES

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

On utilise la méthode de SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

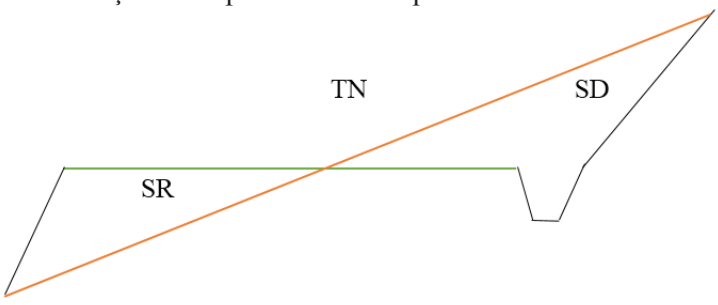


Figure 1: exemple profil mixte (remblais/déblais)

TN : Terrain Naturelle.

SD : Surface Déblai.

SR : Surface Remblai.

VI.4.Description de la méthode

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

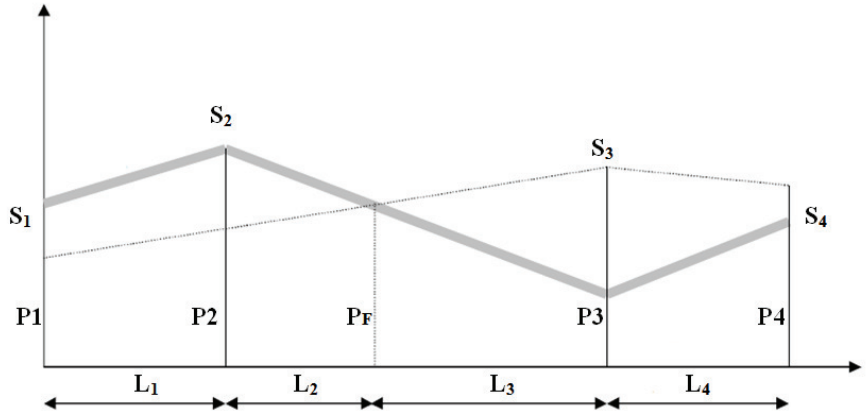
$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$$

H : hauteur entre deux profils.

S : surface limitée à mi- distances des profils.

S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.



Pour un calcul plus simple, on a considéré que :$S_{moy} = \frac{S1+S2}{2}$

Donc :

Entre P1 et P2 : $V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)$

Entre P2 et PF : $V_2 = L_2 \times \left(\frac{S_2+0}{2}\right)$

Entre PF et P3 : $V_3 = L_3 \times \left(\frac{0+S_3}{2}\right)$

Entre P3 et P4 : $V_4 = L_4 \times \left(\frac{S_3+S_4}{2}\right)$

Le volume total V : V=V1+V2+V3+ V4

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) \times 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

VI.5.Calcul des cubatures de terrassement

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel ((piste+)).

VI.6.Résultats des calculs des cubatures

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel ((piste 5.05))

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

Les résultats sont résumés dans ce tableau suivant :

terrassement	Volume (m^3)
Déblais	39704
Remblais	101334

Chapitre VII

Etude géotechnique

VII.1.INTRODUCTION

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profile en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométrique mais aussi de bonnes caractéristiques mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant toute sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussée joue, à ce titre, un rôle primordiale celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

Pour cela, une compagne de sondage doit être faite pour définir les caractéristique du sol support, de dimensionner la chaussée.

VII.2.OBJECTIFS

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- ✓ La tenue des talus.
- ✓ dimensionner la couche de chaussée
- ✓ La résistance des remblais et couches de chaussées aux déformations.

VII.3.LES MOYENS DE RECONNAISSANCE DE SOL

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

- ✓ L'étude des archives et documents existants.
- ✓ Les visites de site et les essais « in-situ ».
- ✓ Les essais au laboratoire.

VII.3.1.l'etude des archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traverses.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

VII.3.2.Les visites sur site et les essais « in-situ »

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

- ✓ Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- ✓ Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

VII.4.LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE

Les essais de laboratoire sont dans tous les cas nécessaires pour préciser et compléter la nature et le comportement des sols. En géotechnique routière on distingue deux types d'essais réalisés en laboratoire qui sont :

- ✓ Les essais d'identification
- ✓ Les essais mécaniques.

VII.4.1.Les essais d'identification

VII.4.1.1.Masse volumique et teneur en eau

Exprime, pour un volume de sol donne, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit **ω=** Ww/Ws.

Masse volumique : masse du sol par unité de volume du sol (t/m3) : γ=W/V.

On calcule aussi la masse volumique sèche : γd=Ws/V.

VII.4.1.2.Analyse granulométrique

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur c'est-à-dire faire une classification du sol.

Les résulta de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique, cette analyse se fait en générale par un tamisage.

Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

Tableau 1 : les types des sols en fonction de diamètre

Dimension D des grains (mm)	dénomination	Type de sols
D > 20	Cailloux	Sols Grenus
20>D>2	Graves	Sols Grenus
2>D>0.2	Gros sable	Sols Grenus
0.2>D>0.02	Sable fin	Sols Grenus
0.02>D>2 μ	Limons	Sols fins
D<2 μ	Argiles	Sols fins

Remarque

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80μm et par sédimentation pour les « fines » de dimension inférieure à 80μm.

VII.4.1.3.Equivalent de sable

C'est un essai qui nous permet de mesurer la propreté du sable c'est-à-dire de déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

VII.4.1.4.Limites d'Atterberg

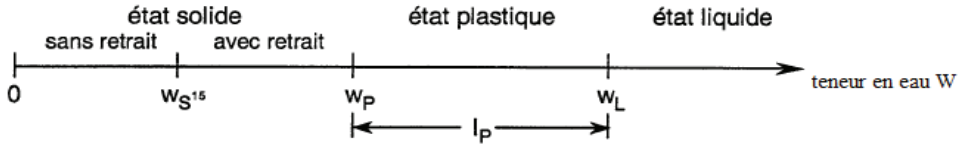
Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action des variations de teneur en eau. Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il S'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5 mm.

Les limites d'Atterberg caractérisent le comportement des sols fins en présence d'eau en pratique on détermine à l'aide de l'appareil de Casa grande. Les propriétés du sol sont caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

- ✓ La limite de plasticité WP caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique.
- ✓ La limite de liquidité WL est caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide.

On définit alors l'indice de plasticité IP: $I_P = W_L - W_P$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », au sens commun du terme comme du point de vue de son comportement en cours de terrassement.



La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

- ✓ $I_P < 12$: Faiblement argileux
- ✓ $12 \leq I_P < 25$: Moyennement argileux
- ✓ $25 \leq I_P < 40$: argileux
- ✓ $I_P \geq 40$: Très argileux

Les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité, sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

VII.4.1.5.Essai au bleu de méthylène VBs (ou à la tache)

C'est un essai de propreté qui est complémentaire de l'équivalent de sable. L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (0/d) avec d≤10mm et à ajouter à cette suspension des doses successives de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tache constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par 100gramme de sol s'appelle ≪ Valeur Au Bleu » du sol et est notée VBs, la VBs reflète globalement :

- ✓ La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- ✓ L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

La valeur VBs est alors calculée à l'aide de la relation :

VBS = (B/M)*C*100

C : la proportion de la fraction 0/5mm.

M : la masse de l'échantillon.

B : la masse de bleu de méthylène introduite.

Le tableau suit donne la sensibilité à l'eau des différents sols en fonction de la valeur au bleu de méthylène :

Tableau 2: Les types des sols en fonction de VBS

Sensibilité à l'eau	Seuil VBS	Sol
Insensibles	0.1	
Éventuellement sensible	0.2	
sensible	0.2 à 1.5	Sablo-limoneux
	1.5 à 2.5	Sablo-argileux
	2.5 à 6	Limoneux
	6 à 8	Argileux
	Sup à 8	Très argileux

VII.4.2.Les essais mécaniques

VII.4.2.1.Essai PROCTOR

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

En pratique l'énergie de compactage E correspond à un nombre de coups de dame standard correspondant soit :

- ✓ L'essai Proctor normal rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.
- ✓ L'essai Proctor modifié, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

Tableau 3: Les caractéristiques de l'essai Proctor

	Proctor Normal	Proctor modifié
Poids de la dame (kg)	2.495	4.54
Hauteur de la chute (cm)	30.5	45.7
Nombre de couches	3	5
Nombre coups de dame/couche	55	55

VII.4.2.2.Essai C.B.R (California Bearing Ratio)

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR

modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

L'indice portant CBR exprime le rapport, en % entre les pressions produisant un enfoncement donné dans un sol et dans un sol de référence (grave concassée).

Tableau 4: portance de sol en fonction de indice CBR.

ICBR	Portance du sol
<3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
>30	Très bonne

VII.4.2.3.Essai Los Angeles

L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ».

Tableau 5: Interprétation du LA

LA	Appréciation
≤15	Très bon à bon
15-20	Bon à moyen
20-30	Moyen à faible
>30	Médiocre

VII.4.2.4.Essai Micro Deval

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

Il peut être exécuté à sec (c'est-à-dire le MDS) ou sur des matériaux imbibés d'eau (c'est-à-dire MDE).

MDS : coefficient Micro-Deval sèche.

MDE : coefficient Micro-Deval à la présence de l'eau.

Tableau 6: Caractéristiques des granulats par le MDE

Valeur MDE	Appréciation
≤ 13	Très bon à bon
13 – 20	Bon à moyen
20 – 25	Moyen à faible
≥ 25	Médiocre

VII.5.CONDICTION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels. Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80mm.
- Matériaux plastique IP > 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

VII.6.RESULTATS DE RECONNAISSANCE EN LABORATOIRE

VIII.6.1.Essais physiques

Les résultats obtenus sont regroupé dans le tableau suivant :

Tableau 7 :Résultats des essais physiques

puits	w_n%	granularité			VBS
		D_{max}	2mm %	80µ %	
K5	6.57	<50mm	85.05	34.34	1
K6	11.85	>50mm	33.99	11.02	0.41
K7	3.29	<50mm	98.71	15.66	0.64

VII.6.2.Essai mécanique

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Puits	Proctor modifié		$I_{.CBR}$%
	γ_{dopm} KN/m^3	w_{op}%	
K5	1.72	16.4	13.42
K6	1.64	18.9	19.09
K7	1.89	9.8	28.02

Interprétation des résultats

Selon la classification du guide de terrassement routier on a

Tableau 8 : Classification selon GTR

Puits	classification selon GTR
K_5	B_5ts
K_6	C_1B_4
K_7	B_5ts

VII.7.CONCLUSION ET RECOMMANDATION

B_5ts ,C_1B_4:d'après le GTR ces sols sont normalement inutilisables en l'état. Donc on ne peut pas l'utilisé comme un déblai mis en remblai.

Portance du sol support

Les valeurs des ICBR varient dans la majorité des cas, entre 13 et 28, ce qui dénote des sols de très forte portance (classe de portance de type S2).

Chapitre VIII

Dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1.INTRODUCTION

Le rôle d'une chausse est de reporter sur le sol support, en les répartissant convenablement, les efforts dus au trafic. La structure de la chaussée doit être telle que la pression verticale transmise au sol support soit suffisamment faible afin que celui-ci puisse le supporter sans dégradation.

Le dimensionnement d'une chaussée permet de définir la déformation admissible à la base de la couche de fondation. Il consiste donc en la détermination du nombre de l'épaisseur des différentes couches d'une structure routière afin de supporter le trafic poids lourds prévu pendant une période déterminée sur une plate-forme support de chaussée donnée.

L'objectif est de limiter la probabilité d'apparition des dégradations avant une période fixée (durée de vie). è

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

VIII.2.LA CHAUSSEE

On définit la chaussée selon deux sens :

- ***Au sens géométrique :*** C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- ***Au sens structurel*** *:* C'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

A la suite, la chaussée est appelée à :

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

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

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

VIII.2.1Chaussée souple

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les trois couches suivantes :

VIII.2.1.1.Couche de roulement (de surface ou encore d'usure)

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat .Elle est composée de la couche de roulement et de la couche de liaison.

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

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

VIII.2.1.2.Couche de base

Elle a pour objectif de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent. Elle est constituée d'un matériau non traité (ou traité) de bonnes caractéristiques mécaniques.

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

VIII.2.1.3.Couche de fondation

Elle assure un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle au même rôle que celui de la couche de base, mais elle constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût.

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée.

VIII.2.1.4.Couche de forme

Cette couche, qui ne fait pas partie intégrante de la chaussée, a plusieurs fonctions :

- À court terme : la couche de forme doit assurer la traficabilité quasi tout temps des engins approvisionnant les matériaux de la couche de fondation, permettre le compactage efficace de la couche de fondation, satisfaire les exigences de nivellement de la plate-forme support de chaussée et assurer la protection de l'arase de terrassement vis-à-vis des agents climatiques dans l'attente de la réalisation de la chaussée.
- À long terme, elle doit permettre d'homogénéiser la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante, de maintenir dans le temps, en dépit des fluctuations de l'état hydrique des sols supports sensibles à l'eau, une portance minimale pouvant être estimée avec une précision suffisante au stade du dimensionnement de la structure de chaussée et d'améliorer la portance de la plateforme pour optimiser le coût de l'ensemble couche de forme - structure de chaussée.
  L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40et 70 cm.

VIII.2.2.Chaussée semi–rigide

On distingue :

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

VIII.2.3.Chaussée rigide

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

VIII.3.LES DIFFERENTS FACTEURS DETERMINANTS POUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

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

VIII.3.1.Trafic

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

VII.3.2.Environnement

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

VIII.3.3.Le Sol Support

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

VIII.3.4.Matériaux

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

VIII.4.LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT

On distingue deux familles des méthodes :

- ✓ Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- ✓ Les méthodes dites ≪ rationnelles ≫basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisée sont :

- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).
- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont: la méthode dite CBR et la méthode de C.T.T.P.

VIII.4.1.METHODE C.B.R (California –Bearnig-Ratio)

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

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

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

Avec :

- e : épaisseur équivalente.
- I_{CBR} : indice CBR (sol support).
- N : désigne le nombre journalier de camion de plus de 1500Kg à vide.
- P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

- $a_1 \times e_1$: couche de roulement.
- $a_2 \times e_2$: couche de base.
- $a_3 \times e_3$: couche de fondation.

Ou :

- e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.
- a_1, a_2, a_3 : coefficient d'équivalence.

Coefficient d'équivalence

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau 1: les coefficients d'équivalence

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2
Grave ciment - grave laitier	1.5
Grave bitume	1.2à1.7
Grave concassée ou gravier	1
Grave roulée - grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1à1.2
Sable	0.5
Tuf	0.6

VIII.4.2.Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

L'utilisation du catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans la méthode de CBR.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

VIII.4.2.1.Démarche de catalogue

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées.

La démarche adoptée pour le catalogue et qui est présentée ci-dessous, elle fait appel aux spécificités géologiques et climatiques du pays ainsi qu'aux ressources en matériaux disponibles pour chaque région. Elle donne ainsi la possibilité au projeteur de faire un choix entre plusieurs variantes de structures de dimensionnement, selon les donné technicoéconomiques locale et régionale relatives au projet.

Principes du dimensionnement catalogue :

- ✓ Le trafic (sollicitation) : charge de référence 13t.
- ✓ Le sol support.
- ✓ La zone climatique.
- ✓ La durée de service.
- ✓ Les matériaux et les types de structure.

Les étapes de dimensionnement des chaussées :

- ✓ Comprendre le comportement de la chaussée.
- ✓ Trouver l'épaisseur des couches.
- ✓ Décéder les types des matériaux pour chaque couche.

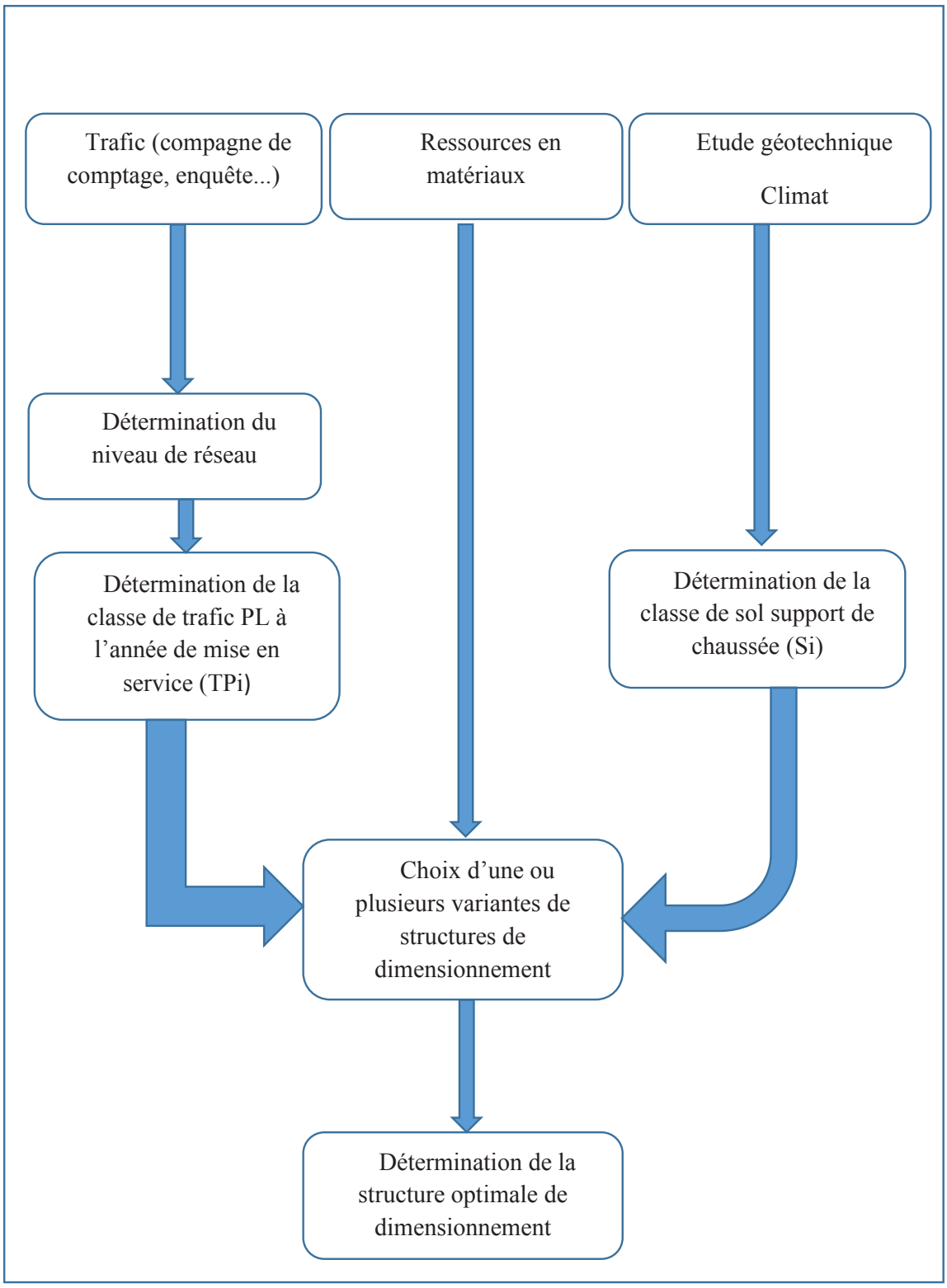


Figure 1: la démarche du catalogue.

VIII.5.APPLICATION AU PROJET

VIII.5.1.Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

- **Donnés climatique**

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température constante, dite température équivalenteθ_{eq}. Cette dernière est déterminée selon le zonage climatique du site.

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves le site est classé en zone III.

Tableau 2: température équivalente

	Zone climatique		
Température équivalente θ_{eq}(°c)	I et II	III	IV
	20	25	30

Donc on prend θ_{eq}=25°C.

Données du trafic

Détermination du type de réseau :

D'après le catalogue on a la classification suivante :

TJMA2016=4361(V/J)>1500(V/J).

Donc le réseau principal : RP1.

- **Répartition transversale du poids lourds**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à deux voies, d'après le catalogue 90% du trafic PL sur la voie lente droit.

TPL2020=5102×0.1728×0.9×0.5=396.73 (PL/J/sens).

- **Détermination de la classe de trafic TPLi**

Les classes de trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal (RP1, RP2), en nombre PL par jour par sens à l'année de mise en service.

Tableau 3:détermination de la classe de trafic.

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

TJMA2020=5102(V/J) avec un pourcentage de poids lourds de 17.28%

Donc TPL=5102×17.28×0.5×0.9=396.73 PL/J/sens.→TPL4.

- **Trafic cumul du poids lourds TCi**

Le TCi est le total du trafic du poids lourd passé dans une chaussée pendant la durée de vie notée n.

$$TCi=TPLi \times 365 \times \frac{(1+i)^n-1}{i}$$

i :taux de croissance du trafic.

$TCi_{2040}= 397 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04}= 4.31\times 10^6$PL/J/sens.

- **Trafic cumilé équivalane TCEi**

Il correspand au nombre cumilé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

TCEi=TCi×A.

A : coefficient d'agréssivité de poids lourds par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes

Tableau 4: valeurs du coefficient d'agressivité

Niveau de réseau principal(RPi)	Type de matériaux et structure	Valeur de A
RP1	Chaussé à matériaux traités au bitume GB/GB,GB/Tuf,GB/SG…	0.6
	Chaussée à matériaux traités aux liants :GL/GL/BCg/GC	01

D'après le tableau , le coefficient d'agréssivité A=0.6.

$TCEi_{2040}$ =4.31× 10^6 ×0.6=2.586× 10^6PL/J/sens.

- **Le risque de calcul**

Tableau 5: risque adopté pour le réseau RP1

	Classe de trafic	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque R(%)	GB/GB, GB/GNT	20	15	10	5	2

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de 15%.

- **Portance de sol support de chaussée**

Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous , ont été calculé à partir de la relation empirique suivante :

E(MPa)=5×CBR=5×13.42=67.1MPa

Tableau 6: classe portance de sol-support

Classes de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

Donc le sol-support est de classe S2.

D'après le catalogue de dimensionnement algérien, le niveau de portance est atteinte donc pas besoin d'améliorer le so-support c'est-à-dire pas besoin de couche de forme.

- **Choix de la structure de chaussée**

Pour les données :RP1,TPL4,S2,zoneIII,durée de vie =20 ans, τ=4%, cités précedement ,le catalogue de sructure ne suggère aucune type de structure GB/GNT,pour cela on propose la structure suuivante :

- Couche de roulement :BB=6cm.
- Couche de base : GB=15cm.
- Couche de fondation :GNT=20cm.

- **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support**

Il faut vérifier que ε_t et ε_z calculé à l'aide d'ALIZE LCPC, sont inférieurs aux valeurs admissible ($\varepsilon_{t,adm}$,$\varepsilon_{z,adm}$) calculées par la mèthode du catalogue.

- **Calcul de la déforation admissible $\boldsymbol{\varepsilon_{z,adm}}$ sur sol support**

$\varepsilon_{z,adm}$=$22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$=$684.63\times 10^{-6}$.

- **Calcul de la défrmation admissible de traction $\boldsymbol{\varepsilon_{t,adm}}$**

$\varepsilon_{t,adm}$ =ε_6(10°C,25Hz)×kne×k$\boldsymbol{\theta}$×kr×kc

- ε_6(10°C,25Hz): déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25HZ.
- Kne: facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- Kr : facteur lié au risque et aux dispersions.
- Kc: facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

Avec : Kne= $(\frac{10^6}{TCEi})^b$;k$\boldsymbol{\theta}$= $\sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta_{eq})}}$ et Kr=$10^{-tb\delta}$

- b : pente de la droite de fatigue (b<0).
- E (10°C) : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- E (θ_{eq}) module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.
- $\boldsymbol{\delta}$: La dispersion/ $\boldsymbol{\delta}$= $\sqrt{SN^2 + (\frac{c}{b}Sh)^2}$
- SN **:** dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs.
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractale de la loi normale qui est en fonction du risque adopté (r%).

- **Performances mécaniques des matériaux bitumineux**

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux traités au bitume (MTB) sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7: performance mécanique des matériaux bitumineux

Matériaux	E (30°,10H) MPa	E (25°,10HZ) MPa	E (20°,10HZ) MPa	E (10°,10HZ) MPa	ε_6(10°c, 25HZ) 10^{-6}
BB	2500	3500	4000	12500	100
GB	3500	5500	7000		
Matériaux	-1/b	SN	SH (cm)	μ	Kc calage
BB				0.35	
GB	6.84	0.45	3	0.35	1.3

D'après le tableau on a :

B=$-\frac{1}{6.84}$=-0.146.

ε_6(10°C,25Hz) =100× 10^{-6}

θ_{eq}=25°C→E (25°,10HZ)=5500MPa.

Risque adopté pour le réseau RP1 et la classe du trafic TPL4(r=15%).

C : coefficient égal 0.02.

t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc t=1.036.

$\boldsymbol{\delta}=\sqrt{0.45^2+(\frac{0.02}{-0.146}\times 3)^2}\rightarrow \boldsymbol{\delta}=0.609$

$\varepsilon_{t,adm}$ =ε_6(10°C,25Hz)×kne×k$\boldsymbol{\theta}$×kr×kc

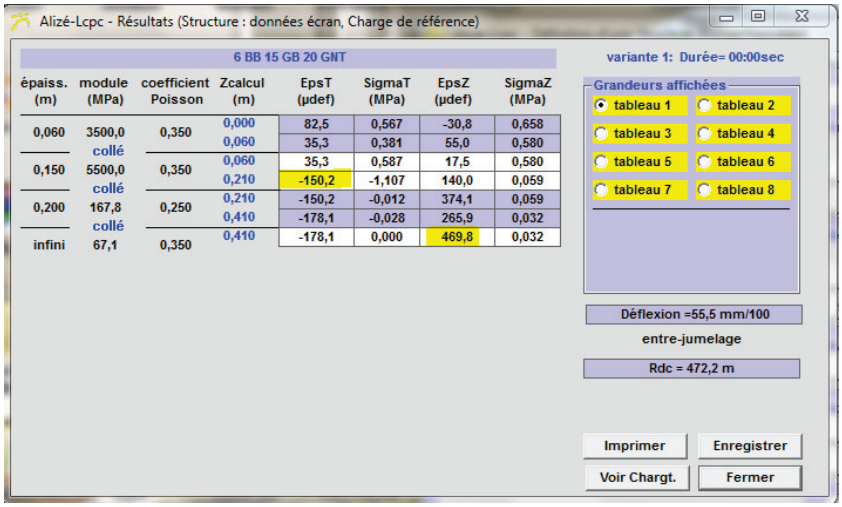
$\varepsilon_{t,adm}$ =ε_6(10°C,25Hz)× $(\frac{10^6}{TCEi})^b \times \sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta}$ ×Kc

$\varepsilon_{t,adm}$= $100 \times 10^{-6} \times (\frac{10^6}{2.586\times10^6})^{-0.146} \times \sqrt{\frac{125000}{5500}} \times 10^{1.036\times0.146\times0.609} \times 1.3$

$\varepsilon_{t,adm}$=182.12× 10^{-6}

- **Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC**

Les données et les résultats de calcul automatique s'affichent sur l'écran ALIZE-LCPC :



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	3500,0	0,350	0,000	82,5	0,567	-30,8	0,658
	collé		0,060	35,3	0,381	55,0	0,580
0,150	5500,0	0,350	0,060	35,3	0,587	17,5	0,580
	collé		0,210	-150,2	-1,107	140,0	0,059
0,200	167,8	0,250	0,210	-150,2	-0,012	374,1	0,059
	collé		0,410	-178,1	-0,028	265,9	0,032
infini	67,1	0,350	0,410	-178,1	0,000	469,8	0,032

Récapitulatif des résultats :

	Déformation calculées	Déformation admissible
$\varepsilon_z(sol\ support)$	469.8×10^{-6}	684.63×10^{-6}
ε_t(à la base Grave-Bitume)	150.2×10^{-6}	182.12×10^{-6}

La structure proposé est donc vérifiée puisque, $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$ et$\varepsilon_{t<}\varepsilon_{t,adm}$.

Donc on adopte pour le dimensionnement du corps de chaussées la structure suivante :

6BB+15GB+20GNT

VIII.5.2.Méthode CBR

TPL_{2020}=$TJMA_{2020}$ ×Z×0.5=5102×0.1728×0.5=440.8128 PL/j/sens.

NPL_{2040}=TPL_{2020} × $(1+\tau)^{20}$=440.8128× $(1+0.04)^{20}$=965.88PL/j/sens.

Détermination de l'épaisseur équivalente :

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

$$e = \frac{100+\sqrt{6.5}\times(75+50\log(\frac{965.88}{10}))}{13.42+5}=30cm$$

On a E_{eq}=a_1*e_1+ a_2*e_2+ a_3*e_3

Tableau 8: dimensionnement du corps de chaussée par la méthode CBR

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	Epaisseur réel	Epaisseur d'équivalence
Roulement	BB	2	6	12
Base	GB	1	10	10
fondation	Tuf	0.6	13	8

Structure de chaussée retenue avec la méthode CBR : 6BB+10GB+13TUF.

VIII.6.Conclusion

D'après les résultats précédents, on remarque bien que la méthode CBR nous donne un corps de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes, alors que la méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous propose un corps de chaussée avec des épaisseurs de structure importantes.

La méthode CBR est une méthode empirique qui ne prend pas en considération le comportement physique et mécanique de chaussée.

La méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue et les différents paramètres soit physiques ou mécaniques, pour des raisons de sécurité et de confort nous proposons d'appliquer à notre projet la structure proposée par le catalogue.

Donc après les calculs et la vérification des déformations par ALIZE-LCPC on prend la structure suivante :

→6BB+15GB+20GNT

Chapitre IX

Assainissement

IX.1.INTRODUCTION

Sous toutes leurs formes, météorologiques ou superficielles, les phénomènes de ruissellement constituent une des causes premières des dégradations rencontrées sur la chaussée.

Les problèmes liés au ruissellement superficiel surgissent en des points particuliers : traversée des ponts sur les oueds importants, franchissement des petits oueds par des ouvrages courants (buse ou dalot), écoulement des eaux pluviales dans les drains artificiels ou fossés, ou passage sur les zones inondables. Les ouvrages hydrauliques constituent les solutions pour résoudre les problèmes ainsi évoqués. Toutefois, leur dimensionnement doit nécessairement maintenir un équilibre entre le coût de l'investissement et les dommages et les risques encourus.

IX.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.
- Assurer l'évacuation des eaux s'infiltrant à travers du corps de chaussée.
- Le maintien de bonne condition viabilité.
- Réduction du cout d'entretien.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface).

IX.3.TYPE DE DEGRADATION

Les ruissellements des eaux en surface de la route engendrent de grave dégât à cause de mauvais drainage et entretien.

Ces dégradation se présentent sous forme de :

Pour les chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussée.
- Dès enrobage.
- Nid de poule.
- Décollement des bords.

Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillement du pied de talus.

IX.4.CHOIX DE LA FREQUENCE DE PLUIE

Il est recommandé que le débit de fréquence adopté pour le dimensionnement de tous les ouvrages franchissant (faussés, buses, dalots, ouvrage d'art) sont celui dont la période de retour est de 10, 50 et 100 ans respectivement.

IX.5.ESTIMATION DES DEBITS D'APPORT Q_a

Le dimensionnement de différents types d'ouvrage d'assainissement résulte de comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.

Le débit d'apport est calculé l'aide de la formule de la méthode rationnelle :

Q_a=K.C.I_t.A

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités et est égale à 0.278.

C : coefficient de ruissèlement

I_t: Intensité moyenne de la pluie exprimée en mm/h.

A : aire du bassin versant (Km²).

IX.5.1.Coefficient de ruissèlement

- Pour bassin versant :

Le coefficient de ruissellement "C", qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol sature par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse,

- Pour la chaussée :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu.il peut être choisis selon le tableau suivant :

Tableau 1: coefficient de ruissèlement.

Type de chaussée	c	Valeur prise
Chaussée revêtu en enrobé	0.80à 0.95	0.95
Accotement	0.15à0.4	0.4
Talus	0.1à0.3	0.3
Terrain naturel	0.05à0.2	0.2

IX.5.2. L'intensité de pluie I_t

L'intensité de la pluie est déterminé comme ce suit :
$I(t, T) = a(T)*t^{-b}$

- I(t, T) : Intensité de pluie en mm/h.
- T : période de retour.
- t : temps en heures.
- a et b : paramètres de Montana.

Tableau 2 : valeurs du paramètre « a» selon les fréquences

T		10	100
a(T)	EL BAYDH	25.4	39,6

Tableau 3:valeur du paramètre "selon la station

Station	B
El BAYADH	0,72

Temps de concentration

La durée T_c de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Il est estimé respectivement par Ventura, Passini, Gnôthi, comme suit :

- A<5km² t_c =0.127$\sqrt{\frac{A}{P}}$;
- 5Km²≤ A< 25Km² $t_c = 0.108\frac{\sqrt[3]{A.L}}{\sqrt{p}}$;
- 25Km²≤ $A < 200$ Km² t_c=$\frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$;

Avec:

- T_c: Temps de concentration (h).
- A : superficie du bassin versant (Km²).
- L : longueur du bassin versant (Km).
- P : pente moyenne du bassin versant.
- H : différence entre cote moyenne et cote minimale.

IX.6.DEBIT DE SATURATION

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement et calcule par la formule de Manning -Strickler :

$$Q_s = S_m.K_{st}.R_h^{2/3}.I^{1/2}$$

Avec :

R_h : Rayon hydraulique.

I : pente de l'ouvrage d'évacuation.

K_{st} : Coefficient de rugosité.

S_m : Surface mouillé.

Kst = 80 en bétons (buses préfabriquées).

Kst = 70 en bétons (dalots).

IX.7.DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Les ouvrages d'assainissement ont pour objet d'assurer la collecte, le transport et le traitement éventuel des eaux usées et pluviales

Les ouvrages projetés doivent pouvoir évacuer, dans les conditions satisfaisantes, les volumes d'eau des bassins qu'ils desserrent.

Les vitesses d'écoulement pour le débit de projet doivent être comprises entre 0.3 m/s à 5 m/s pour assurer la durabilité des ouvrages.

Le fil d'eau à l'amont en entrée de collecteur doit respecter :

Pour le dalot :

- Ht ≤ 2.5 m : Hu =80% la hauteur totale.
- Ht > 2.5 m : Hu = Ht-0.5.

Le dimensionnement de ces ouvrages correspond à une période de 100 ans pour les ouvrages hydrauliques transversaux (ponts, dalots et buses).

IX.8.APPLICATION AU PROJET

Bassins versants	PK (Km+m)	Surface (Km²)	Périmètre (KM)	Altitude Max(m)	Altitude Min(m)	Pente	Longueur d'écoulement (Km)
BV1	26+600	8.842	13.95	1263	1176	3.02	2.415
BV2	30+300	6.678	13.30	1235	1165	4.04	2.184
BV3	31+800	29.94	29.02	1312	1152	3.2	8.19

- **DIMENSIONNEMENT DE FOSSES**

La section transversale peut avoir plusieurs formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire.

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement.

$$Q_a = Q_s$$

- **Calcul de débit d'apport Qa**

- **Calcul les surfaces des bassins versants**

- Surface de la chaussée :A_c=7×150×10^{-6}=1.05×10^{-3}km² ;
- Surface de l'accotement : A_a=2× 150 ×10^{-6}=3×10^{-4}km² ;
- Surface du talusA_t=6.5×10^{-4}km².

- **Calcul de temps de concentrationt_c**

Chaussée : t_c =0.127$\sqrt{\frac{A}{P}}$=0.127$\sqrt{\frac{1.050\times10^{-3}}{314}}$=7.34×10^{-3}h.

Accotement **:** t_c =0.127$\sqrt{\frac{A}{P}}$=0.127$\sqrt{\frac{3\times10^{-4}}{304\times10^{-6}}}$=3.98×10^{-3}h.

Talus : t_c =0.127$\sqrt{\frac{A}{P}}$ =t_c =0.127$\sqrt{\frac{6.5\times10^{-4}}{0.85}}$ =3.51×10^{-3}h.

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

	C	Surface A (km²)	Intensité de l'averse (mm/h)	Débit (m^3/s)	Débit total (m^3/s)
Chaussé	0.95	1.05×10^{-3}	1362.68	0.37	0.55
Accotement	0.4	2×10^{-4}	2117.28	0.047	
Talus	0.3	6.5×10^{-4}	2317.78	0.125	

- **Débit de saturation (Qs) :**

On utilise la formule de MANNING-STRICKLER

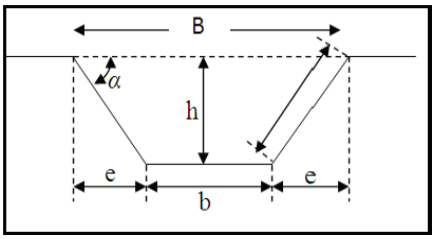
$$\boldsymbol{Q_s = S_m . K_{st} . R_h^{2/3} . I^{1/2}}$$

- **Calcul de la surface mouillée :**

S_m=b.h+e.h

Pour un angle de 45° on a e=h on aura S_m=bh+h².

Calcul du périmètre mouillé :



P_m=b+2c.

C=$\sqrt{h^2 + e^2}$=h$\sqrt{2}$

Donc : P_m=b+2$\sqrt{2}$ .h

Calcul raton hydraulique :

R_h=$\frac{S_m}{P_m}$= $h \times (b + h)/(b + 2\sqrt{2} \times h)$

On fixe la base du fossé à b=50cm, k=70, et I=0.03

$$Q_a = Q_s \rightarrow h_{i+1} = \frac{(b+2\sqrt{2}\times h_i)^{2/5}\times Q^{3/5}}{(b+h_i)\times(k\times\sqrt{I})^{3/5}}$$

Après itération on trouve h=0.24

On prend h=0.5m b=0.5m

- **Dimensionnement des ouvrages d'évacuation (travers)**

- **Dimensionnement du dalot (BV2 PK 30+300)**

On prend en compte pour le dimensionnement des dalots la période de retour 50 ans,

La section de dalot est calculée comme pour le fossé seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot. La hauteur de remplissage du dalot sera égale à 0.8H.

On a :

Le surface mouillé : S_m = L × (0.8 h) ;

Le périmètre mouillé : $P_m = L + 2 \times 0.8 \times h$;

Donc

Rayon hydraulique : $R_h = \frac{L \times 0.8 \times h}{L + 2 \times 0.8 \times h}$

Pour le dimensionnement les dalots on prend : $Q_a = Q_s$

$$h = \frac{1}{0.8.L} \times \left(\frac{Q_a}{K_{st}.\sqrt{I}}\right)^{\frac{3}{5}}.(1.6 \times h + L)^{2/5}$$

Q_a=K.C.I_t.A=0.278× 0.2 × 26.73 × 8.842

Q_a=13.14m^3/s.

$$h = \frac{1}{0.8.L} \times \left(\frac{Q_a}{K_{st}.\sqrt{I}}\right)^{\frac{3}{5}}.(1.6 \times h + L)^{2/5}$$

On fixe L à 3m I=0.003

On trouve h par itération : h=1.75m.

On prend h=2m.→Dalot 3×2.

Tableau 4: les différents ouvrages d'assainissement dans le projet

Bassins versants	PK(Km+m)	Les ouvrages sur la route existante	Débit (m^3/s)	Solution
BV1	26+600	P.S.S avec1Φ1000	13.14	Construire nouveau dalot 3*2
BV2	30+300	2 dalot 1.5*1.5	7.83	Prolongement du dalot existant
BV3	31+800	Pont cadre (5 X 3)	21.38	Prolongement du pont cadre existant

Le prolongement des dalots existants a pour but de ne pas perturber l'écoulement naturel de l'eau.

Chapitre X

Signalisation

X.1.INTRODUCTION

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'usager de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

X.2.OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière a pour but :

- Rendre plus sûr et facile la circulation routière.
- Rappeler certain prescription du code de la route.
- Donner des informations relatives à l'usager de la route.

X.3.TYPE DE SIGNALISATION

On distingue deux types :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

X.3.1.Signalisation verticale

Se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elle est divisée en deux grandes catégories :

- Signalisation de danger, de prescription, et d'indication.
- Signalisation de direction.

- **Signaux de danger**

Panneaux de forme triangulaire, placé à 150 m avant l'obstacle.

- **Signaux comportant une prescription absolue**

Panneaux de forme circulaire. On trouve l'interdiction, l'obligation et fin de prescription.

- **Signaux à simple indication**

En général de forme rectangulaire des fois terminées en un point de flèche.

- **Signaux de position des dangers**

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

X.3.2.Signalisation horizontal

Elle se fait à l'aide des marques sur chaussée, elle a pour but d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou â certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les conducteurs.

Le rôle essentiel de ce type de signalisation est de délimiter les voies de circulation afin d'augmenter la sécurité routière, et de complémenter la signalisation verticale. Elle se divise en trois types.

X.3.2.1.Marquage longitudinal

- Ligne continue : Ces linges sont utilisées pour indiquer les sections de route ou le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.
- Ligne 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. On distingue :
    - Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
    - Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits dans ces cas est égale à celle de leurs intervalles
    - Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, la longueur des traits de ces lignes est triple de celle de leurs intervalles.

X.3.2.2.Marquage transversale

- Lignes transversales continues : éventuelle tracé à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- Lignes transversales discontinue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

X.3.2.3.Les flèches

- Flèches de rabattement ;
- Flèches de sélection unidirectionnelle ;
- Flèches de sélection bidirectionnelle.

X.4.MODULATION DES LIGNES DISCONTINUES

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13m. Leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

- T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.
- T2 3U : ligne de rive.

- T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

Tableau 1: caractéristiques des lignes discontinue

Type de marquage	Type de modulation	Largeur de trait en cm	Intervalles entre deux traits successifs	Rapport plein vide
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
transversal	T'2	0.5	0.5	1

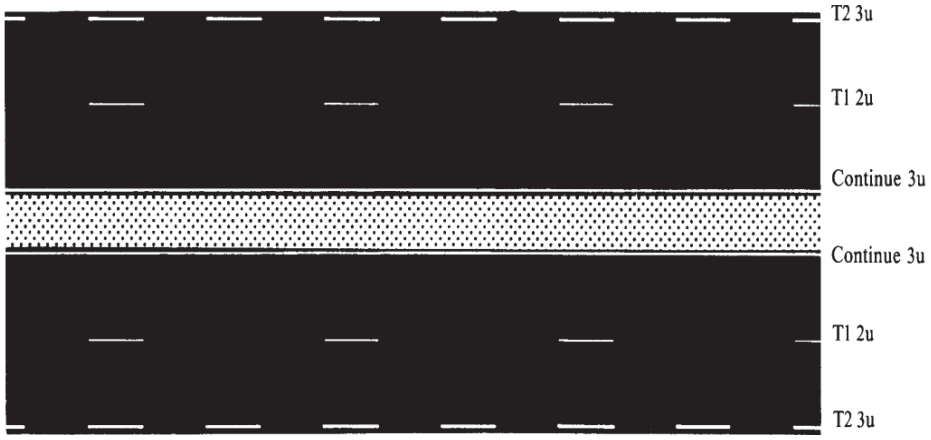


Figure 1: marquage longitudinal des lignes discontinues

X.5.CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES

X.5.1.Couleur des marques de chaussée

Les couleurs utilisées pour les marquages sur la chaussée est le blanc et le jaune. , dont le jaune est pour T4 et de la délimitation du TPC, et le blanc pour d'autres marquages.

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

X.5.2.Largeur des lignes

Les largeurs de ligne sont définies par rapport à une unité U.

Les valeurs de U sont :

- U = 7,5 cm Sur l'Autoroute et les bretelles des diffuseurs, des nœuds autoroutiers et D'entrée/sortie sur aires.

- U = 6 cm Sur les bretelles de sortie de l'Autoroute après les péages, sur les bretelles D'entrée de l'Autoroute avant les péages et sur les RN,
- U = 5 cm sur toutes les autres routes qui ne sont pas nationales.

La valeur de U doit être homogène sur tout un itinéraire.

X.6.LES CRITERES DE CHOIX DE LA SIGNALISATION

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

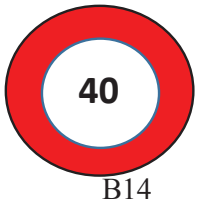
- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'usager.
- Eviter la publicité irrégulière.

X.7.APPLICATION AU PROJET

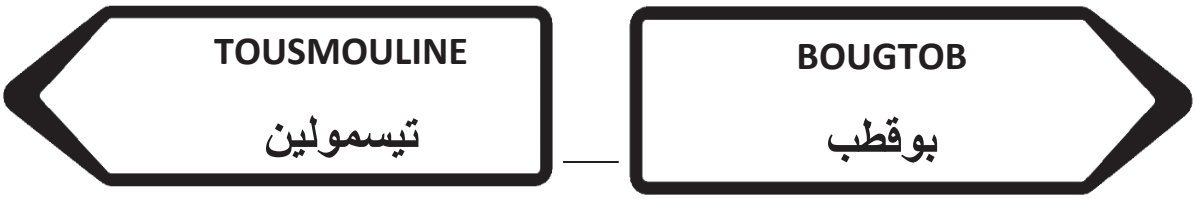
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

Signalisation verticale :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (type E).

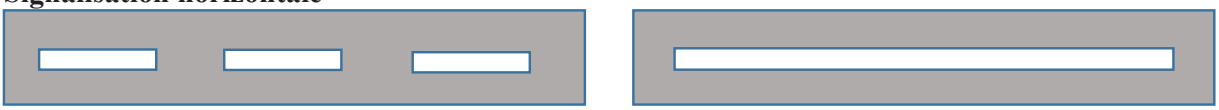
 A1b	 A1a	 A1c
 A23	 Ab4	 B14

Panneau de signalisation d'identification des routes type E





Signalisation horizontale



Ligne discontinue Ligne continue

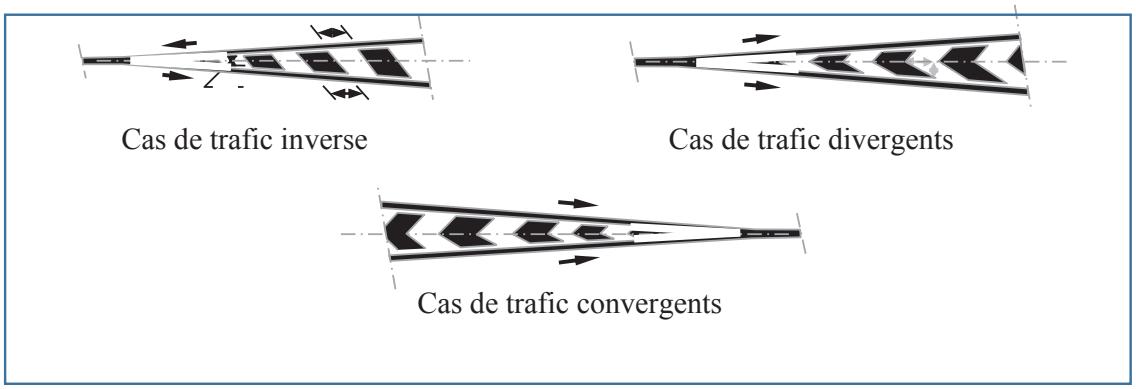
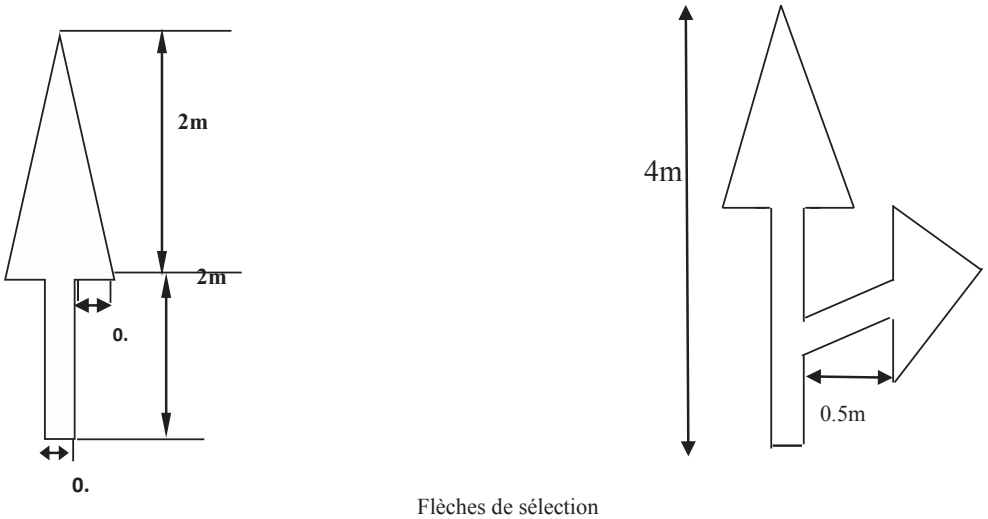


Figure 2: marquage par hachure



Flèches de sélection

X.8.L'ECLAIRAGE

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est –à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles 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.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

- **Classe A :** éclairage général d'une route ou autoroute.
- **Classe B :** éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- **Classe C :** éclairage des voies dessertes.
- **Classe D :** éclairage d'un point singulier (carrefour, virage…) situé sur un itinéraire non éclairé.

X.9.PARAMÈTRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée
- La 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.

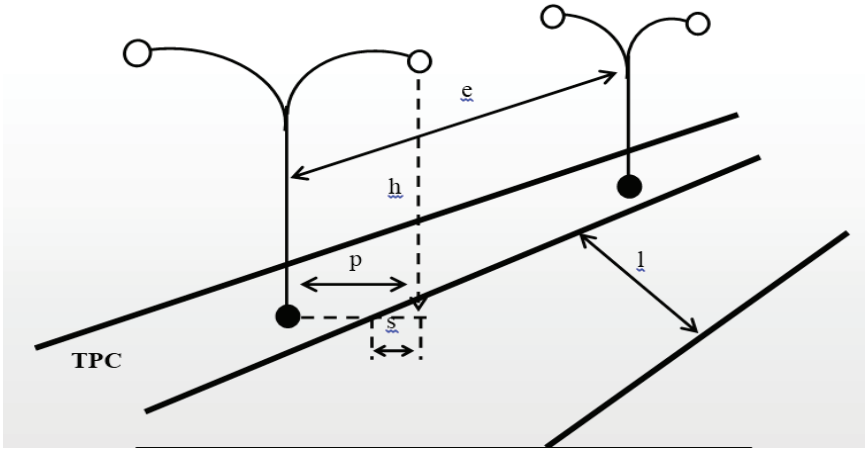


Figure 3: paramètre de l'implantation des luminaires

X.10.APPLICATION AU PROJET

Des lampadaires d'hauteur de 10 à 12m sont implantés sur le T.P.C le long de la section étudiée avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une chaussée, espacés de 20m.

Chapitre XI

Echangeur

XI.1.INTRODUCTION

La conception d'un projet est l'étape la plus importante et la plus déterminante, car elle tient compte du cout du projet et sur sa durabilité et comme notre projet consiste à faire la conception d'un échangeur on doit préalablement connaitre les différents types d'échangeurs et leur conditions d'implantation, afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat.

XI.2.DEFINITION D'UN ECHANGEUR

Un échangeur est un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies.

En terme technique, un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudié en fonction de l'importance des divers courant de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, aussi qu'il ne faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs par :

- ✓ Nœud : lorsqu'il raccorde une oie rapide avec une autre voie rapide.
- ✓ Diffuseur : lorsque il raccorde une voie rapide au réseau de voie urbain classique.
- ✓ Mixte : lorsque il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

XI.3.ROLE DE L'ECHANGEUR

L'échangeur a pour but d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.

XI.4.REGLE DE CONCEPTION

Comme n'importe quel ouvrage, la conception d'un échangeur doit être soumise à des règles, pour assurer un bon fonctionnement, on doit éviter :

- ✓ Le passage sur terrain agricole.
- ✓ Passage au voisinage des habitations et des maisons publics.
- ✓ Passages sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement.
- ✓ Les longs alignements droits.
- ✓ Les terrassements importants.
- ✓ Les sites en courbes à faibles rayons.

XI.5.TYPE D'ECHANGEUR

Le type de l'échangeur à adopter est en fonction de :

- La catégorie et classe des routes en croisement.

- L'importance des différents courants tournant avec leurs volumes.
- Les contraintes topographiques et environnementales.

Selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

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

XI.5.1.ECHANGEURS MAJEURS

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

- Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- Bifurcation ≪ Y ≫ quand il y a trois branches a raccorder.

Type trèfle complet *:*

Il est utilisé pour raccordement à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art, et la nécessite permettre les boucles et nécessairement lente, et la nécessite d'incorpore des voies collectives et distributrices pour permettre les entrée sans croisement le rend finalement très couteux.

Type bifurcation « Y » :

Pour le raccordement à trois branches on utilise le type « Y » tel que la branche qui présente le plus faible doit se détaché par la droite de tronc principal on rejoignant par la droit le même tronc principal.

Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continue.

XI.5.2.ECHANGEUR MINEUR

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale» et une route ordinaire « route secondaire », le schéma concernent par le raccordement sont :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trempette.

Type losange

Il est composé de quatre diagonal unidirectionnel est un carrefour à niveau sur la route secondaire, les quatre diagonal sont symétrique entre elle par rapport à l'axe de l'autoroute il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.

Type demi-trèfle

Comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire, il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique des trafics d'échange dans la mesure de possible utilisation des boucles en voies d'entrée ce qui améliore les conditions de visibilité et de sécurité. Généralement on a deux types de demi-trèfle :

- Demi-trèfle symétrique.

- ·Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé».

Trompette

Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches il comporte :

- Alignement droit commun à toutes les bretelles.
- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonale de sortie.

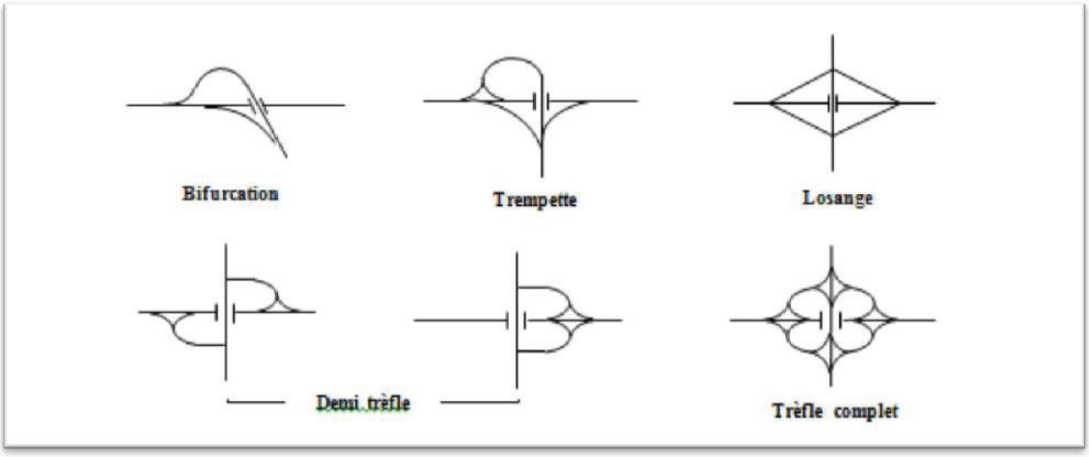


Figure 1 : les différentes types d'échangeur

XI.6.CONSTITUTIONS DES ECHANGEURS

Tout échangeur quel que soit son importance, est constitué d'un assemblage de trois éléments :

- Pont ;
- Carrefour plan ;
- Bretelles ;

Pont :

Passage supérieur du au dénivellement, la détermination du nombre d'ouvrage d'art (pot) est en fonction de :

- Type d'échangeur choisi.
- Les instructions et réglementation de conception
- Les conditions de coordination profil en long-tracé en plan.
- Les contraintes du terrain d'implantation.

Carrefour plan

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

Bretelle :

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

XI.7.CRITERE DE CHOIX DE TYPE D'ECHANGEURS

Une bonne conception d'échangeur nécessite :

- La détermination du tracé.
- Configuration du tracé à adopter.
- L'analyse et le choix.

Pour notre projet l'échangeur va relier la route nationale RN6A avec CW donc l'échangeur sera type diffuseur, avec une géométrie de type trompette.

XI.7.1.CHOIX DE L'ÉCHANGEUR

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « avantages, inconvénient… », et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adopté ou cas qui présente. Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre.

Et pour ce but on suit le chemin suivant :

Étape 1 : Détermination du tracé à partir de :

- Présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

Étape 2 : configuration de tracé à adopter.

L'échangeur a adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garante en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements… ».
- Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

Étape 3 : analyse

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilités, de confort et de sécurité.

XI.8.APPLICATION AU PROJET

1ére Etape

- **Terrain**

Terrain plat avec

- **Types de routes à raccorder :**

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre : la RN 6A et CWn°3

L'échangeur et de type : **Echangeur mineur**

3) Vitesse sur les bretelles

La vitesse de référence des véhicules d'une section de la route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers. Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par la même la sécurité et le confort de la conduite. D'après le B40 :

La vitesse sur la RN6A est 100Km/h.

La vitesse sur la route transversale à la RN6Aest 80 Km/h

La vitesse sur l'échangeur est 40 Km/h.

⇒ On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=40 Km/h**.**

2ème étape
Configuration du tracé à adopter

Valeur limite sur la bretelle pour une vitesse = 40 Km/h.

R_{nd} = 300 m

R_{min} = 40 m

✓ **Voie de décélération :**
Longueur de la voie de décélération est de : 170m

✓ **Voie d'accélération :**
Longueur de la voie d'accélération est de : 240m

3ème étape :
Le carrefour RN6A est à 3 branches, pour ce type d'échange nous avons le choix entre ces types d'échangeurs :

- Le triangle (multi ouvrage),
- La trompette,
- La bifurcation**.**

➢ **Le triangle :**

Les avantages
•Bonne géométrie (belle vue),

•Bretelles directes ce qui permet de pratiquer une grande vitesse,

•Elle s'adapte au carrefour à trois branches.

Les inconvénients
- Une perte de l'espace.
- Schéma compliquée.
- Difficulté de la mise en œuvre.

➢ **La trompette**

Les avantages
- Un schéma simple,
- Elle est économique,
- Assure un écoulement sans conflit,
- Construction moins coûteuse par rapport aux autres schémas,

- L'économie de l'espace.
- La visibilité est plus élevée.
- Elle s'adapte au carrefour à trois branches.

Les inconvénients

- Ouvrages de franchissement est un peu large

➢ **La bifurcation**

Les avantages

- Bretelles directes ce qui permet de pratiquer une grande vitesse,
- Construction économique,
- Elle s'adapte au carrefour à trois branches.

Les inconvénients

- Ouvrage de franchissement large et biais.
- Occupe un grand espace.
- Schéma un peu compliqué.
- Circulation lente dans les boucles

Conclusion sur le choix de type d'échangeur

Après l'analyse des trois types d'échangeur à proposer, on a trouvé l'échangeur le plus avantageux c'est le type d'échangeur trompette.

Donc la solution adoptée est : échangeur de type trompette.

Chapitre XII

Impact sur l’environnement

XII.1.INTRODUCTION

La plupart des activités humaines modifient plus ou moins profondément le fonctionnement des écosystèmes ou l'état de certains éléments de l'environnement, dont bien entendu les êtres humains.

Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement.

Le transport routier par la différente nuisance qu'il généré et devenu aujourd'hui une préoccupation majeure, qui concerne tout particulièrement ceux qui sont chargés de concevoir, de construire et d'exploiter une infrastructure routière.

XII.2.CADRE JURIDIQUE

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

– Une analyse détaillée du projet ;

– Une analyse de l'état initial du site et de son environnement ;

– Une analyse 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 ; impact du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XII.3.OBJECTIF DE L'ETUDE ENVIRONNEMENTALE

Les préoccupations relatives à l'environnement peuvent être en grande partie regroupées autour de quelques objectifs généraux :

- ✓ Connaitre les conséquences environnementales du projet à étudié.
- ✓ Ne pas dégrader l'environnement, ou du moins limiter ou corriger ce qui peut conduire à des dégradations.
- ✓ Gérer et entretenir les abords de la route.

XII.3.ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

C'est l'identification de l'ensemble des effets ou impacts sur les milieux physiques, humains et sur l'environnement naturel d'un projet donné. C'est une étude scientifique et technique multidisciplinaire, qui permet d'analyser et d'évaluer les effets et les mesures par rapport à chacune des composantes environnementales d'un projet.

L'environnement est l'expression même des intersections homme – nature, l'homme vie dans le système complexe et fragile, et en faisant partie intégrante de ce système, il est dans son intérêt de la préserver.

On intervient dans cet environnement par la construction d'un aménagement routier, plusieurs paramètres physiques et naturels tels que l'eau, l'air, la faune, et la flore seront perturbés. L'altération des paysages et des nuisances dus au bruit peut être aussi les conséquences de cette intervention.

XII.4.L'IMPACT SUR LA NATURE

XII.4.1.La qualité de l'air

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- ✓ Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO2 (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- ✓ Utiliser d'autres modes de transport.
- ✓ Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- ✓ Utiliser d'autres sources d'énergie.

XII.4.2.La faune

Lorsqu'une nouvelle infrastructure vient perturber ces cheminements, les animaux cherchent à les rétablir et n'hésitent pas à traverse la voie ce qui occasionne des accidents.

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel et il est important de prendre en compte les effets indirects et d'étudier les conséquences du projet sur l'écosystème dans son ensemble.

XII.4.3.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 (littoral).

XII.4.4.L'eau

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entrainent parfois un risque accru d'inondation, d'érosion de dépôts ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique.

XII.5.Impact sur les habitants

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.
Les principaux impacts d'une infrastructure routière sur les habitants sont :

- La destruction.
- Le bruit.

XII.5.1.La destruction

Les projets d'aménagement routier 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.

Les impacts de destruction concernant :

- ✓ Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.
- ✓ Les populations situées au périmètre d'accueil.

XII.5.2.Le 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 :

- ✓ Perte de sommeil.
- ✓ 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 proximité.
- ✓ Agir sur la couche de roulement en améliorant les enrobés au dépens des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.

XII.6.IMPACT SUR L'AGRICULTURE

Il est incontestable que l'agriculture est activité économie principale inépuisable de ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

XII.7.INTERETS DE LA VEGETATION

L'intérêt de la végétation peut se résumer dans ce qui suit :

- ✓ Sur le plan technique : la végétation limite l'érosion superficielle des sols, règle les débits d'écoulement des eaux et draine les talus.
- ✓ Sur le plan sécuritaire : elle participe au guidage des usagers et à la compréhension du trajet.
- ✓ Sur le plan paysager : les plantations permettent une meilleure intégration de l'aménagement dans la nature environnante.
- ✓ Sur le plan écologique : ces implantations vont constituer un espace de vie pour la faune et la flore, participent aux cycles biologiques (eau, carbone, oxygène) et enfin servent à atténuer certains polluants.

XII.8.CONCLUSION

Il faut à améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement. Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :

- ✓ Sa conception.
- ✓ Sa construction.
- ✓ Son exploitation.

Devis quantitatif et estimatif

N°	Désignation	Unité	Prix unitaire(DA)	Quantité	Montant
1	Installation de chantier	Forfait	3%(2+3+4)		
	Total 1	16582932			
2	Dégagement de l'emprise				
	Scarification de la chaussée existante	M²	500	91200	45600000
			Total2		45600000
3	Terrassement				
	Déblais en sol inutilisable mise en dépôt	M^3	300	39704	11911200
	Remblais d'emprunt	M^3	600	101334	60800400
			Total 3		72711600
4	Chaussée				
	Matériaux pour accotement	M^3	1000	19680	19680000
	Couche de fondation en GNT	m^3	2800	18240	51072000
	Couche de base en GB ($2.2t/m^3$)	T	6000	30096	180576000
	Couche de roulement en BB ($2.3t/m^3$)	T	6500	25171.2	163612800
	Couche d'imprégnation en émulsion 700à800g/m2	M²	100	127200	1272000
	Couche d'accrochage dosée 200à300g/m2	M²	100	182400	18240000
	Total 4	434452800			
5	Assainissement				
	Fossé bétonné	ML	3000	12000	36000000
	Ouvrage dalot	M^3	50000	94.53	4726500
	Total 5	40726500			
6	Signalisation	Forfait	2%1+2+3		
	Total6	11055288			
7	Impact sur l'environnement	Forfait	1% 1+2+3	total	5527644
	Total brute	626656764			
		TVA	17%		106531650
	Total	733188414			

Don le mentant total du projet est :

Sept cents trente-trois millions cent quatre-vingt-huit mille quatre cents quatorze dinars Algérien.

Conclusion générale

Le projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos reconnaissances théoriques et techniques acquises durant notre formation.

Dans ce projet de dédoublement de la RN6A on a suivi le tracé de la route existante qui a été en bon état en rectifiant les tronçons réalisés hors norme en évitant au maximum les contraintes existantes à savoir les poteaux électriques et les arbres.

Le travail réalisé a porté sur la phase APD, dans cette phase nous avons conçu le tracé géométrique et déterminé les différentes caractéristiques du projet. Ceci nous a permis de prendre connaissances des différentes normes régissant le domaine routier.

La réalisation du dédoublement de la RN6A reliant BOUGTOB – EL BAYADH, rentre dans le programme d'aménagement des infrastructures, Cette route est considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

Ce projet de route, nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Ce projet de dédoublement est pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Ce projet de fin d'étude, nous a permis aussi d'avoir une meilleure maitrise des logiciels utilisés qui m'ont été indispensables pour la concrétisation de ce projet dans les délais impartis et avec une qualité de rendu appréciable, on l'occurrence les logiciels Piste 5.06, AutoCAD et COVADIS.

BOBLIOGRAPHIE

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Instruction sur les constructions techniques d'aménagements des autoroutes de liaisons (I.C.T.A.A.L le 12 décembre 2000).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP ».
- KALLI FATMA-ZOHRA & GOUMETTRE AHMED, *Manuel de projet de route*.
- PHILIPPE CARILLO, *Conception d'un projet routier*.
- MICHEL FAURE, *Routes tom 1*.
- Réalisation des remblais et des couches de forme : guide technique SETRA.

Les annexes

ANNEXE I

AXE EN PLAN					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	245070.741	3756116.758
D1	ANG = 304.243°	981.439			
			981.439	245622.996	3755305.440
L1	A = 379.000				
	Rf= -950.000				
	L = 151.201				
			1132.640	245704.709	3755178.271
	XC= 244879.370				
	YC= 3754707.829				
	R = -950.000				
	L = 249.859				
			1382.499	245798.636	3754947.516
	Rd= -950.000				
	A = 379.000				
	L = 151.201	552.261			
			1533.700	245828.964	3754799.431
D2	ANG = 280.054°	229.335			
			1763.034	245869.001	3754573.618
L2	A = 234.000				
	Rf= 500.000				
	L = 109.512				
			1872.546	245892.030	3754466.615
	XC= 246371.862				
	YC= 3754607.189				
	R = 500.000				
	L = 368.845				
			2241.391	246111.322	3754180.435
	Rd= 500.000				
	A = 234.000				
	L = 109.512	587.869			
			2350.903	246208.653	3754130.368
D3	ANG = 334.870°	527.749			
			2878.653	246686.449	3753906.246
L3	XC= 245752.164				
	YC= 3751914.485				
	R = -2200.000	208.466			
			3087.119	246870.709	3753808.912
D4	ANG = 329.441°	323.780			
			3410.899	247149.518	3753644.293
L4	A = 394.000				
	Rf= 1000.000				
	L = 155.236				
			3566.135	247285.153	3753568.871

ANNEXE I

	XC= 247725.282				
	YC= 3754466.805				
	R = 1000.000				
	L = 104.281				
			3670.416	247381.011	3753527.935
	Rd= 1000.000				
	A = 394.000				
	L = 155.236	414.753			
			3825.652	247529.287	3753482.114
D5	ANG = 344.310°	146.438			
			3972.091	247670.269	3753442.512
L5	A = 394.000				
	Rf= -1000.000				
	L = 155.236				
			4127.327	247818.545	3753396.691
	XC= 247474.275				
	YC= 3752457.821				
	R = -1000.000				
	L = 279.144				
			4406.471	248063.909	3753265.491
	Rd= -1000.000				
	A = 394.000				
	L = 155.236	589.616			
			4561.707	248184.354	3753167.622
D6	ANG = 319.422°	1725.632			
			6287.339	249495.004	3752045.124
L6	XC= 248063.936				
	YC= 3750374.183				
	R = -2200.000	14.447			
			6301.786	249505.946	3752035.690
D7	ANG = 319.046°	1448.866			
			7750.652	250600.174	3751086.018
L7	A = 394.000				
	Rf= 1000.000				
	L = 155.236				
			7905.888	250719.974	3750987.360
	XC= 251314.899				
	YC= 3751791.141				
	R = 1000.000				
	L = 116.431				
			8022.319	250817.375	3750923.691
	Rd= 1000.000				
	A = 394.000				
	L = 155.236	426.903			
			8177.555	250955.812	3750853.545

ANNEXE I

D8	ANG = 334.611°	2455.936			
			10633.491	253174.546	3749800.529
L8	A = 267.000				
	Rf= 600.000				
	L = 118.815				
			10752.306	253283.460	3749753.176
	XC= 253485.876				
	YC= 3750318.001				
	R = 600.000				
	L = 181.719				
			10934.025	253461.136	3749718.511
	Rd= 600.000				
	A = 267.000				
	L = 118.815	419.349			
			11052.840	253579.863	3749721.452
D9	ANG = 3.310°	944.793			
			11997.634	254523.080	3749776.000
LONGUEUR DE L'AXE 11997.634					

ANNEXE II

PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	1129.837
D1	PENTE= 1.629 %	103.410		
			103.410	1131.521
PARA1	S= 298.8992 Z=1133.1136			
	R = -12000.00	56.320		
			159.730	1132.307
D2	PENTE= 1.160 %	60.636		
			220.366	1133.010
PARA2	S= 359.5351 Z=1133.8168			
	R = -12000.00	196.629		
			416.994	1133.679
D3	PENTE= -0.479 %	123.337		
			540.332	1133.089
PARA3	S= 560.4424 Z=1133.0405			
	R = 4200.00	37.037		
			577.368	1133.075
D4	PENTE= 0.403 %	271.757		
			849.125	1134.170
PARA4	S= 897.4847 Z=1134.2672			
	R = -12000.00	129.130		
			978.255	1133.995
D5	PENTE= -0.673 %	86.050		
			1064.305	1133.416
PARA5	S= 983.5348 Z=1133.6881			
	R = -12000.00	105.850		
			1170.155	1132.237
D6	PENTE= -1.555 %	427.839		
			1597.994	1125.583
PARA6	S= 1663.3106 Z=1125.0754			
	R = 4200.00	24.013		
			1622.006	1125.279
D7	PENTE= -0.983 %	189.835		
			1811.841	1123.412
PARA7	S= 1853.1455 Z=1123.2085			
	R = 4200.00	56.317		
			1868.159	1123.235
D8	PENTE= 0.357 %	9.478		
			1877.636	1123.269
PARA8	S= 1899.0835 Z=1123.3076			
	R = -6000.00	201.848		
			2079.484	1120.596
D9	PENTE= -3.007 %	23.615		

ANNEXE II

			2103.099	1119.886
PARA9	S= 2199.3126 Z=1118.4391			
	R = 3200.00	133.802		
			2236.901	1118.660
D10	PENTE= 1.175 %	162.555		
			2399.456	1120.569
PARA10	S= 2350.1217 Z=1120.2795			
	R = 4200.00	21.087		
			2420.544	1120.870
D11	PENTE= 1.677 %	439.514		
			2860.058	1128.239
PARA11	S= 3061.2632 Z=1129.9261			
	R = -12000.00	139.884		
			2999.942	1129.769
D12	PENTE= 0.511 %	298.331		
			3298.273	1131.294
PARA12	S= 3276.8108 Z=1131.2391			
	R = 4200.00	63.454		
			3361.727	1132.098
D13	PENTE= 2.022 %	504.412		
			3866.139	1142.296
PARA13	S= 3781.2233 Z=1141.4374			
	R = 4200.00	27.721		
			3893.861	1142.948
D14	PENTE= 2.682 %	188.013		
			4081.874	1147.990
PARA14	S= 3969.2366 Z=1146.4796			
	R = 4200.00	56.252		
			4138.126	1149.875
D15	PENTE= 4.021 %	107.735		
			4245.861	1154.208
PARA15	S= 4567.5555 Z=1160.6754			
	R = -8000.00	92.137		
			4337.999	1157.382
D16	PENTE= 2.869 %	150.453		
			4488.451	1161.699
PARA16	S= 4367.9341 Z=1159.9700			
	R = 4200.00	3.097		
			4491.549	1161.789
D17	PENTE= 2.943 %	5.487		
			4497.036	1161.951
PARA17	S= 4673.6279 Z=1164.5493			
	R = -6000.00	245.949		
			4742.984	1164.148
D18	PENTE= -1.156 %	143.648		

ANNEXE II

			4886.632	1162.488
PARA18	S= 4927.0898 Z=1162.2542			
	R = 3500.00	6.576		
			4893.208	1162.418
D19	PENTE= -0.968 %	191.710		
			5084.918	1160.562
PARA19	S= 5123.6400 Z=1160.3749			
	R = 4000.00	73.642		
			5158.560	1160.527
D20	PENTE= 0.873 %	287.194		
			5445.754	1163.035
PARA20	S= 5410.8338 Z=1162.8821			
	R = 4000.00	128.492		
			5574.246	1166.220
D21	PENTE= 4.085 %	48.653		
			5622.899	1168.208
PARA21	S= 6113.1354 Z=1178.2215			
	R = -12000.00	434.842		
			6057.741	1178.094
D22	PENTE= 0.462 %	30.653		
			6088.394	1178.235
PARA22	S= 6116.0912 Z=1178.2991			
	R = -6000.00	110.412		
			6198.806	1177.729
D23	PENTE= -1.379 %	28.626		
			6227.432	1177.334
PARA23	S= 6282.5755 Z=1176.9542			
	R = 4000.00	96.375		
			6323.808	1177.167
D24	PENTE= 1.031 %	173.637		
			6497.445	1178.957
PARA24	S= 6461.3668 Z=1178.7706			
	R = 3500.00	54.990		
			6552.435	1179.955
D25	PENTE= 2.602 %	234.742		
			6787.177	1186.063
PARA25	S= 6683.0986 Z=1184.7092			
	R = 4000.00	25.647		
			6812.823	1186.813
D26	PENTE= 3.243 %	73.958		
			6886.782	1189.211
PARA26	S= 7146.2312 Z=1193.4185			
	R = -8000.00	189.857		
			7076.638	1193.116
D27	PENTE= 0.870 %	159.791		

ANNEXE II

			7236.429	1194.506
PARA27	S= 7199.8931 Z=1194.3469			
	R = 4200.00	46.942		
			7283.371	1195.176
D28	PENTE= 1.988 %	237.549		
			7520.919	1199.898
PARA28	S= 7640.1733 Z=1201.0831			
	R = -6000.00	34.421		
			7555.341	1200.483
D29	PENTE= 1.414 %	141.312		
			7696.652	1202.481
PARA29	S= 7640.0971 Z=1202.0815			
	R = 4000.00	26.696		
			7723.348	1202.948
D30	PENTE= 2.081 %	19.703		
			7743.051	1203.358
PARA30	S= 7867.9268 Z=1204.6574			
	R = -6000.00	178.938		
			7921.989	1204.414
D31	PENTE= -0.901 %	3.573		
			7925.563	1204.382
PARA31	S= 7871.5002 Z=1204.6252			
	R = -6000.00	73.615		
			7999.177	1203.267
D32	PENTE= -2.128 %	502.336		
			8501.514	1192.577
PARA32	S= 8586.6320 Z=1191.6716			
	R = 4000.00	56.972		
			8558.486	1191.771
D33	PENTE= -0.704 %	263.441		
			8821.928	1189.917
PARA33	S= 8765.6361 Z=1190.1150			
	R = -8000.00	81.565		
			8903.492	1188.927
D34	PENTE= -1.723 %	302.773		
			9206.266	1183.710
PARA34	S= 9275.1940 Z=1183.1159			
	R = 4000.00	107.468		
			9313.734	1183.302
D35	PENTE= 0.964 %	171.041		
			9484.775	1184.950
PARA35	S= 9561.8552 Z=1185.3209			
	R = -8000.00	193.130		
			9677.905	1184.479
D36	PENTE= -1.451 %	102.108		

ANNEXE II

			9780.013	1182.998
PARA36	S= 9838.0375 Z=1182.5772			
	R = 4000.00	79.975		
			9859.987	1182.637
D37	PENTE= 0.549 %	55.785		
			9915.772	1182.943
PARA37	S= 9893.8223 Z=1182.8833			
	R = 4000.00	67.976		
			9983.748	1183.894
D38	PENTE= 2.248 %	301.180		
			10284.928	1190.665
PARA38	S= 10554.7045 Z=1193.6975			
	R = -12000.00	15.565		
			10300.492	1191.005
D39	PENTE= 2.118 %	254.032		
			10554.524	1196.386
PARA39	S= 10808.7361 Z=1199.0790			
	R = -12000.00	445.012		
			10999.536	1197.562
D40	PENTE= -1.590 %	42.975		
			11042.511	1196.879
PARA40	S= 10947.1106 Z=1197.6373			
	R = -6000.00	33.819		
			11076.329	1196.246
D41	PENTE= -2.154 %	220.032		
			11296.362	1191.507
PARA41	S= 11371.7393 Z=1190.6954			
	R = 3500.00	47.277		
			11343.638	1190.808
D42	PENTE= -0.803 %	83.890		
			11427.528	1190.135
PARA42	S= 11459.6433 Z=1190.0058			
	R = 4000.00	4.944		
			11432.472	1190.098
D43	PENTE= -0.679 %	565.162		
			11997.634	1186.259
LONGUEUR DE L'AXE 11997.634				

ANNEXE III

VOLUMES TERRASSEMENT					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	80.0	0.0	0.0
2	25.000	31.8	141.8	0.0	0.0
3	50.000	50.2	118.5	0.0	0.0
4	75.000	78.4	90.5	0.0	0.0
5	100.000	154.2	54.3	0.0	0.0
6	125.000	160.8	26.2	0.0	0.0
7	150.000	166.2	15.9	0.0	0.0
8	175.000	212.2	6.9	0.0	0.0
9	200.000	262.5	1.3	0.0	0.0
10	225.000	278.8	1.2	0.0	0.0
11	250.000	269.3	3.1	0.0	0.0
12	275.000	211.6	8.7	0.0	0.0
13	300.000	217.1	13.6	0.0	0.0
14	325.000	220.8	13.9	0.0	0.0
15	350.000	237.7	7.7	0.0	0.0
16	375.000	218.5	10.2	0.0	0.0
17	400.000	171.1	16.1	0.0	0.0
18	425.000	191.2	20.9	0.0	0.0
19	450.000	206.9	28.8	0.0	0.0
20	475.000	196.2	32.8	0.0	0.0
21	500.000	180.9	42.9	0.0	0.0
22	525.000	159.6	64.7	0.0	0.0
23	550.000	122.7	115.0	0.0	0.0
24	575.000	118.0	125.2	0.0	0.0
25	600.000	136.6	114.9	0.0	0.0
26	625.000	189.5	122.4	0.0	0.0
27	650.000	198.2	151.5	0.0	0.0
28	675.000	119.6	133.0	0.0	0.0
29	700.000	98.6	97.4	0.0	0.0
30	725.000	102.6	55.2	0.0	0.0
31	750.000	124.5	50.9	0.0	0.0
32	775.000	114.3	76.5	0.0	0.0
33	800.000	38.5	126.7	0.0	0.0
34	825.000	0.0	219.5	0.0	0.0
35	850.000	0.0	243.0	0.0	0.0
36	875.000	0.0	252.0	0.0	0.0
37	900.000	0.0	116.2	0.0	0.0
38	925.000	20.7	8.5	0.0	0.0
39	950.000	134.8	0.0	0.0	0.0
40	975.000	149.4	0.0	0.0	0.0
41	981.439	125.7	0.0	0.0	0.0
42	1000.000				

43	1025.000				
44	1050.000				
45	1075.000				
46	1100.000				
47	1125.000				
48	1132.640				
49	1150.000				
50	1175.000				
51	1200.000				
52	1225.000				
53	1250.000				
54	1275.000				
55	1300.000				
56	1325.000				
57	1350.000				
58	1375.000				
59	1382.499				
60	1400.000				
61	1425.000				
62	1450.000				
63	1475.000				
64	1500.000				
65	1525.000				
66	1533.700	29.2	23.8	0.0	0.0
67	1550.000	12.4	49.9	0.0	0.0
68	1575.000	0.0	149.9	0.0	0.0
69	1600.000	0.0	181.3	0.0	0.0
70	1625.000	0.0	240.6	0.0	0.0
71	1650.000	0.0	264.4	0.0	0.0
72	1675.000	0.0	262.0	0.0	0.0
73	1700.000	0.0	225.7	0.0	0.0
74	1725.000	0.0	177.9	0.0	0.0
75	1750.000	26.8	96.4	0.0	0.0
76	1763.034	29.5	57.0	0.0	0.0
77	1775.000				
78	1800.000				
79	1825.000				
80	1850.000				
81	1872.546				
82	1875.000				
83	1900.000				
84	1925.000				
85	1950.000				
86	1975.000				
87	2000.000				

88	2025.000				
89	2050.000				
90	2075.000				
91	2100.000				
92	2125.000				
93	2150.000				
94	2175.000				
95	2200.000				
96	2225.000				
97	2241.391				
98	2250.000				
99	2275.000				
100	2300.000				
101	2325.000				
102	2350.000				
103	2350.903	38.1	1.5	0.0	0.0
104	2375.000	0.6	133.8	0.0	0.0
105	2400.000	0.0	328.9	0.0	0.0
106	2425.000	0.0	348.8	0.0	0.0
107	2450.000	0.0	314.7	0.0	0.0
108	2475.000	0.0	253.2	0.0	0.0
109	2500.000	0.8	38.7	0.0	0.0
110	2525.000	116.2	0.0	0.0	0.0
111	2550.000	236.2	0.0	0.0	0.0
112	2575.000	308.2	0.0	0.0	0.0
113	2600.000	365.0	0.0	0.0	0.0
114	2625.000	305.4	0.0	0.0	0.0
115	2650.000	242.9	0.0	0.0	0.0
116	2675.000	144.7	7.8	0.0	0.0
117	2700.000	153.4	24.4	0.0	0.0
118	2725.000	173.2	43.5	0.0	0.0
119	2750.000	115.1	95.8	0.0	0.0
120	2775.000	82.9	126.1	0.0	0.0
121	2800.000	66.7	125.6	0.0	0.0
122	2825.000	17.2	154.2	0.0	0.0
123	2850.000	0.0	194.2	0.0	0.0
124	2875.000	0.0	156.7	0.0	0.0
125	2878.653	0.0	142.6	0.0	0.0
126	2900.000	0.0	288.0	0.0	0.0
127	2925.000	0.0	362.4	0.0	0.0
128	2950.000	0.0	381.6	0.0	0.0
129	2975.000	0.0	236.5	0.0	0.0
130	3000.000	38.4	231.5	0.0	0.0
131	3025.000	52.2	234.4	0.0	0.0
132	3050.000	53.9	222.7	0.0	0.0

133	3075.000	42.8	146.5	0.0	0.0
134	3087.119	29.8	95.2	0.0	0.0
135	3100.000	52.7	131.8	0.0	0.0
136	3125.000	96.7	125.1	0.0	0.0
137	3150.000	144.7	90.9	0.0	0.0
138	3175.000	188.5	54.7	0.0	0.0
139	3200.000	233.4	21.8	0.0	0.0
140	3225.000	234.2	3.2	0.0	0.0
141	3250.000	195.8	3.3	0.0	0.0
142	3275.000	150.9	22.3	0.0	0.0
143	3300.000	116.2	75.5	0.0	0.0
144	3325.000	76.9	118.9	0.0	0.0
145	3350.000	80.6	104.1	0.0	0.0
146	3375.000	105.1	84.0	0.0	0.0
147	3400.000	93.2	53.6	0.0	0.0
148	3410.899	67.5	36.2	0.0	0.0
149	3425.000				
150	3450.000				
151	3475.000				
152	3500.000				
153	3525.000				
154	3550.000				
155	3566.135				
156	3575.000				
157	3600.000				
158	3625.000				
159	3650.000				
160	3670.416				
161	3675.000				
162	3700.000				
163	3725.000				
164	3750.000				
165	3775.000				
166	3800.000				
167	3825.000				
168	3825.652	1.9	54.0	0.0	0.0
169	3850.000	0.0	228.4	0.0	0.0
170	3875.000	0.0	236.0	0.0	0.0
171	3900.000	0.0	188.2	0.0	0.0
172	3925.000	0.0	124.3	0.0	0.0
173	3950.000	16.9	64.5	0.0	0.0
174	3972.091	26.1	22.7	0.0	0.0
175	3975.000				
176	4000.000				
177	4025.000				

178	4050.000				
179	4075.000				
180	4100.000				
181	4125.000				
182	4127.327				
183	4150.000				
184	4175.000				
185	4200.000				
186	4225.000				
187	4250.000				
188	4275.000				
189	4300.000				
190	4325.000				
191	4350.000				
192	4375.000				
193	4400.000				
194	4406.471				
195	4425.000				
196	4450.000				
197	4475.000				
198	4500.000				
199	4525.000				
200	4550.000				
201	4561.707	0.0	560.5	0.0	0.0
202	4575.000	0.0	765.0	0.0	0.0
203	4600.000	0.0	1028.5	0.0	0.0
204	4625.000	0.0	1054.0	0.0	0.0
205	4650.000	0.0	777.9	0.0	0.0
206	4675.000	0.0	439.9	0.0	0.0
207	4700.000	2.5	122.0	0.0	0.0
208	4725.000	147.3	44.1	0.0	0.0
209	4750.000	307.3	6.5	0.0	0.0
210	4775.000	546.3	0.0	0.0	0.0
211	4800.000	665.2	0.0	0.0	0.0
212	4825.000	872.4	0.0	0.0	0.0
213	4850.000	1034.9	0.0	0.0	0.0
214	4875.000	929.1	0.0	0.0	0.0
215	4900.000	832.8	0.0	0.0	0.0
216	4925.000	727.1	0.0	0.0	0.0
217	4950.000	636.9	0.0	0.0	0.0
218	4975.000	363.8	0.0	0.0	0.0
219	5000.000	366.5	0.0	0.0	0.0
220	5025.000	128.5	0.4	0.0	0.0
221	5050.000	0.9	33.8	0.0	0.0
222	5075.000	0.0	67.3	0.0	0.0

223	5100.000	66.5	95.7	0.0	0.0
224	5125.000	197.5	59.3	0.0	0.0
225	5150.000	381.9	15.1	0.0	0.0
226	5175.000	566.8	0.0	0.0	0.0
227	5200.000	674.2	0.0	0.0	0.0
228	5225.000	1092.0	0.0	0.0	0.0
229	5250.000	886.2	0.0	0.0	0.0
230	5275.000	991.7	0.0	0.0	0.0
231	5300.000	1040.6	0.0	0.0	0.0
232	5325.000	1010.6	0.0	0.0	0.0
233	5350.000	774.3	0.0	0.0	0.0
234	5375.000	1036.9	0.0	0.0	0.0
235	5400.000	680.2	0.0	0.0	0.0
236	5425.000	694.1	0.0	0.0	0.0
237	5450.000	677.1	0.0	0.0	0.0
238	5475.000	534.8	0.0	0.0	0.0
239	5500.000	425.4	6.4	0.0	0.0
240	5525.000	390.8	6.1	0.0	0.0
241	5550.000	442.1	0.0	0.0	0.0
242	5575.000	682.1	0.0	0.0	0.0
243	5600.000	818.9	0.0	0.0	0.0
244	5625.000	820.6	0.0	0.0	0.0
245	5650.000	773.8	0.0	0.0	0.0
246	5675.000	662.6	0.0	0.0	0.0
247	5700.000	448.2	0.0	0.0	0.0
248	5725.000	308.3	0.0	0.0	0.0
249	5750.000	216.3	12.2	0.0	0.0
250	5775.000	49.6	64.5	0.0	0.0
251	5800.000	0.0	215.0	0.0	0.0
252	5825.000	0.0	270.9	0.0	0.0
253	5850.000	0.0	469.1	0.0	0.0
254	5875.000	0.0	608.0	0.0	0.0
255	5900.000	0.0	902.6	0.0	0.0
256	5925.000	0.0	974.4	0.0	0.0
257	5950.000	0.0	982.1	0.0	0.0
258	5975.000	0.0	530.0	0.0	0.0
259	6000.000	0.0	388.5	0.0	0.0
260	6025.000	0.0	369.7	0.0	0.0
261	6050.000	0.0	392.8	0.0	0.0
262	6075.000	0.0	387.0	0.0	0.0
263	6100.000	6.4	153.3	0.0	0.0
264	6125.000	84.1	16.8	0.0	0.0
265	6150.000	445.7	0.0	0.0	0.0
266	6175.000	688.9	0.0	0.0	0.0
267	6200.000	765.2	0.0	0.0	0.0

268	6225.000	755.6	0.0	0.0	0.0
269	6250.000	830.0	2.3	0.0	0.0
270	6275.000	747.3	1.9	0.0	0.0
271	6287.339	568.8	0.8	0.0	0.0
272	6300.000	379.5	0.1	0.0	0.0
273	6301.786	667.6	0.1	0.0	0.0
274	6325.000	1720.8	0.0	0.0	0.0
275	6350.000	1318.8	0.0	0.0	0.0
276	6375.000	1044.0	0.0	0.0	0.0
277	6400.000	866.5	0.0	0.0	0.0
278	6425.000	756.4	0.0	0.0	0.0
279	6450.000	486.7	0.0	0.0	0.0
280	6475.000	248.9	8.3	0.0	0.0
281	6500.000	36.8	58.0	0.0	0.0
282	6525.000	0.0	172.8	0.0	0.0
283	6550.000	0.0	129.1	0.0	0.0
284	6575.000	77.0	15.3	0.0	0.0
285	6600.000	354.4	0.0	0.0	0.0
286	6625.000	749.1	0.0	0.0	0.0
287	6650.000	1103.1	0.0	0.0	0.0
288	6675.000	1152.5	0.0	0.0	0.0
289	6700.000	1104.1	0.0	0.0	0.0
290	6725.000	924.8	0.0	0.0	0.0
291	6750.000	561.9	2.6	0.0	0.0
292	6775.000	7.7	112.0	0.0	0.0
293	6800.000	0.0	332.4	0.0	0.0
294	6825.000	0.0	385.4	0.0	0.0
295	6850.000	0.0	425.3	0.0	0.0
296	6875.000	0.0	429.2	0.0	0.0
297	6900.000	0.0	389.0	0.0	0.0
298	6925.000	0.0	277.2	0.0	0.0
299	6950.000	1.0	140.8	0.0	0.0
300	6975.000	48.3	6.4	0.0	0.0
301	7000.000	113.8	0.3	0.0	0.0
302	7025.000	254.6	0.0	0.0	0.0
303	7050.000	468.4	0.0	0.0	0.0
304	7075.000	788.4	0.0	0.0	0.0
305	7100.000	1458.4	0.0	0.0	0.0
306	7125.000	2413.5	0.0	0.0	0.0
307	7150.000	1065.5	0.0	0.0	0.0
308	7175.000	809.1	0.0	0.0	0.0
309	7200.000	381.9	0.0	0.0	0.0
310	7225.000	93.9	3.4	0.0	0.0
311	7250.000	0.0	128.6	0.0	0.0
312	7275.000	0.0	273.8	0.0	0.0

313	7300.000	0.0	312.6	0.0	0.0
314	7325.000	0.0	283.1	0.0	0.0
315	7350.000	10.3	148.8	0.0	0.0
316	7375.000	337.8	102.1	0.0	0.0
317	7400.000	52.0	156.5	0.0	0.0
318	7425.000	0.1	206.4	0.0	0.0
319	7450.000	0.0	309.1	0.0	0.0
320	7475.000	0.0	252.9	0.0	0.0
321	7500.000	108.7	94.7	0.0	0.0
322	7525.000	342.4	33.4	0.0	0.0
323	7550.000	241.7	20.0	0.0	0.0
324	7575.000	104.5	23.0	0.0	0.0
325	7600.000	12.7	31.1	0.0	0.0
326	7625.000	54.6	61.8	0.0	0.0
327	7650.000	95.5	89.1	0.0	0.0
328	7675.000	28.7	121.6	0.0	0.0
329	7700.000	15.1	173.9	0.0	0.0
330	7725.000	44.5	161.8	0.0	0.0
331	7750.000	4.8	83.2	0.0	0.0
332	7750.652	4.1	81.5	0.0	0.0
333	7775.000				
334	7800.000				
335	7825.000				
336	7850.000				
337	7875.000				
338	7900.000				
339	7905.888				
340	7925.000				
341	7950.000				
342	7975.000				
343	8000.000				
344	8022.319				
345	8025.000				
346	8050.000				
347	8075.000				
348	8100.000				
349	8125.000				
350	8150.000				
351	8175.000				
352	8177.555	230.4	0.9	0.0	0.0
353	8200.000	475.7	0.0	0.0	0.0
354	8225.000	534.7	0.0	0.0	0.0
355	8250.000	495.0	0.0	0.0	0.0
356	8275.000	429.1	0.2	0.0	0.0
357	8300.000	385.4	1.4	0.0	0.0

358	8325.000	508.8	4.3	0.0	0.0
359	8350.000	454.2	12.9	0.0	0.0
360	8375.000	414.1	28.4	0.0	0.0
361	8400.000	384.3	38.5	0.0	0.0
362	8425.000	271.6	49.1	0.0	0.0
363	8450.000	294.0	57.1	0.0	0.0
364	8475.000	319.8	76.5	0.0	0.0
365	8500.000	320.9	72.4	0.0	0.0
366	8525.000	477.8	64.2	0.0	0.0
367	8550.000	770.9	34.2	0.0	0.0
368	8575.000	1072.5	1.1	0.0	0.0
369	8600.000	1067.8	0.0	0.0	0.0
370	8625.000	889.4	0.0	0.0	0.0
371	8650.000	757.4	0.0	0.0	0.0
372	8675.000	676.7	0.0	0.0	0.0
373	8700.000	594.7	0.0	0.0	0.0
374	8725.000	546.5	0.0	0.0	0.0
375	8750.000	87.4	70.4	0.0	0.0
376	8775.000	6.7	370.0	0.0	0.0
377	8800.000	0.0	683.1	0.0	0.0
378	8825.000	0.0	713.0	0.0	0.0
379	8850.000	0.0	601.2	0.0	0.0
380	8875.000	0.0	624.8	0.0	0.0
381	8900.000	0.0	520.6	0.0	0.0
382	8925.000	0.0	485.2	0.0	0.0
383	8950.000	0.0	315.5	0.0	0.0
384	8975.000	0.0	104.6	0.0	0.0
385	9000.000	62.8	29.1	0.0	0.0
386	9025.000	226.2	0.7	0.0	0.0
387	9050.000	390.1	0.0	0.0	0.0
388	9075.000	547.9	0.0	0.0	0.0
389	9100.000	828.2	0.0	0.0	0.0
390	9125.000	1045.6	0.0	0.0	0.0
391	9150.000	1135.9	0.0	0.0	0.0
392	9175.000	1228.5	0.0	0.0	0.0
393	9200.000	1054.2	0.0	0.0	0.0
394	9225.000	752.1	0.0	0.0	0.0
395	9250.000	464.7	10.5	0.0	0.0
396	9275.000	342.6	22.0	0.0	0.0
397	9300.000	330.7	6.5	0.0	0.0
398	9325.000	417.5	0.0	0.0	0.0
399	9350.000	494.2	0.0	0.0	0.0
400	9375.000	634.2	0.0	0.0	0.0
401	9400.000	656.9	0.0	0.0	0.0
402	9425.000	565.9	0.0	0.0	0.0

403	9450.000	576.0	0.0	0.0	0.0
404	9475.000	501.8	0.0	0.0	0.0
405	9500.000	338.1	0.1	0.0	0.0
406	9525.000	171.2	23.3	0.0	0.0
407	9550.000	20.3	66.2	0.0	0.0
408	9575.000	0.0	136.6	0.0	0.0
409	9600.000	0.0	201.5	0.0	0.0
410	9625.000	0.0	249.2	0.0	0.0
411	9650.000	0.0	159.0	0.0	0.0
412	9675.000	16.7	24.4	0.0	0.0
413	9700.000	178.4	2.9	0.0	0.0
414	9725.000	321.5	0.3	0.0	0.0
415	9750.000	363.4	1.0	0.0	0.0
416	9775.000	326.7	8.1	0.0	0.0
417	9800.000	283.5	34.4	0.0	0.0
418	9825.000	424.5	51.1	0.0	0.0
419	9850.000	407.5	42.9	0.0	0.0
420	9875.000	627.5	14.3	0.0	0.0
421	9900.000	476.6	17.7	0.0	0.0
422	9925.000	357.9	58.7	0.0	0.0
423	9950.000	311.0	57.5	0.0	0.0
424	9975.000	141.8	53.8	0.0	0.0
425	10000.000	195.9	25.2	0.0	0.0
426	10025.000	217.2	35.7	0.0	0.0
427	10050.000	210.3	52.0	0.0	0.0
428	10075.000	194.8	65.0	0.0	0.0
429	10100.000	135.6	89.2	0.0	0.0
430	10125.000	13.1	118.0	0.0	0.0
431	10150.000	0.0	351.5	0.0	0.0
432	10175.000	0.0	458.3	0.0	0.0
433	10200.000	0.0	448.6	0.0	0.0
434	10225.000	0.0	371.4	0.0	0.0
435	10250.000	0.0	308.1	0.0	0.0
436	10275.000	0.7	135.9	0.0	0.0
437	10300.000	1.9	120.3	0.0	0.0
438	10325.000	0.0	228.0	0.0	0.0
439	10350.000	16.8	137.6	0.0	0.0
440	10375.000	40.7	69.4	0.0	0.0
441	10400.000	99.4	24.1	0.0	0.0
442	10425.000	198.6	0.0	0.0	0.0
443	10450.000	325.7	0.0	0.0	0.0
444	10475.000	421.7	0.0	0.0	0.0
445	10500.000	495.2	0.0	0.0	0.0
446	10525.000	583.6	0.0	0.0	0.0
447	10550.000	573.2	0.0	0.0	0.0

448	10575.000	531.1	0.0	0.0	0.0
449	10600.000	457.1	0.0	0.0	0.0
450	10625.000	254.9	0.0	0.0	0.0
451	10633.491	175.9	0.0	0.0	0.0
452	10650.000				
453	10675.000				
454	10700.000				
455	10725.000				
456	10750.000				
457	10752.306				
458	10775.000				
459	10800.000				
460	10825.000				
461	10850.000				
462	10875.000				
463	10900.000				
464	10925.000				
465	10934.025				
466	10950.000				
467	10975.000				
468	11000.000				
469	11025.000				
470	11050.000				
471	11052.840	12.2	45.8	0.0	0.0
472	11075.000	29.5	52.4	0.0	0.0
473	11100.000	21.6	45.7	0.0	0.0
474	11125.000	15.9	23.4	0.0	0.0
475	11150.000	22.6	18.6	0.0	0.0
476	11175.000	18.8	15.9	0.0	0.0
477	11200.000	14.7	5.0	0.0	0.0
478	11225.000	70.7	7.4	0.0	0.0
479	11250.000	57.9	18.6	0.0	0.0
480	11275.000	40.0	32.7	0.0	0.0
481	11300.000	31.3	53.4	0.0	0.0
482	11325.000	38.6	66.6	0.0	0.0
483	11350.000	74.9	44.6	0.0	0.0
484	11375.000	89.7	40.5	0.0	0.0
485	11400.000	141.3	69.2	0.0	0.0
486	11425.000	335.0	86.7	0.0	0.0
487	11450.000	44.8	55.6	0.0	0.0
488	11475.000	73.7	27.7	0.0	0.0
489	11500.000	157.9	11.2	0.0	0.0
490	11525.000	159.6	0.6	0.0	0.0
491	11550.000	177.4	0.0	0.0	0.0
492	11575.000	217.3	0.0	0.0	0.0

493	11600.000	406.4	0.0	0.0	0.0
494	11625.000	245.0	0.0	0.0	0.0
495	11650.000	276.1	0.0	0.0	0.0
496	11675.000	256.2	0.0	0.0	0.0
497	11700.000	168.0	0.2	0.0	0.0
498	11725.000	94.8	8.3	0.0	0.0
499	11750.000	35.9	37.6	0.0	0.0
500	11775.000	17.9	51.4	0.0	0.0
501	11800.000	18.7	64.8	0.0	0.0
502	11825.000	54.7	90.9	0.0	0.0
503	11850.000	44.5	86.7	0.0	0.0
504	11875.000	25.5	60.7	0.0	0.0
505	11900.000	181.3	49.2	0.0	0.0
506	11925.000	60.0	43.9	0.0	0.0
507	11950.000	28.3	48.6	0.0	0.0
508	11975.000	0.0	157.8	0.0	0.0
509	11997.634	0.0	111.4	0.0	0.0
		101334	39704	0	0

ANNEXE IV

VOLUMES CHAUSSEE						
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
2	25.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
3	50.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
4	75.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
5	100.000	54.2	77.3	21.0	31.9	1.4
6	125.000	54.2	77.3	21.0	33.1	1.4
7	150.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
8	175.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
9	200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
10	225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
11	250.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
12	275.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
13	300.000	54.2	77.3	21.0	33.7	1.4
14	325.000	54.2	77.3	21.0	33.4	1.4
15	350.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
16	375.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
17	400.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
18	425.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
19	450.000	54.2	77.3	21.0	33.1	1.4
20	475.000	54.2	77.3	21.0	33.0	1.4
21	500.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
22	525.000	54.2	77.3	21.0	31.8	1.4
23	550.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
24	575.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
25	600.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
26	625.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
27	650.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
28	675.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
29	700.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
30	725.000	54.2	77.3	21.0	31.6	1.4
31	750.000	54.2	77.3	21.0	31.3	1.4
32	775.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
33	800.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
34	825.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
35	850.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
36	875.000	54.2	77.3	21.0	30.3	1.4
37	900.000	54.2	77.3	21.0	30.1	1.4
38	925.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
39	950.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
40	975.000	34.1	48.6	13.2	21.5	0.9
41	981.439	27.1	38.6	10.5	17.1	0.7
42	1000.000					

43	1025.000					
44	1050.000					
45	1075.000					
46	1100.000					
47	1125.000					
48	1132.640					
49	1150.000					
50	1175.000					
51	1200.000					
52	1225.000					
53	1250.000					
54	1275.000					
55	1300.000					
56	1325.000					
57	1350.000					
58	1375.000					
59	1382.499					
60	1400.000					
61	1425.000					
62	1450.000					
63	1475.000					
64	1500.000					
65	1525.000					
66	1533.700	27.1	38.6	10.5	16.0	0.7
67	1550.000	44.8	63.8	17.3	26.0	1.1
68	1575.000	54.2	77.3	21.0	32.5	1.4
69	1600.000	54.2	77.3	21.0	33.4	1.4
70	1625.000	54.2	77.3	21.0	31.6	1.4
71	1650.000	54.2	77.3	21.0	30.9	1.4
72	1675.000	54.2	77.3	21.0	31.2	1.4
73	1700.000	54.2	77.3	21.0	31.4	1.4
74	1725.000	54.2	77.3	21.0	32.9	1.4
75	1750.000	41.3	58.8	16.0	25.5	1.1
76	1763.034	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
77	1775.000					
78	1800.000					
79	1825.000					
80	1850.000					
81	1872.546					
82	1875.000					
83	1900.000					
84	1925.000					
85	1950.000					
86	1975.000					
87	2000.000					

88	2025.000					
89	2050.000					
90	2075.000					
91	2100.000					
92	2125.000					
93	2150.000					
94	2175.000					
95	2200.000					
96	2225.000					
97	2241.391					
98	2250.000					
99	2275.000					
100	2300.000					
101	2325.000					
102	2350.000					
103	2350.903	27.1	38.6	10.5	17.0	0.7
104	2375.000	53.3	75.9	20.6	32.2	1.4
105	2400.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
106	2425.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
107	2450.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
108	2475.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
109	2500.000	54.2	77.3	21.0	32.9	1.4
110	2525.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
111	2550.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
112	2575.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
113	2600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
114	2625.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
115	2650.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
116	2675.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
117	2700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
118	2725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
119	2750.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
120	2775.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
121	2800.000	54.2	77.3	21.0	31.9	1.4
122	2825.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
123	2850.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
124	2875.000	31.1	44.3	12.0	18.8	0.8
125	2878.653	27.1	38.6	10.5	16.4	0.7
126	2900.000	50.3	71.6	19.5	30.4	1.3
127	2925.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
128	2950.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
129	2975.000	54.2	77.3	21.0	33.3	1.4
130	3000.000	54.2	77.3	21.0	31.4	1.4
131	3025.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
132	3050.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4

133	3075.000	40.3	57.4	15.6	24.9	1.0
134	3087.119	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
135	3100.000	41.1	58.6	15.9	25.4	1.0
136	3125.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
137	3150.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
138	3175.000	54.2	77.3	21.0	32.3	1.4
139	3200.000	54.2	77.3	21.0	33.4	1.4
140	3225.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
141	3250.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
142	3275.000	54.2	77.3	21.0	33.4	1.4
143	3300.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
144	3325.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
145	3350.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
146	3375.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
147	3400.000	38.9	55.5	15.1	24.0	1.0
148	3410.899	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
149	3425.000					
150	3450.000					
151	3475.000					
152	3500.000					
153	3525.000					
154	3550.000					
155	3566.135					
156	3575.000					
157	3600.000					
158	3625.000					
159	3650.000					
160	3670.416					
161	3675.000					
162	3700.000					
163	3725.000					
164	3750.000					
165	3775.000					
166	3800.000					
167	3825.000					
168	3825.652	27.1	38.6	10.5	15.4	0.7
169	3850.000	53.5	76.3	20.7	32.3	1.4
170	3875.000	54.2	77.3	21.0	30.7	1.4
171	3900.000	54.2	77.3	21.0	33.0	1.4
172	3925.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
173	3950.000	51.1	72.8	19.8	32.1	1.3
174	3972.091	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
175	3975.000					
176	4000.000					
177	4025.000					

178	4050.000					
179	4075.000					
180	4100.000					
181	4125.000					
182	4127.327					
183	4150.000					
184	4175.000					
185	4200.000					
186	4225.000					
187	4250.000					
188	4275.000					
189	4300.000					
190	4325.000					
191	4350.000					
192	4375.000					
193	4400.000					
194	4406.471					
195	4425.000					
196	4450.000					
197	4475.000					
198	4500.000					
199	4525.000					
200	4550.000					
201	4561.707	27.1	38.6	10.5	16.4	0.7
202	4575.000	41.5	59.2	16.1	25.1	1.1
203	4600.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
204	4625.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
205	4650.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
206	4675.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
207	4700.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
208	4725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
209	4750.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
210	4775.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
211	4800.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
212	4825.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
213	4850.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
214	4875.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
215	4900.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
216	4925.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
217	4950.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
218	4975.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
219	5000.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
220	5025.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
221	5050.000	54.2	77.3	21.0	30.9	1.4
222	5075.000	54.2	77.3	21.0	30.8	1.4

223	5100.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
224	5125.000	54.2	77.3	21.0	32.6	1.4
225	5150.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
226	5175.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
227	5200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
228	5225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
229	5250.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
230	5275.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
231	5300.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
232	5325.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
233	5350.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
234	5375.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
235	5400.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
236	5425.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
237	5450.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
238	5475.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
239	5500.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
240	5525.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
241	5550.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
242	5575.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
243	5600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
244	5625.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
245	5650.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
246	5675.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
247	5700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
248	5725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
249	5750.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
250	5775.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
251	5800.000	54.2	77.3	21.0	33.4	1.4
252	5825.000	54.2	77.3	21.0	33.3	1.4
253	5850.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
254	5875.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
255	5900.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
256	5925.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
257	5950.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
258	5975.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
259	6000.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
260	6025.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
261	6050.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
262	6075.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
263	6100.000	54.2	77.3	21.0	32.3	1.4
264	6125.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
265	6150.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
266	6175.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
267	6200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4

268	6225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
269	6250.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
270	6275.000	40.5	57.7	15.7	25.4	1.0
271	6287.339	27.1	38.6	10.5	17.0	0.7
272	6300.000	15.7	22.3	6.1	9.9	0.4
273	6301.786	27.1	38.6	10.5	17.1	0.7
274	6325.000	52.3	74.5	20.2	33.0	1.3
275	6350.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
276	6375.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
277	6400.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
278	6425.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
279	6450.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
280	6475.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
281	6500.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
282	6525.000	54.2	77.3	21.0	32.4	1.4
283	6550.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
284	6575.000	54.2	77.3	21.0	33.0	1.4
285	6600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
286	6625.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
287	6650.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
288	6675.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
289	6700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
290	6725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
291	6750.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
292	6775.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
293	6800.000	54.2	77.3	21.0	31.8	1.4
294	6825.000	54.2	77.3	21.0	30.8	1.4
295	6850.000	54.2	77.3	21.0	30.4	1.4
296	6875.000	54.2	77.3	21.0	30.1	1.4
297	6900.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
298	6925.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
299	6950.000	54.2	77.3	21.0	31.9	1.4
300	6975.000	54.2	77.3	21.0	33.7	1.4
301	7000.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
302	7025.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
303	7050.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
304	7075.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
305	7100.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
306	7125.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
307	7150.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
308	7175.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
309	7200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
310	7225.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
311	7250.000	54.2	77.3	21.0	33.3	1.4
312	7275.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4

313	7300.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
314	7325.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
315	7350.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
316	7375.000	54.2	77.3	21.0	31.3	1.4
317	7400.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
318	7425.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
319	7450.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
320	7475.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
321	7500.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
322	7525.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
323	7550.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
324	7575.000	54.2	77.3	21.0	33.7	1.4
325	7600.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
326	7625.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
327	7650.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
328	7675.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
329	7700.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
330	7725.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
331	7750.000	27.8	39.7	10.8	17.2	0.7
332	7750.652	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
333	7775.000					
334	7800.000					
335	7825.000					
336	7850.000					
337	7875.000					
338	7900.000					
339	7905.888					
340	7925.000					
341	7950.000					
342	7975.000					
343	8000.000					
344	8022.319					
345	8025.000					
346	8050.000					
347	8075.000					
348	8100.000					
349	8125.000					
350	8150.000					
351	8175.000					
352	8177.555	27.1	38.6	10.5	17.1	0.7
353	8200.000	51.5	73.3	19.9	32.4	1.3
354	8225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
355	8250.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
356	8275.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
357	8300.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4

358	8325.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
359	8350.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
360	8375.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
361	8400.000	54.2	77.3	21.0	32.6	1.4
362	8425.000	54.2	77.3	21.0	31.7	1.4
363	8450.000	54.2	77.3	21.0	31.1	1.4
364	8475.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
365	8500.000	54.2	77.3	21.0	33.3	1.4
366	8525.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
367	8550.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
368	8575.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
369	8600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
370	8625.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
371	8650.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
372	8675.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
373	8700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
374	8725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
375	8750.000	54.2	77.3	21.0	33.1	1.4
376	8775.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
377	8800.000	54.2	77.3	21.0	31.5	1.4
378	8825.000	54.2	77.3	21.0	31.1	1.4
379	8850.000	54.2	77.3	21.0	30.1	1.4
380	8875.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
381	8900.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
382	8925.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
383	8950.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
384	8975.000	54.2	77.3	21.0	33.0	1.4
385	9000.000	54.2	77.3	21.0	33.3	1.4
386	9025.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
387	9050.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
388	9075.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
389	9100.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
390	9125.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
391	9150.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
392	9175.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
393	9200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
394	9225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
395	9250.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
396	9275.000	54.2	77.3	21.0	31.3	1.4
397	9300.000	54.2	77.3	21.0	33.0	1.4
398	9325.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
399	9350.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
400	9375.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
401	9400.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
402	9425.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4

403	9450.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
404	9475.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
405	9500.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
406	9525.000	54.2	77.3	21.0	32.9	1.4
407	9550.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
408	9575.000	54.2	77.3	21.0	32.3	1.4
409	9600.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
410	9625.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
411	9650.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
412	9675.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
413	9700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
414	9725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
415	9750.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
416	9775.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
417	9800.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
418	9825.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
419	9850.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
420	9875.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
421	9900.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
422	9925.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
423	9950.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
424	9975.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
425	10000.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
426	10025.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
427	10050.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
428	10075.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
429	10100.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
430	10125.000	54.2	77.3	21.0	34.0	1.4
431	10150.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
432	10175.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
433	10200.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
434	10225.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
435	10250.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
436	10275.000	54.2	77.3	21.0	30.3	1.4
437	10300.000	54.2	77.3	21.0	31.9	1.4
438	10325.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
439	10350.000	54.2	77.3	21.0	32.8	1.4
440	10375.000	54.2	77.3	21.0	33.2	1.4
441	10400.000	54.2	77.3	21.0	31.2	1.4
442	10425.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
443	10450.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
444	10475.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
445	10500.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
446	10525.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
447	10550.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4

448	10575.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
449	10600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
450	10625.000	36.3	51.8	14.1	22.9	0.9
451	10633.491	27.1	38.6	10.5	17.1	0.7
452	10650.000					
453	10675.000					
454	10700.000					
455	10725.000					
456	10750.000					
457	10752.306					
458	10775.000					
459	10800.000					
460	10825.000					
461	10850.000					
462	10875.000					
463	10900.000					
464	10925.000					
465	10934.025					
466	10950.000					
467	10975.000					
468	11000.000					
469	11025.000					
470	11050.000					
471	11052.840	27.1	38.6	10.5	16.7	0.7
472	11075.000	51.2	72.9	19.8	31.6	1.3
473	11100.000	54.2	77.3	21.0	33.5	1.4
474	11125.000	54.2	77.3	21.0	32.6	1.4
475	11150.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
476	11175.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
477	11200.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
478	11225.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
479	11250.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
480	11275.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
481	11300.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
482	11325.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
483	11350.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
484	11375.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
485	11400.000	54.2	77.3	21.0	34.1	1.4
486	11425.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
487	11450.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
488	11475.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
489	11500.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
490	11525.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
491	11550.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
492	11575.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4

493	11600.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
494	11625.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
495	11650.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
496	11675.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
497	11700.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
498	11725.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
499	11750.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
500	11775.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
501	11800.000	54.2	77.3	21.0	33.9	1.4
502	11825.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
503	11850.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
504	11875.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
505	11900.000	54.2	77.3	21.0	33.7	1.4
506	11925.000	54.2	77.3	21.0	34.2	1.4
507	11950.000	54.2	77.3	21.0	33.7	1.4
508	11975.000	51.7	73.6	20.0	30.3	1.3
509	11997.634	24.6	35.0	9.5	14.8	0.6
		19666	28025	7614	12140	502