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

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Matériaux & Structures

Thème

Etude en APD du contournement Sud de la ville de Médéa sur 14 km avec conception d'un échangeur. MASTER : Phénomène d'orniérage des chaussées bitumineuses (causes, solutions)

Présenté par :

MOHAMMEDI Mohammed Nourelislam
MILOUDI Ibrahim

Encadré par :

Mr DERRADJI Ayachi
Mr KARA Benchohra

Promotion 2019 /2020

© ENSTP-FJ


بسم الله الرحمن الرحيم

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : DERRADJI et Mr :KARA pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous remercions vivement nos familles MOHAMMEDI et MILOUDI pour leur aide matérielle et morale durant toute la période de préparation.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants et le personnel administratif de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de ce présent travail.

Nous remercions les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

DEDICACE

Tout d'abord je tiens à remercier le Dieu Puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère, ainsi qu'a mon père qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude, Je prie Dieu de les préserver et de les honorer.
A mes très chers frères : BELLAL, NACIM
A ma sœur SOUMIA et son enfant ADEM

ET A mes AMIS : MOH AIMAD , SAID, BRAHIM , AHMED, FAWZI, FADLOU,
Et tous mes collègues,

MOHAMMEDI

DEDICACE

Tout d'abord je tiens à remercier le Dieu Puissant.
Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère, ainsi qu'a mon père qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude, Je prie Dieu de les préserver et de les honorer.
A mes très chers frères
A mes sœurs

ET A mes AMIS
Et tous mes collègues.

MILOUDI

ملخص:

في نهاية أطروحتنا الدراسية ، تناولنا دراسة الطريق المزدوج الاجتنابي لجنوب مدينة المدية و التي يزيد طولها عن 14كيلومترا مع تصميم تقاطع. هذا المشروع تم اقتراحه من قبل مديرية الأشغال العمومية لولاية المدية.

لتطوير هذا العمل المتواضع ، اتبعنا خطة عمل اقترحها المشرف والتي تبدأ بفصل نظري (ماستر) حول ظاهرة تحفر الطرق الأسباب والحلول، ثم مقدمة عامة حول المشروع ، وفي المرحلة الثانية نقوم بدراسة حركة المرور وتحديد قدرة الطريق وبعدها حساب سمك الطريق وفق طريقتين طريقة الجدول وطريقة CBR ، ثم في المرحلة الثالثة تصميم وحساب هندسة الطريق، كما نقوم بإنشاء دراسة موجزة حول الصرف الصحي، حساب حجم الردم، تصميم التقاطع مع اللافتات و دراسة التأثير على البيئة مع التقييم للكميات والأسعار.

عند تطوير موضوعنا ، اعتمدنا على المعايير المذكورة في المراجع.

كلمات مفتاحيه: المدية، طريق معبد، حركة المرور، رياء، ردم، ميل، تقاطع.

Résumé :

Pour notre projet de fin d'étude nous avons traité une étude du contournement sud de la ville de Médéa sur 14 Km avec conception d'un Echangeur. Un sujet qui a était proposé par Direction de Travaux Publics Médéa.

Pour l'élaboration de ce modeste travail, nous avons suivi un plan de travail proposé par l'encadreur, qui débute par un chapitre théorique (Master) sur le phénomène d'orniérage des chaussées bitumineuses (causes et solutions),puis une introduction générale sur le projet, et dans une seconde phase nous étudions le trafic et déterminons la capacité de la route puis le dimensionnement du corps de chaussé selon deux méthodes: Méthode du catalogue et méthode CBR, Puis, dans la troisième phase, la conception et le calcul du tracé géométrique de la route. Enfin une étude sommaire portant sur l'assainissement, le calcul des cubatures, la conception d'un échangeur, la signalisation et l'étude de l'impact sur l'environnement avec l'évaluation d'un devis quantitatif et estimatif.

Lors de l'élaboration du présent sujet on s'est basé sur les normes citées dans la bibliographie.

Mot clés : orniérage, Médéa, chaussé, trafic, dévers, cubature, échangeur.

Summary :

For our end of study thesis, we dealt with a study of the southern bypass of the city of Medea over 14 km with the design of an interchange, which was proposed by the Departement of public works Médéa.

For the development of this modest work, we followed a work plan proposed by the supervisor, which begins with a theoretical chapter (Master) on the rutting phenomenon of bituminous pavements (causes and solution), then a general introduction on the project, and in a second phase we study the traffic and determine the capacity of the road then the dimensioning of the pavement body of the roadway according to two methods: Cathalogue method and CBR method, then, in the third phase, design and calculation geometric of the road. Finally, a summary study relating to sanitation, the calculation of earthworks cubicles, the design of an interchange, signage and the study of the impact on the environment with the evaluation of a quantitative and estimated budget.

When developing our topic we used the standards cited in the bibliography.

Keyword :rutting, Medea, road, traffic, carriageway, overhang, cubature, assinissement

SOMMAIRE :

Introduction générale 1

Chapitre I : Phénomène d'Orniérage des Chaussées bitumineuses

1. Introduction.....3

2. Les mécanismes de déformation permanente et de fissuration des couches bitumineuses.....3

2.1Mécanismes de déformation permanente.....3

2.2Mécanismes de fissuration.....4

3. Nature et origine.....5

3.1 Les granulats : L'angularité et le squelette granulaire.....6

3.2 Facteurs liés mélange.....7

3.3 Paramètre de sollicitation.....9

3.4 Essais sur mélanges bitumineux.....10

3 Mesures de l'orniérage.....10

4 Technique d'atténuation de l'orniérage.....11

4.1 Chaussée nouvelle ou reconstruite.....11

4.2 Chaussées perpétuelles.....13

4.3 Préservation de la chaussée, tapis d'enrobés et réhabilitation.....13

5 Nouvelles techniques par rapport aux solutions classiques.....16

5.1 Enrobés à module élevé EME de classe 2.....16

5.2 Béton Bitumineux à module élevé BBME de classe 3.....17

5.3 Retraitement à froid in situ « Novacol ».....18

6 CONCLUSION.....19

Chapitre II : Présentation du projet

1. Introduction.....20

2. Présentation du projet.....20

2.1 Localisation du projet.....20

2.2 Description du Contournement.....21

3. Présentation de la Wilaya de Médéa.....21

3.1 Localisation.....21

3.2 Relief.....22

3.3 Climat.....23

3.4 Hydrologie.....23

3.5 Sismicité.....23

3.6 Réseau routier de Médéa.....23

Chapitre III : Rappel De l'Etude APS

1. Introduction.....25

2. La zone d'étude.....25

3. Les contraintes.....25

4. Description des variantes.....27

4.1 Variante 1 27
4.2 Variante 2 28

5. Comparaison entre les deux variantes.....29

6. Conclusion.....29

Chapitre IV : Etude De Trafic

1. Introduction.....30

2. Différents types de Trafics.....30

3. Analyse du Trafic.....30

3.1 Les comptages.....31
3.2 Les enquêtes.....31

4. CALCULE DE LA CAPACITE.....31

4.1 Définition de la capacité.....31
4.2 Calcule de (TJMA) horizon.....32
4.3 Calcul des trafics effectifs.....32
4.4 Débit de pointes horaires normales.....32
4.5 Débit horaire admissible.....32
4.6 Calcule nombre de voies.....33

5. APPLICATION AU PROJET.....34

6. Conclusion.....35

Chapitre V : TRACE EN PLAN

1. Introduction.....36

2. Tracé en plan.....36

2.1 Définition.....36

2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan.....36

3. Les éléments du tracé en plan.....36

3.1 Les alignements.....37
3.2 Arcs De Cercle.....38

4. Vitesse de référence (de base).....40

5. Calcul d'axe.....40

6. Exemple de calcul.....40

7. CONCLUSION.....43

Chapitre VI : PROFIL EN LONG

1. Introduction.....44

2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....44

3. Les éléments de composition du profil en long 44

4. Coordination du tracé en plan et profil en long..... 44

4.1Déclivit.....45

5. Raccordements en profil en long.....45

5.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant).....45

5.2 Raccordements concaves (angle rentrant).....46

6. Détermination pratique du profil en long 47

6.1 Détermination de la position du point de rencontre (s).....48

6.2 Exemple de concave calcul de profil en long (Cas d'un rayon):.....49

Chapitre VII : PROFIL EN TRAVERS

1. Introduction 51

2. Profil en travers de notre projet 51

Chapitre VIII: ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction 53

2. Objectif de l'étude géotechnique.....53

3. Données générales.....53

3.1 Géologie régional.....53
3.2 Cadre géologie local..... 53
3.3 Cadre tectonique et sismique.....54

4. LES ESSAIS IN-SITU.....55

4.1 Sondage carotté 55
4.2 Pénétromètre dynamique 55
4.3 Puits de reconnaissance..... 55

5. Les essais au laboratoire 55

6. Application au projet 56

7. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai..... 57

7.2 Réutilisation en remblai 57

7.1 Réutilisation en couche de forme 57

Chapitre IX : Dimensionnement de corps de chaussées

1. Introduction ..... .58

2. Les principales méthodes de dimensionnement.....58

2.1Méthode de C.B.R (California – Bearing – Ratio).....59

2.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....60

3. Application numérique à notre projet.....61

3.1Les données de projet:.....61

3.2 Méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio).....61

3.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....61

3.4Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support.....64

4 Conclusion.....67

Chapitre X : LES CUBATURES

1. Introduction 68

2. Définition.....68

3. Méthode de calcul des cubatures.....68

3.1 Formule de SARRAUS.....68

4. Calcul des cubatures de terrassement 70

Chapitre XI : ASSINISSEMENT

1. Introduction.....71

2. Les données des projets.....71

3. Dimensionnement de fosse.....71

3.1 Estimation des débits de crue Qmax.....72

3.2 Application sur le projet : PK6+100 à PK6+350.....73

4. Dimensionnement des buses.....76

4.1 Estimation débit crue Qa 76

4.2 Dimensionnement.....77

5 Dimensionnement des dalots ..... .77

5.1 Dimensionnement à partir de formule Maning-Strickler.....77

6 Les résultats de dimensionnement pour notre projet..... .78

Chapitre XII : OUVRAGES D'ART

1. Introduction ..... .81

2. Choix du type de l'ouvrage.....81

2.1 Les ponts à poutre en béton armé 81
2.2 Les ponts en dalles en béton armé.....81
2.3 Les ponts en béton précontraint.....82
2.4 Les ponts mixtes.....82
3. Les ouvrages existants.....83

Chapitre XIII : Conception D'un Echangeur

1. Introduction 84
2. Règles de conception 84
3. Définition et le Rôle d'un Echangeur 84
4. Les différents types d'Echangeurs.....85
5. Choix du type de l'Echangeur.....85
6. Conception choisit pour le projet.....86

Chapitre XIV : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. Introduction 88
2. Application au projet 88
2.1Les signalisations verticales 88
2.2 Signalisation de direction 88
2.3 Signalisation à l'entrée de l'échangeur 89
2.4 Signalisation horizontale.....90
3. Eclairage routière.....91
3.1Paramètre de l'implantation des luminaires.....92
4. Conclusion.....92

Chapitre XV : ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1. Introduction 93
2. Impacts du projet..... ..93
2.1 Impact positifs.....93
2.2 Impacts négatif.....93
3. Mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement.....95
3.1 Milieu physique.....95
3.2 Milieu biologique.....96
3.3 Milieu humain.....96
4. Conclusion 96

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....97
CONCLUSION GNERALE.....100
BIBLIOGRAPHIE.....101
ANNEXE

Liste des Figures

Figure I.1: phénomène d'orniérage :.....3

Figure I.2: effet de l'angularité et des pourcentages de vides sur la rigidité en compression du mélange.....6

Figure I.3:Influence de l'introduction de sable non concassés dans un béton bitumineux.....7

Figure I.4: Accroissement de l'instabilité du mélange par l'augmentation du pourcentage de sable éolien et comparaisonn de l'effet de deux sables différent.....7

Figure I.5:influence de la compacité sur les ornières produite.....8

Figure I.6:Influence de la teneur en liant sur l'orniérage d'un 0/14 entièrement concassé.....8

Figure I.7: Influence de la température sur profondeur d'ornère.....9

Figure I.8: le Tridem de poid lourd.....9

Figure I.9:msure profendeur d'orniérage.....10

Figure I.10:Le transprofilographe.....11

Figure I.11:rapiéçage par pulvérisation.....14

Figure I.12:Types de revêtement superficiel de béton de fibres.....15

Figure I.13:béton compacté au rouleau.....16

Figure I.14:Béton bitumineux à module élevé BBME.....17

Figure I.15:procédé industriel de recyclage et retraitement de chaussée en place à froid.....18

Figure II.1: vue général de Médéa.....20

Figure II.2:Carte représente limités géographiques wilaya de Médéa.....22

Figure II.3:classification sismique selon R.P.A 2003.....23

Figure II.4: Etat du Réseau routier de Médéa.....24

Figure III.1 :Localisation du couloir retenu 25

Figure III.2:des Arbres fruitiers.....26

Figure III.3:Intersection avec CW238.....26

Figure III.4:Ligne électrique MT.....27

Figure III.5:Vue en plan de la variante 1.....28

Figure III.6:Vue en plan de la variante 2.....28

Figure V.1:Éléments géométriques constituant le tracé en plan.....37

Figure V.2:Axe en plan de PK 0+000 à PK0+850.....43

Figure VI.1:Raccordements Convexes (Angle Saillant).....47

Figure VI.2:Exemple de concave.....49

Figure VI.3: profil en long pour ce projet.....50

Figure VII.1:Eléments constitutifs du profil en travers.....51

Figure VII.2:Profil en travers type en section courante.....52

Figure VIII.1:Géologie du site du Projet, Extraite de la carte géologique de Médéa au 1/50 000.....54

Figure VIII.2: Carte des zones sismiques de l'Algérie du Nord(CGS).....55

Figure IX.1: les éléments de la chaussée.....58

Figure X.1:Les sections des profils en travers d'un tracé donné.....69

Figure X.2:Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.....69

Figure XI.1: Assainissement sur projet routier.....71

Figure XIII.1: Type d'échageur..... 85

Figure XIII.2:l'échangeur de type diffuseur.....87

Figure XIV.1:signalisation de vitesse limite.....88

Figure XIV.2: Signalisation à l'entrée de l'échangeur.....89

Figure XIV.3: Les lignes de délimitation de voies dans le tracé.....90

Figure XIV.4:Schéma de marquage avec hachures.....91

Figure XIV.5: Fleche de sélection.....91

Liste des Tableaux

Tableau I.1:Principaux facteurs affectant le phénomène d'orniérage d'un revêtement.....5

Tableau I.2: les exigences générales relatives au comportement des enrobés préparés à chaud....13

Tableau I.3:les exigences de la norme NF P 98-140 pour ce type de produit.....17

Tableau I.4:les exigences de la norme NF P 98-141 sur BBME.....18

Tableau II.1 : Le découpage administratif de la wilaya de Médéa.....21

Tableau III.1: Avantages et inconvénient des deux variantes.....29

Tableau IV.1: Volume du Trafic (comptages manuels).....31

Tableau IV.2:Coefficient d'équivalence (P).....32

Tableau IV.3:Coefficient K1.....33

Tableau IV.5:Coefficient K2.....33

Tableau IV.5:Capacité théorique Cth.....33

Tableau V.1:les paramètres de tracé selon B40.....39

Tableau V.2:Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé.....40

Tableau VI.1:Valeurs des rayons verticaux (angle saillant).....46

Tableau VI.2:Valeurs des rayons verticaux (angle rentrant).....47

Tableau VII.1:dévers en section droite et en courbe.....51

Tableau VIII.1:Résultat des essais pour notre projet.....56

Tableau IX.1:les coefficients d'équivalence.....59

Tableau IX.2:classification des réseaux principaux.....61

Tableau IX.3 : classe de trafic.....62

Tableau IX.4:Risque adopté pour le réseau RP1.....62

Tableau IX.5:Zones climatiques & Températures équivalentes.....63

Tableau IX.6: Classe de sol-support.....63

Tableau IX.7:performances mécaniques des matériaux bitume.....65

Tableau XI.8:surface des bassin versant.....72

Tableau XI.9:Coefficient de ruissellement.....73

Tableau XI.10:Les valeurs de (u) en fonction de la fréquence.....73

Tableau XI.11:Temps de concentration.....74

Tableau XI.12:Calcule de I(mm /h).....74

Tableau XI.13:Estimation de Débit.....75

Tableau XI.14:débit crue Qa.....77

Tableau XI.15: Caractéristiques des bassins versants.....78

Tableau XI.16 : Tableau récapitulatif des ouvrages courants.....79

Tableau 1: Avantages et Inconvénients d'un pont à poutre en béton armé.....81

Tableau 2: Avantages et Inconvénients d'un pont à poutre en béton précontraint.....82

Tableau 3: Avantages et Inconvénients d'un pont mixte.....82

Tableau XII.1:Les ouvrages existants de notre projet.....83

Tableau XIII.1:Avantages et Inconvénients d'un Echangeur.....85

Tableau XV.1:Valeurs limites des émissions sonores à respecter.....94

Tableau XV.2:Valeurs limites d'émissions atmosphériques à respecter.....94

LISTE DES ABREVIATIONS

GNM : GROSSEUR NOMINAL MAXIMAL

EME : ENROBE A MODULE ELEVE

BBME : BETON BITUMINEUX A MODULE ELEVE

BB : Béton bitumineux

GB : Grave bitume

GNT : Grave non traité

GC : Grave concassée

RHm : Rayon horizontale minimal

RHn : Rayon horizontale normal

RHd : Rayon au dévers minimal

RHnd :Rayon horizontal non déversé

TPC : Terre-plein centrale

BAU : Bande d'arrêt d'urgence

AP : Argile plastique

GM : Grave marneux

INTRODUCTION GENERALE

Dans le cadre de développement des réseaux routiers de la wilaya de Médéa et la demande accrue en matière de transport durant les dernières années, qui induisent une demande importante en matière de déplacement des personnes et des biens, les autorités ont élaboré un programme de développement immédiat des infrastructures de la wilaya qui constitue plus qu'une priorité au vu de la concentration de la demande de transport. C'est dans ce cadre que les services de la direction des travaux publics de Médéa ont engagé une étude de contournement sud de la ville de Médéa qui doit principalement offrir un bon niveau de service, en adéquation avec les objectifs définis par le plan directeur d'aménagement. Cette infrastructure devra donc assurer l'écoulement du trafic de la wilaya, entre les différentes localités.

A l'issue des cinq années de formation à l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (E.N.S.T.P), les élèves ingénieurs ont été chargés de rédiger un projet fin d'étude. Les étudiants doivent appliquer les connaissances théoriques qu'ils ont acquises; De cette manière, ils peuvent faire face aux problèmes qu'ils rencontreront dans leur carrière.

Dans cette perspective, notre travail de fin d'étude consiste à faire l'étude d'un **contournement sud de la ville de Médéa sur 14 km avec une conception d'un Echangeur** afin d'alléger la circulation routière au sein de cette ville d'une part, et d'avoir un gain de temps, augmenter la sécurité au profit des usagers d'autre part.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :

Phénomène d'orniérage des chaussées bitumineuses (causes, solutions)

1. Introduction

Le réseau routier Algérien est composé de plus de 90 % de chaussées souples (couche de roulement en béton bitumineux), avec des couches superposées de matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction. En service, ces routes subissent des dégradations (éclatement de bitume, fissuration, écailles, nids de poules, …). Parmi les dégradations les plus répandues, ces dernières décennies: le phénomène d'orniérage, qui semble être le plus inquiétant, surtout pour les structures de chaussées destinées aux différents types de chargement, notamment le poids lourd. Ce phénomène apparait de façon générale par des effets de déformations permanentes du profil transversal des chaussées, qui apparaissent et croissent sous l'effet du trafic lourd et la température ambiante.

Le phénomène d'orniérage est une dégradation de la chaussée facilement mesurable et visible en surface : des traces permanentes et creusées dans la chaussée font leur apparition suite aux passages répétés des véhicules lourds. Il s'agit d'un des problèmes majeurs de dégradation des chaussées flexibles.

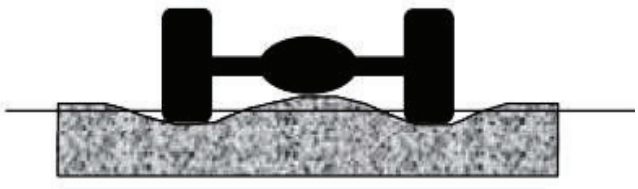


Figure I.1: phénomène d'orniérage

On se propose une étude du phénomène d'orniérage dégradant la chaussée, afin de pouvoir prédire, à court et/ou moins long terme, le risque de cette dégradation sur une chaussée à partir des caractéristiques du revêtement bitumineux, de la charge de trafic, de la vitesse moyenne des poids lourds et des conditions climatiques du site.

2. Les mécanismes de déformation permanente et de fissuration des couches bitumineuses

Les principaux mécanismes possibles de dégradation des chaussées à revêtement bitumineux sont d'une part, les mécanismes de déformation permanente qui, lorsqu'ils se manifestent, se traduisent par des irrégularités dans le profil longitudinal et surtout par une déformation du profil transversal dans les traces des roues (ornières) et, d'autre part, les mécanismes de fissuration qui, lorsqu'ils se produisent, diminuent la portance de la chaussée et son imperméabilisation (possibilité d'entrée d'eau avec comme conséquence une diminution accrue de la portance).

2.1 Mécanismes de déformation permanente

Il faut distinguer trois mécanismes de déformation permanente des chaussées à revêtement bitumineux se traduisant par des irrégularités de surface et tout particulièrement par la production d'ornières.

Le premier mécanisme est le résultat de la déformation propre d'une ou de plusieurs couches (sol compris) supportant les couches bitumineuses suite à des contraintes excessives induites par les charges et dépassant la résistance des matériaux. Il s'agit d'un **orniérage de structure** et les ornières qui en résultent sont larges et dépourvues de bourrelets latéraux.

Le deuxième mécanisme est le résultat de la déformation propre des couches bitumineuses suite à des contraintes excessives induites par les charges et dépassant le seuil de stabilité du matériau. Il s'agit alors d'un **orniérage de fluage** et les ornières qui en

résultent présentent des bourrelets latéraux (profil en Z vu l'action des roues jumelées et dissymétrique vu l'action des roues simples à pneu large). Les endroits de prédilection de la manifestation de ce phénomène sont les rampes, les approches de carrefours et les virages, c'est-à-dire des endroits où la vitesse de circulation des poids lourds est généralement ralentie et où les contraintes tangentielles dans la zone de contact entre le pneu et le revêtement se manifestent davantage.

Le troisième mécanisme est le résultat d'une véritable usure du revêtement suite à l'action des pneumatiques munis de crampons durant les périodes hivernales. Il s'agit alors d'un **orniérage d'usure** et les ornières qui en résultent présentent un profil transversal caractérisé par une nette discontinuité.

Ces trois mécanismes peuvent agir indépendamment les uns des autres ou simultanément.

a) orniérage de structure

L'orniérage de structure résulte généralement d'un sous-dimensionnement de la chaussée pour les conditions de trafic auxquelles elle est soumise. Il peut aussi être le résultat de l'emploi de matériaux inadaptés ou présentant des défauts de mise en œuvre (manque de compactage par exemple), d'un drainage insuffisant, d'un sous dimensionnement vis-à-vis des actions du gel et du dégel, ou, en d'autres mots, de tout ce qui peut affecter la portance du sol et des couches constituantes pendant la durée de service prévue.

Le cas le plus typique est sans doute celui où une chaussée initialement bien conçue voit les conditions de trafic auxquelles elle est soumise devenir plus sévères que celles qui ont été prévues. Dans ce cas, la solution qui s'impose est le renforcement de la chaussée, renforcement pour lequel il existe aussi des méthodes de dimensionnement tenant compte de la portance résiduelle de la chaussée existante, laquelle se détermine généralement par la déflexion en surface sous l'action d'une charge bien déterminée.

b) orniérage de fluage

Dans ce type d'orniérage il ne s'agit plus d'un problème de dimensionnement de structure mais d'un problème de formulation mettant en jeu les caractéristiques des divers constituants, leur dosage et la mise en œuvre des mélanges. Les paramètres à prendre en considération et les solutions pour vaincre ce type de désordre feront l'objet de la partie principale de cette recherche et seront exposés dans les titres qui suivent.

Pour ce qui est de la réparation, lorsque de tels cas se produisent, la seule solution valable est le remplacement de la ou des couches défectueuses soit par de nouveaux matériaux, soit par des matériaux recyclés et corrigés en place ou en centrale.

c) orniérage d'usure

L'orniérage par usure du revêtement résulte de l'action des pneus à crampons utilisés en période hivernale. Il se rencontre plus particulièrement dans les régions montagneuses au nord et le paramètre essentiel à prendre en considération est la dureté des granulats. La manifestation de ce mécanisme est en régression car l'usage des pneus à crampons a été depuis, soit limité, soit interdit.

2.2 Mécanismes de fissuration

Il existe quatre mécanismes de fissuration des couches bitumineuses. Il s'agit de :
- fissuration par fatigue suite à la répétition de contraintes (ou déformations) induites par les charges en circulation,

- fissuration par fatigue suite à la répétition des contraintes (ou déformations) induites par les variations journalières de température,
- fissuration d'origine thermique due à un retrait empêché de la couche bitumineuse,
- fissuration suite à la remontée de fissures présentes dans la couche support (cas des chaussées semi-rigides et des couches de renforcements posées sur routes en béton).

3. Nature et origine

Les déformations permanentes d'une chaussée bitumineuse demeurent relativement complexes. De nombreux éléments viennent influencer ce comportement. La configuration et le nombre d'essieux des véhicules, l'interaction entre les différentes charges, la configuration géométrique de la chaussée, les pneumatiques ainsi que la variabilité des propriétés thermiques et mécaniques des enrobés bitumineux en fonction de la température et de la vitesse de sollicitation. Ce chapitre vise à mettre en évidence les principaux facteurs qui influencent les déformations permanentes de l'enrobé. Le Tableau I.1 résume les principaux facteurs et leur influence.

Tableau I.1:Principaux facteurs affectant le phénomène d'orniérage d'un revêtement

	Facteur	Condition de changement	Effet sur la résistance à l'orniérage
GRANULATS	Angularité	Arrondie à anguleuse	↑
	Dimension	↑ de la GNM	↑
	Granulométrie	Discontinue à continue	↑
	Texture de surface	Lisse à rugueuse	↑
	Dureté	↑	↑
	Propreté	↑	↑
LIANT	Dureté	↑	↑
ENROBE BITUMINEUX	% de liant	↑	↓
	% de vides	↑ (vides de formulation, ≠ vides liés à un compactage insuffisant)	↑
	Procédé de compaction	Relier aux 2 facteurs précédents	Relier aux 2 facteurs précédents
Condition d'essai in-situ	Température	↑	↓
	État de contrainte / déformation	↑ de la pression de contact des pneumatiques	↓

	Nombre de cycles de sollicitation	↑	↓
	Présence d'eau	Sec a mouillé	↓ si l'enrobé est sensible à l'essai de tenue à l'eau

↑ : Accroissement ↓ : diminution

3.1 Les granulats : L'angularité et le squelette granulaire

Plusieurs chercheurs (Uge et Van de Loo 1974, Grimaux et Hiernaux 1977, Verstraeten 1995, Vanelstraete et Francken 1995) ont montré que l'angularité des granulats influençait fortement le comportement à l'orniérage d'un enrobé bitumineux. Les résultats sont clairs : pour un même enrobé (liant, teneur en vides et granulométrie identiques), l'ajout de sable roulé ou arrondi augmente la profondeur de l'ornière comparativement à un enrobé avec des granulats anguleux. Les arêtes arrondies des granulats roulés augmentent l'effet de billes et de roulement dans la matrice granulaire versus les arêtes anguleuses d'une matrice de granulats concassés qui freinent cet effet en s'imbriquant les unes par rapport aux autres.

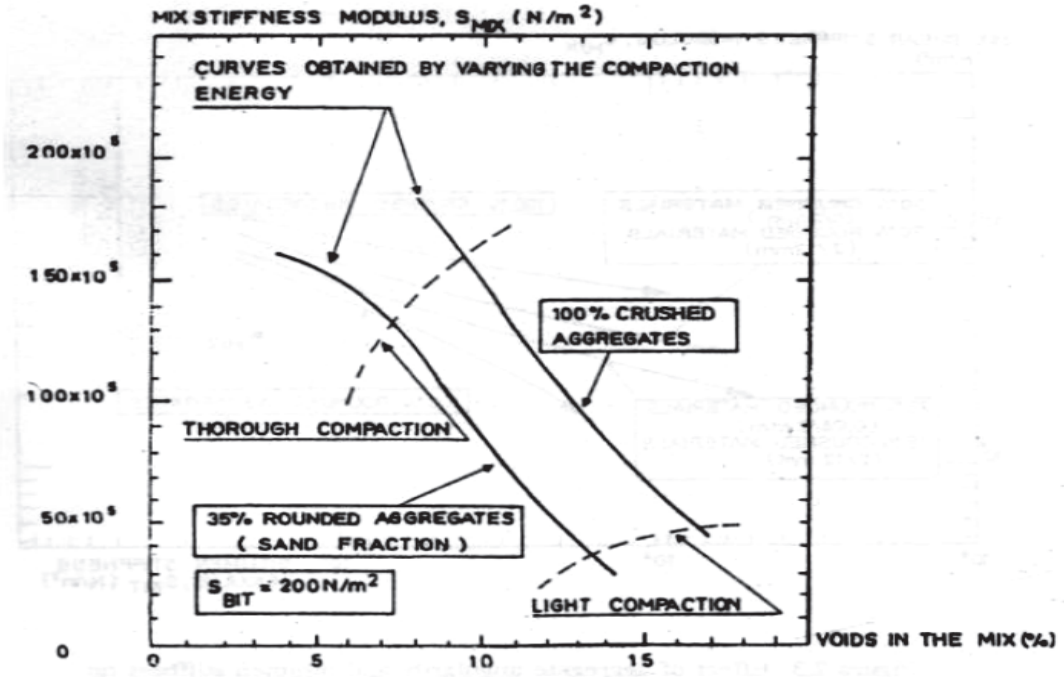


Figure I.2: effet de l'angularité et des pourcentages de vides sur la rigidité en compression du mélange

Le squelette granulaire joue un rôle important dans la résistance à l'orniérage, les courbes suivantes ont montré l'importance de l'angularité des granulats comme un paramètre anti-orniérant, les mélanges réaliser à partir de matériaux à forte angularité (obtenu par concassage) présentent une meilleure stabilité et une déformabilité moindre que ceux réalisés avec des granulats roulé (matériaux alluvionnaires), à granulométrie égale et en considérant le même bitume. La figure I.3 montre qu'à teneur en vide égale, les matériaux concassés conduisent à des mélanges de module de rigidité plus élevé.

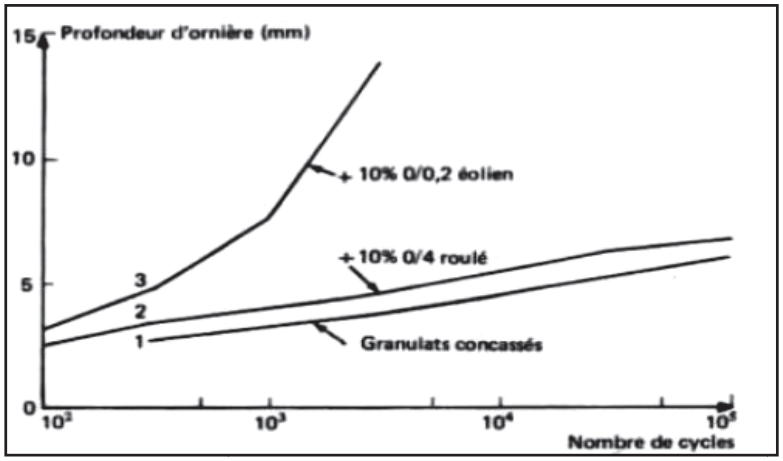


Figure I.3:Influence de l'introduction de sable non concassés dans un béton bitumineux

La figure I.3 montre que l'introduction de 10% de sable non concassé dans une formule donnée est défavorable à l'essai, dans des limites acceptables pour 0/4, désastreuses pour le 0/0.2. Pour un sable non concassé donné, l'augmentation des dosages accroit l'instabilité (Figure I.4) et l'on peut voir sur cet exemple que 6% du sable éolien conduisent aux mêmes effets que 15% du sable à granularité étalée.

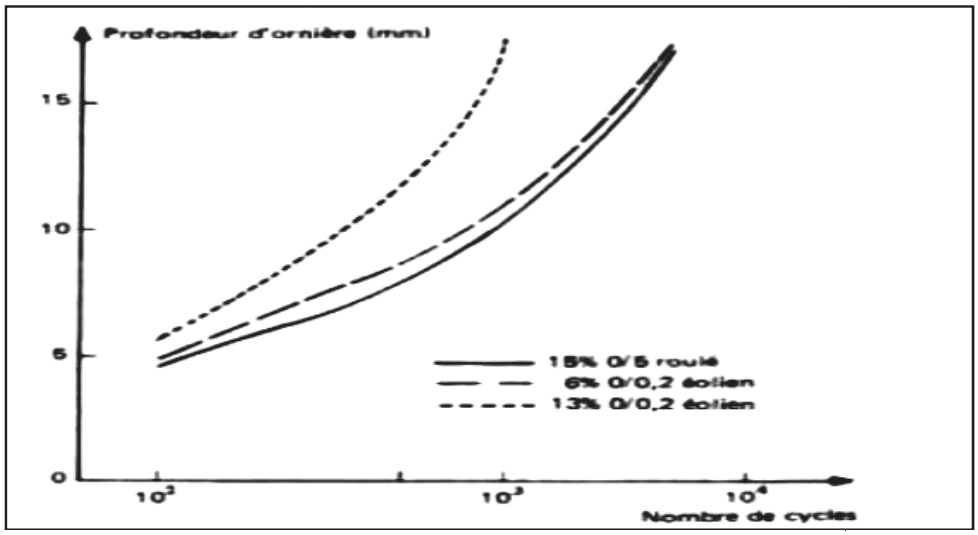


Figure I.4: Accroissement de l'instabilité du mélange par l'augmentation du pourcentage de sable éolien et comparaisonn de l'effet de deux sables différents

3.2 Facteurs liés au mélange:

3.2.1 Compacité :

La compacité du mélange est également un facteur important. Trop de vide génèrent un post compactage sous trafic. La teneur en vides des zones circulées diminue progressivement jusqu'à atteindre des valeurs voisines de 0 à 1%. L'enrobé se comporte alors comme un « pseudo liquide » et se déforme pour donner des ornières avec des bourrelets

caractéristiques, donc de l'orniérage. De même, un matériau trop compact se déforme plus aisément. Une teneur en vide de l'ordre 4% à 6% pour un béton bitumineux constitue un optimum. La compacité est l'une des caractéristique essentielles d'une formulation, ce qui en soi parait logique puisque ce facteur va intégrer un très grand nombre des paramètres tels que la granularité, l'angularité, la teneur en fines, la teneur en liant...

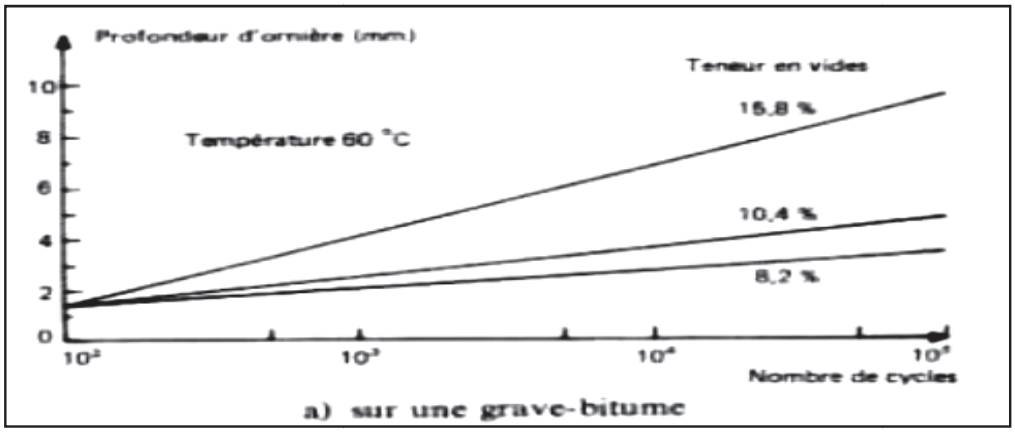


Figure I.5:influence de la compacité sur les ornières produites

3.2.2 La teneur en liant :

Plusieurs chercheurs ont montré qu'une teneur en liant excessive comble une partie des vides intergranulaires, réduit les vides et favorise le mouvement entre les particules, augmentant ainsi le potentiel d'orniérage de l'enrobé. Les efforts de contact entre les grains du squelette granulaire sont alors fortement réduits et ce n'est que la cohésion et le pouvoir d'adhésivité du liant qui assurent la résistance aux déformations permanentes de l'enrobé.

Les essais réalisés par Grimaux et Hiernaux (1977) montrent cette tendance, tendance qui est d'autant plus prononcée avec la présence de granulats roulés. Par contre, une teneur en liant trop faible ne peut assurer un film de bitume effectif adéquat sur les particules. Ce qui génère un manque d'adhésivité entre eux dû à une teneur en vides plus importante et une cohésion plus faible de la matrice granulaire. En conséquent, le faible niveau de friction et de cohésion à l'intérieur même de la matrice granulaire fait en sorte que l'enrobé devient plus susceptible aux déformations permanentes de post-compactage.

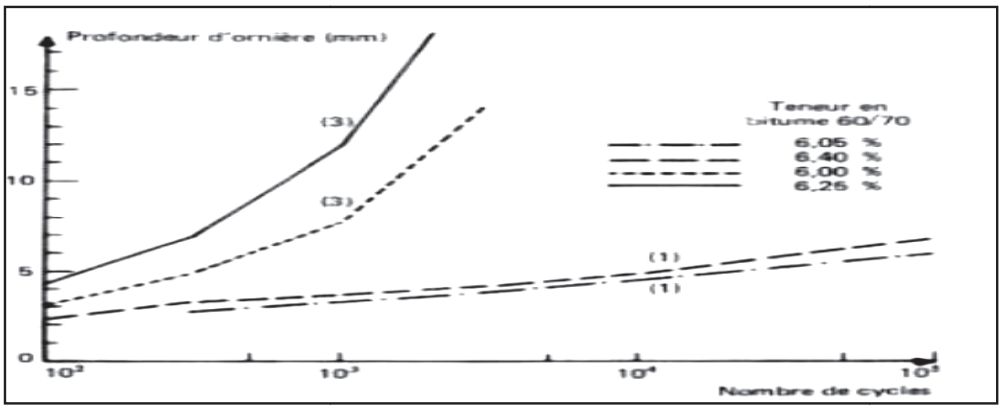


Figure I.6:Influence de la teneur en liant sur l'orniérage d'un 0/14 entièrement concassé

3.2.3 La teneur en vides :

La teneur en vides de l'enrobé influence sa résistance à l'orniérage. Plus la teneur en vides est élevée, plus la résistance à l'orniérage sera bonne, à la condition que ces vides soient le fruit d'une bonne formulation et non pas le résultat d'un sous compactage.

Une diminution de la compacité génère rapidement une augmentation de l'instabilité de l'enrobé. De plus, ils ont montré l'importance de l'étape de pré compaction du finisseur. Plus ce dernier est efficace, plus la résistance à l'orniérage sera bonne.

3.3 Paramètre de sollicitation :

3.3.1 La température :

La température est un paramètre fondamental pour l'apparition de l'orniérage. L'élévation de la température provoque une diminution de la viscosité du liant et du module, ce qui favorise l'apparition de déformation permanente. L'orniérage augmente lorsque la température passait de 20 à 60°C.

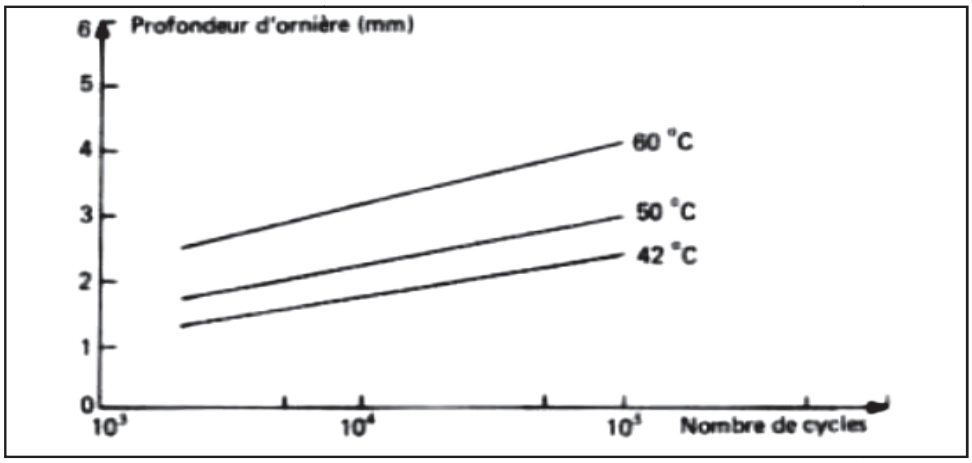


Figure I.7: Influence de la température sur la profondeur d'ornière

3.3.2 La charge :

L'évolution de la configuration des silhouettes de poids lourds, d'essieux à roues jumelées vers des essieux à roues simples larges, a fait augmenter la pression de contact, ainsi que le nombre de passages d'essieux.

La pression de contact induit des efforts de cisaillement dans les couches de surface, principalement au voisinage des bords des pneumatiques, efforts qui pétrissent le matériau. Ces efforts s'ajoutent à l'effet de la seule contrainte verticale. A titre indicatif, le Tridem est 4 à 5 fois plus orniérant que l'ancien poids lourd, ce qui est d'autant plus inquiétant que le **Tridem** représente à lui seul 50% à 60% du trafic poids lourds sur les grands axes internationaux.



Figure I.8: le Tridem de poid lourd

Les essais sur enrobés bitumineux minces illustrent la comparaison de la progression de

l'orniérage lors d'un essai accéléré sur le terrain, en utilisant des pressions normales et réduites pour les pneus. Les auteurs montrent qu'il y a moins d'orniérage lorsque la pression des pneus est moindre, et ce même si le trafic total est dix fois plus élevé sur cette section que sur celle circulée par les pneus à pression normale, ce ratio est ramené à deux lorsqu'on ne considère que le trafic poids lourd.

3.4 Essais sur mélanges bitumineux

Les essais mécaniques en laboratoire permettent d'identifier les paramètres conditionnant la résistance à l'orniérage, Les principaux essais de laboratoire utilisés pour juger la résistance à l'orniérage des mélanges bitumineux sont :

a) L'essai Marshall :

Cet essai rentre dans la catégorie des essais empiriques à chargement unique qui, vu la complexité des sollicitations engendrées, ne permet pas la détermination d'une propriété intrinsèque du matériau. Il conduit à la détermination directe de deux grandeurs : le fluage (mm) et la stabilité Marshall (kN).

b) L'essai à l'orniéreur :

Cet essai rentre dans la catégorie des essais de simulation à chargement répété. La sollicitation approche certaines sollicitations rencontrées in situ mais vu la complexité du procédé il ne permet pas la détermination d'une propriété intrinsèque du matériau. Il permet de suivre, pour les conditions de sollicitations utilisées, l'évolution de la déformation en fonction de la répétition des charges.

c) L'essai de compression diamétrale :

Cet essai rentrait autrefois dans la catégorie des essais empiriques à chargement unique mais on tend à le considérer comme un essai de détermination du module et ce sous un chargement unique ou sous un chargement répété.

d) L'essai de fluage dynamique :

Cet essai rentre dans la catégorie des essais de détermination à chargements répétés ; il s'agit d'un essai de déformabilité (réversible et permanente) qui permet la détermination de propriétés intrinsèques du matériau qui sont le module de déformation réversible (MPa) et le module de déformation permanente (MPa).

4. Mesures de l'orniérage

La proportion du réseau routier algérien affectée par des problèmes d'orniérage est difficilement quantifiable. Une étude, devrait permettre d'obtenir une image plus précise de l'importance du phénomène sur l'ensemble du réseau.

Les informations recueillies fourniront les paramètres de base pour la mesure d'ornières et l'établissement de critères. Parmi les paramètres déjà retenus, mentionnons la profondeur, le rayon de courbure, l'aire de la section ainsi que la capacité de rétention d'eau de l'ornière.



Figure I.9: mesure profondeur d'orniérage

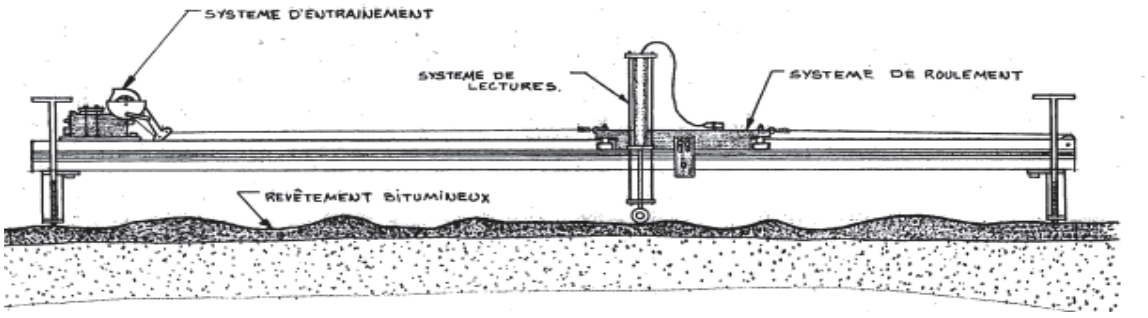
Un appareil de mesure à grand rendement est actuellement en développement en vue de fournir des informations nécessaires à l'établissement des priorités et des types d'interventions. Effectuées à l'aide d'un laser, les lectures

sont réalisées à une vitesse de 65 km/h. Les données sont traitées en temps réel et les paramètres utiles emmagasinés sur ordinateur.

Pour évaluer la profondeur d'ornière de façon ponctuelle une règle de 1,8 m est utilisée selon une procédure bien établie.

Pour certaines études spécifiques nécessitant plus de précision, nous disposons d'un appareil de mesure du profil transversal de la route**. Le transprofilographe** permet la réalisation journalière d'environ 50 profils, un essai durant en moyenne 7 minutes. Un deuxième appareil, conçu pour des études spécifiques, est actuellement en développement. Il s'agit d'une règle de 1,8 m de longueur munie de pointes rétractables distantes de 5 cm et épousant le profil de la chaussée. La profondeur d'ornière peut ainsi être mesurée directement.

Figure I.10:Le transprofilographe



5. Technique d'atténuation de l'orniérage

On peut examiner les diverses techniques d'atténuation de l'orniérage au stade de la conception, dans le cas d'une nouvelle chaussée ou d'une chaussée reconstruite, ou au stade de l'intervention, dans le cas d'une chaussée existante dans laquelle il y a des ornières et qui doit être préservée (travaux d'entretien), recouverte d'un tapis d'enrobés ou réhabilitée.

5.1 Chaussée nouvelle ou reconstruite

5.1.1 Conception d'une chaussée souple ou rigide

Dans le cas d'une nouvelle chaussée ou d'une chaussée reconstruite, l'atténuation de l'orniérage possible commence au bas de la chaussée, dans le cas des chaussées souples (en béton bitumineux). La clé consiste à suivre dans ce cas une procédure de conception qui a été « étalonnée » en fonction des conditions et de l'expérience locales. Il peut alors s'agir d'une méthode ou d'une matrice standard propre à l'organisme (remarquez que la structure de la chaussée est généralement plus épaisse aux intersections) ou d'une méthode de conception courante. Les détails précis de la conception structurale d'une chaussée n'entrent pas dans les limites de la présente règle de l'art, mais on peut se les procurer en s'adressant aux diverses associations de béton bitumineux, de béton ou de pavés.

5.1.2 Atténuation de l'orniérage dû à l'instabilité

Les méthodes à utiliser pour atténuer l'orniérage dû à l'instabilité des enrobés soumises à des contraintes élevées sont relativement simples, aussi bien dans le cas d'une nouvelle chaussée que dans celui d'une chaussée existante. Elles sont applicables aux enrobés préparés

à chaud qu'on utilise dans le cas d'une chaussée souple ou de la surface de roulement d'une chaussée composite. Le tableau I.2 résume les exigences générales relatives au comportement des enrobés préparés à chaud, de même que la qualité des granulats.

❖ **Enrobé préparé à chaud résistant à l'orniérage**

Dans le cas de toute formulation adéquate d'enrobé préparé à chaud, quatre facteurs importants jouent un rôle particulièrement crucial dans la résistance à l'orniérage

- On doit doser le mélange de manière à ce que la charge soit supportée surtout par le gros granulat. C'est là la principale raison pour laquelle on utilise un granulat de grosseur maximale élevée et une granulométrie dense.
- On doit choisir un gros granulat et un granulat fin possédant des caractéristiques qui permettront d'obtenir un bon blocage inter-particulaire et une bonne résistance au cisaillement. On utilise un gros granulat propre, cubique et concassé à 100 pour cent, et un granulat fin propre, cubique et concassé à 100 pour cent (c.-à-d. du sable de broyage ou de concassage). L'expérience pratique indique que, dans le cas de l'enrobé préparé à chaud qu'on utilise pour la couche de roulement, une teneur approximative de 10 pour cent en granulat fin naturel (sable à béton bitumineux) est avantageuse pour la compactibilité et la stabilité du mélange.
- On doit incorporer dans le mélange la catégorie et la teneur optimale appropriées de liant bitumineux (bitume) qui permettront de garder les granulats ensemble et d'obtenir une certaine durabilité (pas trop faible), tout en permettant d'obtenir une teneur en vides interstitiels adéquate (pas trop élevée, c.-à-d. optimisée). Cela peut signifier qu'on doit choisir un bitume dont la sensibilité à la température est faible (qui résiste à la fissuration thermique lorsque la température du revêtement est basse et à l'orniérage lorsqu'elle est élevée), utiliser un bitume qui sera plus rigide lorsque la température du revêtement sera élevée ou envisager d'utiliser un liant bitumineux (bitume) modifié.
- On doit utiliser une procédure de formulation appropriée qui permettra d'incorporer la catégorie et la teneur de bitume optimales dans le mélange, et des granulométries qui donneront une matrice ferme.

La couche de roulement en enrobé préparé à chaud, résistante à l'orniérage et possédant des caractéristiques de frottements (en médaillon), a été dimensionnée en conformité avec les premières exigences relatives aux granulats du système Superpavé et incorpore un bitume modifié par des polymères et classé selon les performances. On a constaté que l'action prématurée de la circulation lourde sur un nouvel enrobé encore chaud pouvait causer une certaine densification (faible teneur en vides) due à la circulation, qui pouvait alors déclencher un orniérage localisé dû à l'instabilité du mélange.

Tableau I.2: les exigences générales relatives au comportement des enrobés préparés à chaud

Exigences générales relatives aux performances fonctionnelles et structurales	Exigences relatives aux matériaux, à la formulation des mélanges et à la pose
• Maniable durant la pose et le compactage • Contribue à la résistance de la structure de la chaussée • Résiste à la déformation permanente (orniérage). • Résiste à la fissuration par fatigue. • Résiste à la fissuration thermique. • Résiste aux effets de l'air et de l'eau (durabilité) • Imperméable, pour protéger la structure de la chaussée de l'eau. • D'entretien facile et économique, un atout pour la couche de roulement (d'usure) • Propriétés de frottement adéquates (antidérapance)	• **Caractéristiques physiques et qualité des granulats:**Performances à forte résistance, incorporation d'un gros granulat, cubique et propre, et d'un granulat fin (sable de broyage ou de concassage) concassés à 100 pour cent. • **Classe de performances du bitume :**En cas de circulation intense ou à basse vitesse, augmenter la classe à haute température. • **Techniques de pose appropriées:** Préparer le support correctement (nettoyage et couche d'accrochage), éviter la ségrégation, mettre en place un tapis uniforme et lisse, construire les joints correctement et respecter les exigences relatives à la compaction (densité)

5.2 Chaussées perpétuelles

Les chaussées perpétuelles sont des chaussées en béton bitumineux longue durée (50 ans ou plus) qui ne requièrent que peu de réhabilitation, celle-ci consistant ordinairement à poser un revêtement superficiel environ à tous les 20 ans. La chaussée perpétuelle se compose d'une couche de roulement en béton bitumineux résistant à l'usure et à l'orniérage [enrobé mince (SMA), par exemple], d'une couche de béton bitumineux intermédiaire résistant à l'orniérage et d'une couche inférieure de béton bitumineux d'épaisseur et de souplesse appropriées lui permettant de résister aux allongements en traction causés par la circulation et prévenant la fissuration par fatigue en profondeur. Les dégradations sont alors confinées à la couche supérieure de la structure du revêtement en béton bitumineux. Lorsqu'un rechargement est nécessaire, le fraisage et le remplacement de la couche de roulement peuvent s'effectuer rapidement, ce qui est important dans le cas des intersections achalandées en milieu urbain, là où on ne peut dévier la circulation que pendant de courtes périodes. Le concept de la chaussée perpétuelle n'est pas vraiment si nouveau que ça, puisque certaines entreprises Algériennes conçoivent régulièrement les chaussées de manière à leur assurer une longue vie utile.

5.3 Préservation de la chaussée, tapis d'enrobés et réhabilitation

Il convient de noter que tout enrobé préparé à chaud qu'on utilise dans le cadre de travaux de préservation (entretien), de rechargement (tapis d'enrobés) ou de réhabilitation dans le cas de chaussées en béton bitumineux d'intersection existantes qui sont soumises à des

contraintes élevées doit respecter les recommandations du tableau précédent relatives aux cas d'utilisation qui exigent une forte résistance.

5.3.1 Fraisage et pose d'un tapis d'enrobés

Le fraisage et la pose d'un tapis d'enrobés bitumineux (rechargement) est la méthode de réhabilitation la plus répandue dans le cas des chaussées souples ou composites en milieu urbain. Selon la résistance structurale du revêtement, il est possible d'enlever par fraisage une partie du béton bitumineux présentant des ornières ou sensible à l'orniérage, puis de remplacer ou d'augmenter (quand on doit augmenter la capacité structurale du revêtement) l'épaisseur du revêtement par la pose d'un enrobé préparé à chaud qui résistera à l'orniérage.

L'évaluation de l'orniérage dans les revêtements en béton bitumineux ou composites qui sont exposés à une circulation intense de véhicules lourds en milieu urbain indique que le fraisage doit se faire sur une épaisseur d'au moins 125 mm. Cela est particulièrement important dans le cas d'un revêtement composite, puisque les contraintes produites dans la couche de roulement en béton bitumineux sont plus importantes que celles qu'on retrouve dans un revêtement souple.

On doit prendre soin de s'assurer que l'interface entre la surface fraisée et le recouvrement en enrobés préparés à chaud est propre, qu'on a enlevé tout matériau meuble et qu'on a créé une bonne adhérence en appliquant correctement du bitume d'accrochage sur la surface fraisée avant de poser le tapis d'enrobés. Chaque couche de nouveau béton bitumineux préparé à chaud doit être mise en place correctement et on doit lui permettre de refroidir avant de poser les couches successives ou de permettre la circulation de camions ou d'autobus sur le nouveau revêtement.

5.3.2 Remplissage des ornières à l'aide d'un rapiéçage par pulvérisation, d'un tapis d'enrobés

Dans le cas d'un orniérage dû à l'usure ou d'un orniérage dû à l'instabilité de faible importance, on peut remplir les ornières dans les traces de roues en procédant à un rapiéçage par pulvérisation ou à un micro-revêtement, ou en posant une couche d'accrochage, selon les besoins, avant de poser le tapis d'enrobés ou le micro-revêtement. Le rapiéçage par pulvérisation convient aux chaussées à faible débit en milieu rural ou qui ont fait l'objet d'un traitement de surface, tandis que le tapis d'enrobés mince ou le micro-revêtement est ordinairement utilisé en milieu urbain, là ou le débit est plus élevé.



Figure I.11:rapiéçage par pulvérisation

On doit examiner la possibilité d'utiliser le micro-revêtement, qui incorpore un granulat à friction de grande qualité, aux endroits où les véhicules circulent à plus grande vitesse, s'arrêtent et repartent.

Bien que les méthodes de préservation de chaussée mentionnées plus haut constituent des traitements qui permettent d'atténuer de façon satisfaisante les problèmes d'orniérage dû à l'usure, il faut reconnaître que le remplissage des ornières ne doit être vu que comme une mesure d'atténuation à relativement court terme dans le cas de l'orniérage dû à l'instabilité, puisque celui-ci continuera probablement de se produire.

5.3.3 Meulage ou fraisage de précision

En présence d'orniérage dû à l'instabilité de moyenne importance, on peut utiliser le meulage ou le fraisage de précision pour rétablir la texture de la surface et le profil du revêtement détérioré. Dans le cas du fraisage de précision, on enlève le béton bitumineux détérioré, c'est-à-dire qu'on enlève une épaisseur de texture d'environ 5 mm à chaque passe et que l'opération laisse des rainures espacées de 10 à 15 mm. Le fraisage de précision constitue une solution à court terme à l'orniérage dû à l'instabilité des enrobés et sa durée de vie utile est de 3 à 5 ans. On peut aussi recourir au microfraisage, qui permet d'enlever environ 2 mm d'épaisseur de texture à chaque passe et qui laisse des rainures espacées d'environ 5 mm.

La surface fraisée avec précision, une fois les ornières éliminées, présente une texture très lisse dont la hauteur maximale des saillies est d'environ 5 mm (espacement serré des dents de fraisage, en médaillon).

On peut également utiliser le fraisage de précision ou le microfraisage pour améliorer les caractéristiques de frottement.

5.3.4 Revêtement superficiel de béton de fibres (classique ou à incrustation de béton de ciment)

Le revêtement superficiel de béton de fibres classique consiste essentiellement dans la construction d'un nouveau revêtement en béton de ciment Portland (RBCP), d'une épaisseur de 175 mm ou plus, par-dessus un revêtement souple existant qu'on a préparé de façon adéquate. L'incrustation de béton de ciment est un revêtement de béton pleine épaisseur placé dans une tranchée creusée par fraisage dans un épais revêtement de sol en asphalte. Il est parfois également nécessaire d'enlever des matériaux granulaires sous l'asphalte pour mettre en place une incrustation de l'épaisseur voulue et respecter les restrictions relatives à l'épaisseur du revêtement. Le revêtement superficiel de béton de fibres peut être une solution avantageuse sur les plans technique et économique lorsqu'il s'agit de réhabiliter un béton bitumineux sérieusement détérioré aux intersections, surtout un revêtement souple qui présente de l'instabilité, de l'orniérage, des bourrelets et du faïençage.

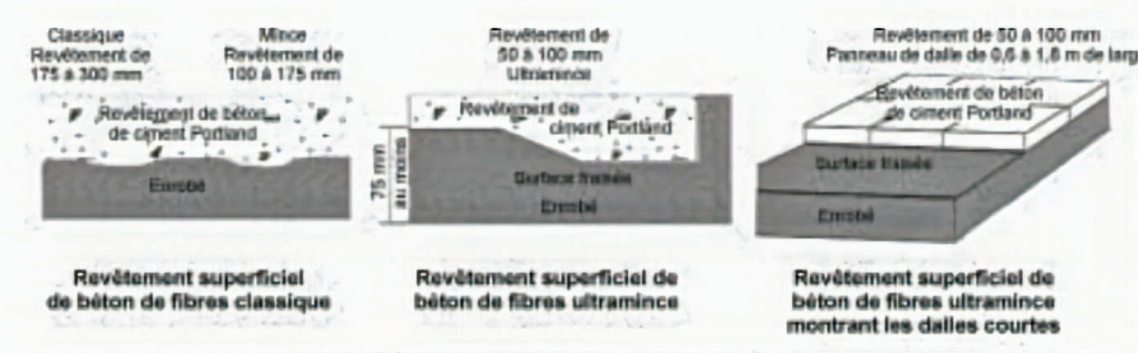


Figure I.12:Types de revêtement superficiel de béton de fibres

L'interface avec l'ancien béton bitumineux peut être une surface fraisée ou une couche de nivellement en béton bitumineux préparé à chaud. Il se peut aussi qu'il n'y ait aucun traitement (mise en place directe). Il faut toutefois réparer les zones du revêtement sérieusement dégradées ou défoncées et la pratique générale consiste à fraiser la surface du béton bitumineux existant pour enlever tout orniérage (dos d'âne) dû à l'instabilité et dont la hauteur dépasse 50 mm avant de mettre le béton de ciment Portland en place. Le revêtement

superficiel de béton de fibres classique convient généralement aux charges de roulage associées à toutes les classes de route, y compris les intersections et les travées d'autobus.

La conception d'un revêtement superficiel de béton de fibres repose sur l'hypothèse selon laquelle il n'y a aucune adhérence au support en béton bitumineux existant, bien qu'il y ait effectivement une certaine adhérence. Le revêtement a la même épaisseur et le même comportement structural qu'un nouveau revêtement RBCP. Il est conçu essentiellement comme un RBCP placé sur une couche de fondation supérieure traitée. On peut construire le revêtement superficiel de béton de fibres à l'aide de formes fixes ou d'une machine à coffrage glissant. On prescrit ordinairement un béton de ciment Portland qui respecte les exigences de la classe CEM II/A 32.5 R (résistance minimale à la compression de 32.5 MPa).

5.3.5 Béton compacté au rouleau

Le béton compacté au rouleau (BCR) avec revêtement en asphalte est une autre façon de reconstruire une intersection en asphalte détériorée. La méthode a été utilisée beaucoup au canada. Le béton compacté au rouleau consiste en un mélange à affaissement nul de granulat, de ciment et d'eau [des ajouts cimentaires (AC), tels que les cendres volantes et le laitier de haut fourneau, ont aussi été utilisés] qui est compacté en place à l'aide de rouleaux vibrants ou d'équipements de compactage à plaque comme ceux utilisés pour compacter les revêtements en asphalte. Le mélange des matériaux est achevé à l'aide de malaxeurs à axe vertical à débit continu, de malaxeurs à axes jumelés, de malaxeurs en discontinu classiques ou de bétonnières à tambour basculant montées sur camion. La teneur en ciment se situe dans la même plage que celle du béton classique, soit de 300 à 350 kg/m3, et la résistance à la compression est de l'ordre de 30 à 40 MPa dans le cas des revêtements d'intersection. La grosseur maximale nominale du granulat est limitée à 20 mm pour qu'il soit possible d'obtenir une surface lisse et dense.

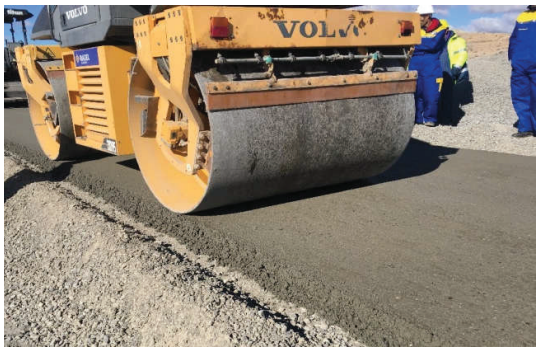


Figure I.13:béton compacté au rouleau

Le devis descriptif n'exige habituellement que le mélange soit transporté, mis en place et densifié moins de 60 minutes après le début du malaxage, bien que la température ambiante et l'utilisation d'AC puissent faire augmenter ou diminuer cette fenêtre temporelle.

Le BCR est habituellement mis en place en couches de 125 à 250 mm d'épaisseur à l'aide d'une machine du genre machine à asphaltage. On privilégie l'utilisation de matériel d'asphaltage haute densité dans le cas des couches dont l'épaisseur dépasse 150 mm, puisque le besoin de compactage subséquent à l'aide de rouleaux est alors moindre. Après avoir été mis en place à l'aide d'un finisseur, le BCR peut être compacté au moyen d'une combinaison de rouleaux tandems vibrants et de rouleaux à pneus.

6. Nouvelles techniques par rapport aux solutions classiques :

6.1 Enrobés à module élevé EME de classe 2

Enrobé bitumineux à module élevé EME de granularité 0/14 conforme à la norme NF-P 98-140. Le liant utilisé est un bitume spécial dur.

Tableau I.3: Les exigences de la norme NF P 98-140 pour ce type de produit.

CARACTERISTIQUES	EME 0/14 C2
Essai Duriez (NF P 98-251-1) **• Rh/Rs**	≥ 0,75
Essai PPCG (NF P 98-252)	≤ 6%
Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)	≤7,5%
Essai module complexe NF P 98-260-2 à 15°c	≥14000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10°c	≥130µdéf

❖ **Les avantages de l'EME par rapport à la GBB**

- Réduction importantes des épaisseurs par rapport à grave bitume classique
- Economie intéressante pour les abords qui sont déjà aménagés (accotement, bordures)
- L'EME est insensible à l'orniérage

6.2 Béton Bitumineux à module élevé BBME de classe 3

Béton bitumineux à module élevé BBME de classe 3 conforme à la norme NF P 98-141. Le liant employé est l'EME, il s'agit d'un bitume routier modifié par des élastomères. Le retour élastique du liant modifié à 25°c est supérieur à 60%.

Le liant ainsi modifié présente un intervalle de plasticité élargi, une bonne cohésivité aux températures de service ainsi qu'une excellente adhésivité et une résistante importante au désenrobage en présence de l'eau. Elasticité, module d'élasticité et résistance en fatigue, ces propriétés ainsi qu'une grande résistance à l'orniérage en font l'enrobé de renforcement structurel idéal pour les chaussées déformables sous fort trafic.



Figure I.14:Béton bitumineux à module élevé BBME

L'utilisation des bétons bitumineuses à module élevé permet un gain considérable en épaisseur de couche par rapport aux solutions classiques de par leurs propriétés mécaniques qui leur offrent de très bonnes performances en terme de rigidité (module de rigidité élevé), un pourcentage des vide assez réduit et un comportement remarquable vis-à-vis de la fatigue.

Cela a pour conséquence d'apporté une économie de ressources naturelles non renouvelables (granulats et liants) due à l'augmentation de la durée de vie de la chaussée ainsi une réduction de l'épaisseur de cette dernière, ce qui permet de classer cette techniques qu'une utilisation de ces enrobés parmi celles qui rentrent dans le cadre du développement durable.

Tableau I4:les exigences de la norme NF P 98-141 sur BBME.

CARACTERISTIQUES	EME 0/14 C2
Essai Duriez (NF P 98-251-1) Rh/Rs	≥0,80
Essai PPCG (NF P 98-252) % vide 100 girations	Entre 5 à 10
Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)	≤5%
Essai module complexe NF P 98-260-2 à 15°c	≥12000
Essai de fatigue NF P 98-261-1 à 10°c	≥100µdé

6.3 Retraitement à froid in situ « Novacol »

C'est un procédé industriel de recyclage et retraitement de chaussée en place à froid, à l'émulsion de bitume « Novacol ». L'émulsion utilisée est une émulsion spéciale permettant de régénérer le liant des couches traitées.

Le matériau en place est fraisé, retraité, malaxé et mis en cordon puis appliqué à l'aide d'un finisseur et suivi du compactage.

Le procédé consiste à :

- Fraiser l'enrobé à retraiter
- Ajouter au fraisât un liant régénérant ou non, sous forme d'émulsion.
- Corriger la granulométrie par répandage granulat préalablement sur la chaussée.
- Mélanger le tout dans la « fraiseuse-Malaxeuse ».
- Appliquer une couche d'accrochage.
- Répandre l'enrobé traité au finisseur.
- Compacter

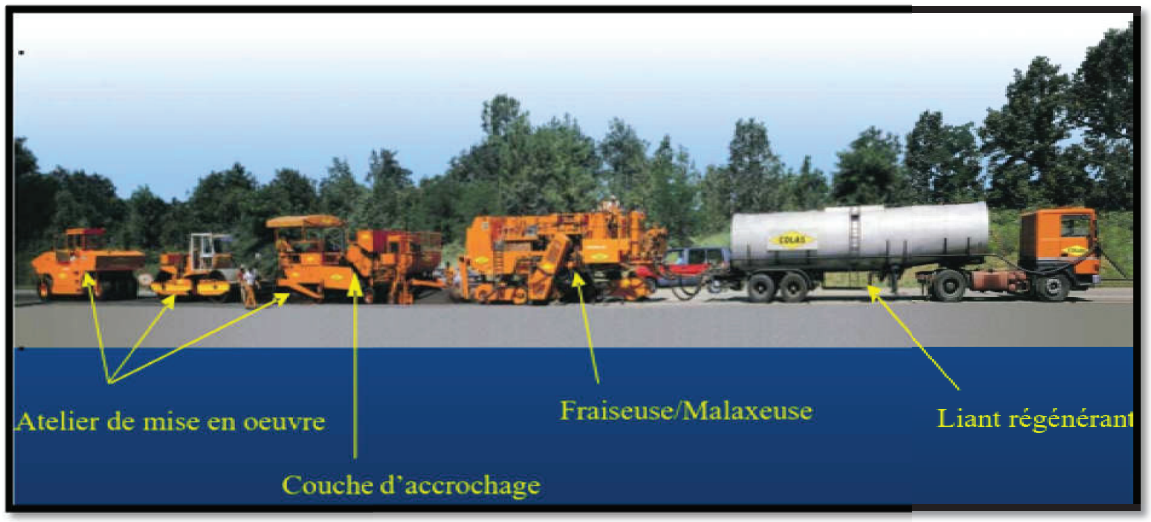


Figure I.15:procédé industriel de recyclage et retraitement de chaussée en place à froid

Par ailleurs, les avantages de cette technique peuvent être résumés comme suit :
• Rendement de l'ordre de 5000 à 10 000 m² par jour
• Gêne réduite aux usagers, remise en circulation rapide et possibilité de traiter en sections discontinues selon l'état de la chaussée à renforcer.
• Respect de l'environnement et valorisation des matériaux en place.
• Préservation de l'état du réseau routier desservant la section à traiter
• Amélioration de l'uni longitudinal et du profil transversal.
• Restructuration des couches dégradées et réparation des fissures éliminant ainsi la possibilité de remontée de fissuration

7. CONCLUSION

L'orniérage des enrobés est considéré comme un défaut majeur des couches de roulement affectant la sécurité des usagers. Les risques d'aquaplanage sont élevés par temps pluvieux et les techniques de déneigement traditionnelles ne parviennent pas à rendre la chaussée sécuritaire.

Une fois que nous connaissons les causes et l'origine de ce phénomène qui affecte les chaussées bitumineuses, il vaut mieux éviter ce phénomène grâce à une bonne conception de la structure de chaussée, et de là nous en extrayons les point importants qui doivent être pris en compte :

- Utiliser des granulats durs et concassés, de forme aussi cubique que possible et avec un calibre maximum et une micro-rugosité élevée. La résistance à l'orniérage augmente lorsque le pourcentage de faces concassées dans les granulats augmente : la différence entre 50 et 100 % se manifeste nettement dans les essais à l'orniéreur.
- Utiliser des sables concassés, limiter l'emploi de sables ronds.
- Utiliser des granularités appropriées à la fonction demandée à la couche bitumineuse et permettant une bonne mise en œuvre sans pour autant affecter la stabilité de cette couche.
- Utiliser des matériaux propres.
- Eviter le sur-remplissage en bitume (ou en mastic) qui disloque le squelette minéral.
- Maîtriser la susceptibilité à la température de la rigidité du liant et du mastic (caractéristiques du liant et des fines, dosage).
- Eviter les variations de composition en cours de mise en œuvre et soigner le compactage.

1. Introduction

La direction des travaux publics de la wilaya de Médéa a engager l'étude de Contournement Sud de la ville Médéa sur 14km, dans le cadre de développement des réseaux routiers de la wilaya de Médéa et la demande accrue en matière de transport durant les dernières années.

Le projet consiste à contourner la ville de Médéa à cause de la présence d'un grand nombre de trafic qui transite par la ville soit vers la RN1 ou la RN18 , ce transit cause à la ville des perturbations, des émissions de gaz, des bruits sonores et des pertes de temps considérables suites aux embouteillage incessants.

L'aboutissement du tracé devrait répondre aux attentes des autorités et de la population de la wilaya de Médéa qui aura des retombées certaines sur un aspect économique et environnemental de la région, tel que le gain de temps, le confort et la sécurité avec une meilleure fluidité du trafic.

2. Présentation du projet :

2.1 Localisation du projet :

Le projet situe au sud de la ville de Médéa s'étend sur un tronçon de longueur de 15 Km qui traverse 03 zones ; CHELAALAA, ABOUCHA ET OULD SNAAN, il prend naissance au niveau du giratoire de la RN1, il se termine au niveau de l'intersection avec la RN18, en raccordant avec le deuxième tronçon du contournement de la ville de Médéa qui fait l'objet d'un autre projet d'étude.

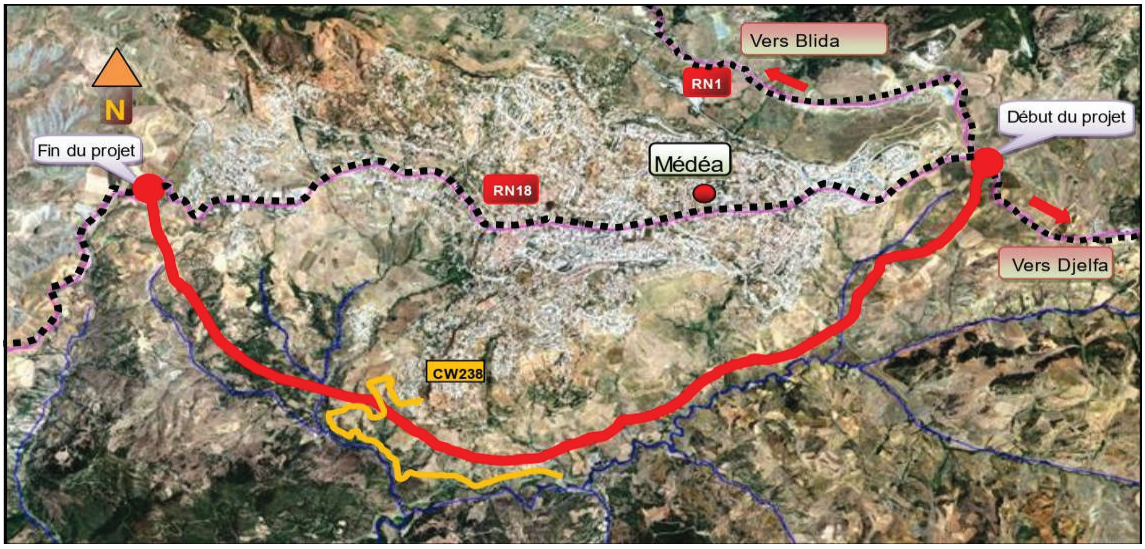


Figure II.1: vue général de Médéa

Le site de réalisation de ce projet est délimité par :
- La ville de Médéa au nord
- Foret et douar aboucha, et OULED SNAN au sud
- La RN 01 à L'Est (point de départ)
- La RN 18 à L'Ouest (Point final)

Le site du projet est un site très difficile sur le plan topographique, géotechnique et géométrie. La topographie est très chahutée et la géotechnique présente a priori des risques de glissement et reste imprévisible.

2.2 Description du Contournement :

Lors des visites de site, deux points de jonction ont été identifiés qui permettront de déterminer les points d'intersections du au droit de la RN18.

- La première alternative se raccorder au droit de DRAA ESSAMAR à environ 6 km à l'ouest de la ville de Médéa prés du Pk kilométrique 51.
- La deuxième alternative est de se raccorder au droit de l'usine de briquerie à environ 500m environ du carrefour en Y qui constitue la fin du projet dédoublement de la RN18.
- Le point de raccordement au niveau de la RN1 est carrefour sud de Médéa.
- D'autre points de raccordement ont été examinés et s son avérés infructueux vu la complexité de la topographie.
- Le site de manière générale est un site montagneux présentant des obstacles majeurs (collines, ravins et des oueds) ainsi que des réseaux divers (des lignes Electrique BT ;MT. Et des réseaux VRD) sans oublier l'empiétement sur des terres agricoles

3. Présentation de la Wilaya de Médéa :

La wilaya de Médéa est une wilaya algérienne ayant pour chef-lieu la ville du même nom. Elle est située entre les régions des hauts plateaux sur un territoire appelé sous l'administration ottomane le Titteri. Médéa est une petite ville d'Algérie, située à 88 km au sud d'Alger, sur les hauts plateaux qui ferment la vallée de la Mitidja, était la capitale du Titteri ; un bey, adjoint du Dey d'Alger, y résidait. À l'arrivée des Français en 1830, le Bey de Médéa était le frère de l'Emir Abdelkader. En 1837, après le traité de la Tafna, Abdel Kader en fit une de ses capitales. Médéa serait l'ancienne station romaine de Medix ou ad Médias, ainsi appelée parce qu'elle était à égale distance de Tirinadi (Berrouaghia) et de Sufnsar (Amoura). Le découpage administratif de la wilaya de Médéa ainsi que sa superficie et sa population se présente comme suit :

Tableau II.1 : Le découpage administratif de la wilaya de Médéa

Daïra	Nb communes	Superficie	Population 2010	Densité
19	64	8 866 km²	902 678 habitants	83.93 hab./km²

3.1 Localisation :

La ville de Médéa est située à 80 km au sud-ouest d'Alger sur les hauts plateaux qui ferme la vallée de Mitidja, elle est limitée par :

Au Nord : la wilaya de Blida

A l'ouest : les wilayas de Ain Defla et Tissemsilt

A l'Est : les wilayas de Msila et Bouira

Au Sud : la wilaya de Djelfa

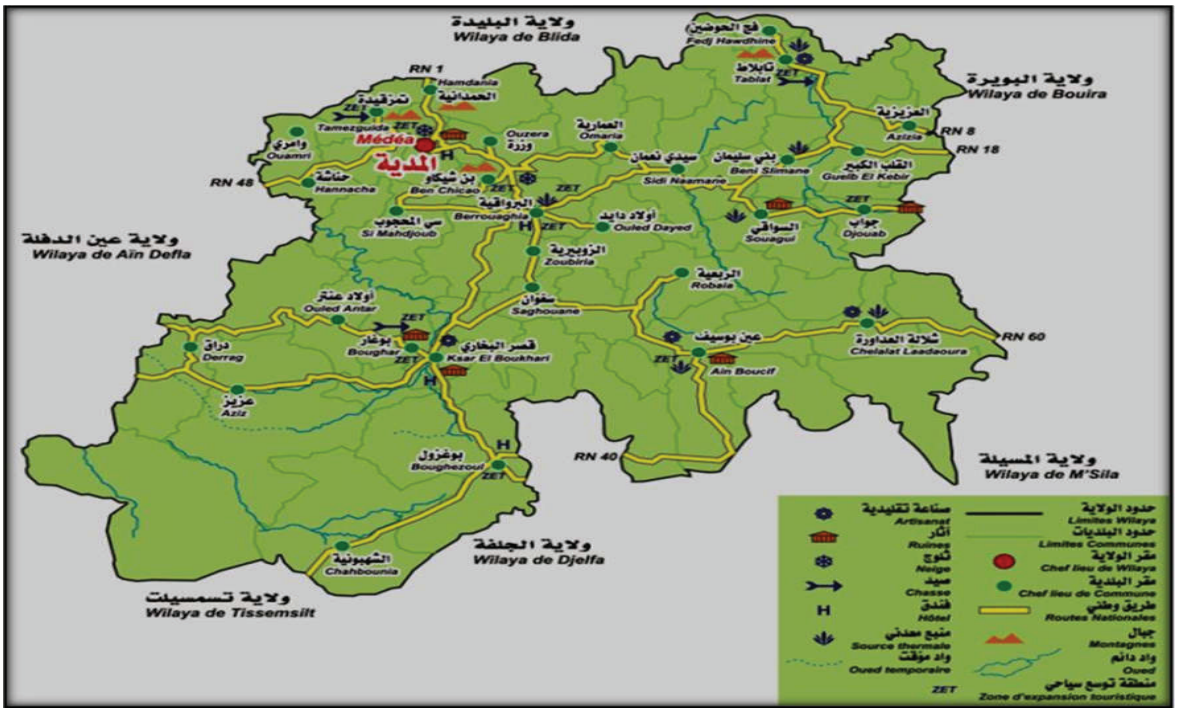


Figure II.2:Carte représentant les limites géographiques wilaya de Médéa

3.2 Relief :

La wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. La Wilaya de Médéa peut être découpée en quatre zones naturelles :

3.2.1 Le tell montagneux :

Il forme un bande quasi-continue ceinturant la Wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif da Tablat. C'est une région au relief marqué, au climat rude, peu peuplée. Région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur de dépression alluviale ou de replats colluviaux.

3.2.2 Le tell collinien :

Située au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui de tout temps a eu une vocation agricole, la polyculture y est de mise en vigne et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

3.2.3 Les plaines du tell :

Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell colinien. La mise en valeur de ces plaines a permis d'implanter la polyculture associant culture à section irrigué ainsi que le développement et l'élevage.

3.2.4 Le piémont méridionale du tell

Caractérisé par une pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm, le piémont s'affirme comme un zone de transition vers les hautes plaines steppiques ou la céréaliculture est la plus répandue.

3.3 Le climat :

La zone d'étude est de climat méditerranéen subhumide, elle reçoit une double influence climatique, continentale du sud et méditerranéenne du nord. La station métrologique de Médéa, située à une altitude de 1050m permet de caractériser les paramètres suivants :

- **Température** : les températures moyennes annuelles sur la région oscillent entre de 15°C à 20°C.
- **Pluviométrie** : la zone d'étude a un régime pluviométrique de la région de Médéa caractérisé par une saison hivernale humide qui s'étend du mois de novembre au mois de Mars. La variabilité pluviométrique journalière décennale le long du tracé est **72 mm< Pj10<91mm**

3.4 Hydrologie :

Le réseau hydrographique de la région de Médéa est caractérisé d'une part par un écoulement très rapide du au relief en pente (région montagneuse) et d'autre part par des ruissellements violentes pendent l'hiver.

La région de projet possède un réseau hydrographique très important. En hiver, les eaux des oueds peuvent engendrées crues. La région est caractérisée par six oueds principaux : Oued Rhalet, Oued Snoubri, Oud Aboucha , Oued Lahrach et Oued Bel Azougni

3.5 Sismicité :

D'après les règles parasismiques algériennes (R.P.A 2003), la région de Médéa est classée dans la zone IIb où la sismicité est moyenne.
En analysant la sismicité historique et la classification sismique de la région de Médéa, il ressort que le facteur sismique est à prendre en compte dans l'aménagement

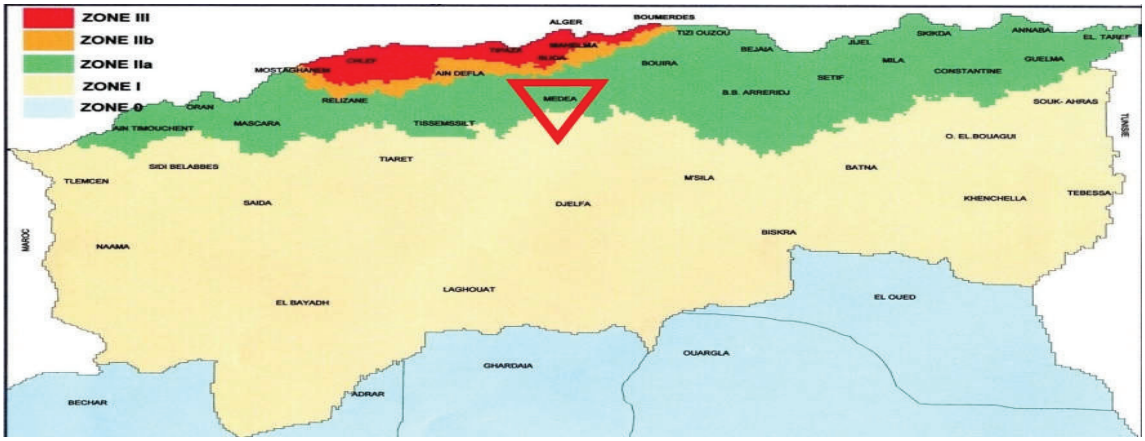


Figure II.3:classification sismique selon R.P.A 2003

3.6 Réseau routier de Médéa :

Dans le cas de la wilaya de Médéa, la route représente l'unique mode de transport pour le déplacement des personnes et des marchandises. La ligne de chemin de fer que traverse la

wilaya du Nord au Sud est hors service depuis plusieurs années bien que la concrétisation d'une liaison ferroviaire est en bonne voie.

La wilaya dispose d'une infrastructure de base très importante dont notamment : Un réseau routier de 671 Km de routes nationales, 879 Km de chemins de wilaya et 2448 Km de chemins Communaux.

La wilaya de Médéa constitue un carrefour et une liaison incontournable entre le nord et le sud d'une part par les pénétrantes RN1 et RN8 et entre l'Est et l'Ouest par les rocades des hauts plateaux, les axes RN18, RN62 au nord de la Wilaya et de l'axe RN60A et la RN60 d'un autre part.

Par ces futures axes structurants, la wilaya de Médéa sera une zone de transit du transport algérien important à l'horizon 2020 à 2025 par la réalisation de: Dédoublement de la RN1 Chiffa-Boughezoul, la 4ème rocade, la Rocade des hauts plateaux, le dédoublement de la RN8 et l'évitement sud qui permet la liaison directe entre la RN18 et RN1.

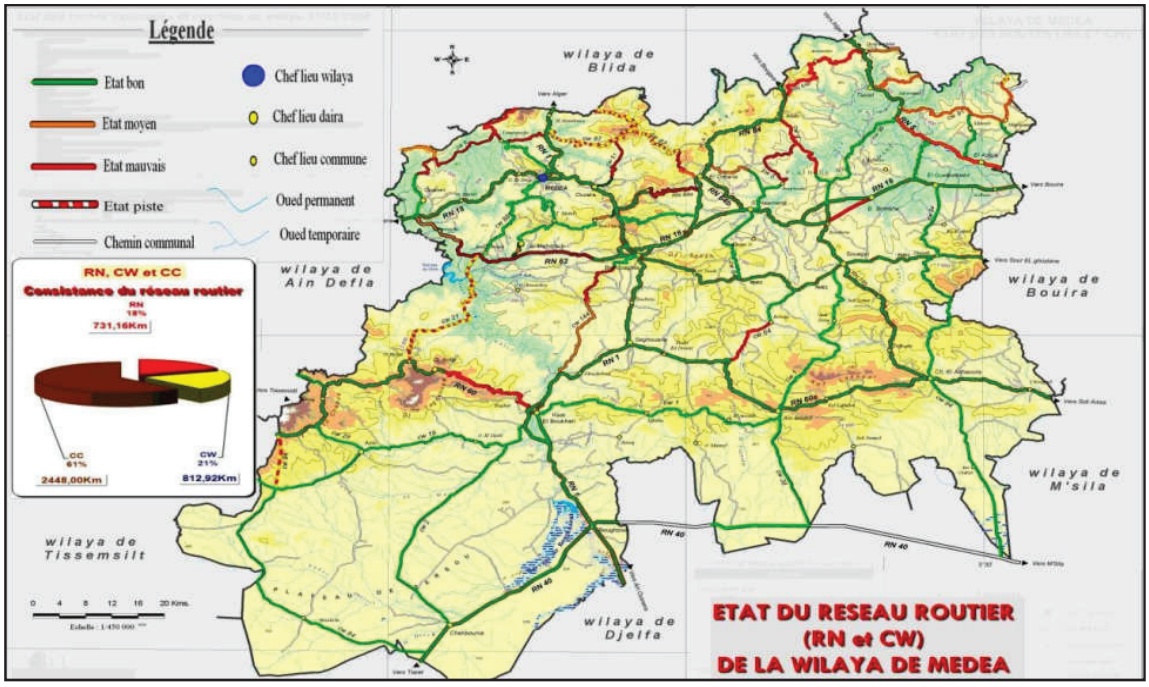


Figure II.4: Etat du Réseau routier de Médéa

1. Introduction

L'étude d'APS consiste à proposer plusieurs variantes afin de faire une comparaison multicritère entre elles pour retenir le meilleur pour l'étude en APD, dans notre cas on va proposer deux variantes.

Etude de l'avant-projet sommaire des variantes de tracé sélectionné et retenu, prenant en compte les recommandations et les orientations des études d'impact sur l'environnement et d'évaluation économique du projet.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivants :
-Les contraintes remarquées sur le site.
-Le coût du projet.
-Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
-La comparaison des impacts sur l'environnement.
Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

2. La zone d'étude

La wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enfermant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

En fonction du relief de Médéa, le situation de la ville et le raccordement avec RN1 et RN18, on choisit le couloire de tracé suivant :

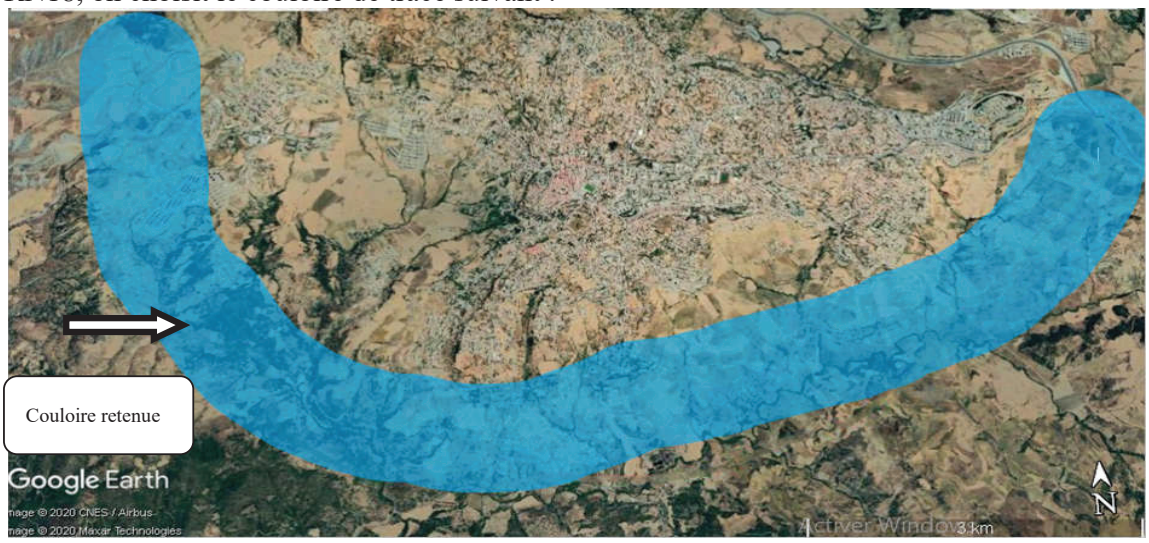


Figure 1:localisation du couloir retenu

3. Les contraintes

Ce couloir franchit les obstacles suivants :

- **le tracé traverse des Arbres fruitiers**



Figure III.2:des Arbres fruitiers

- **Intersection avec CW238**



Figure III.3:Intersection avec CW238

- **Ligne électrique MT traverse le tracé**



Figure III.4:Ligne électrique MT

4. Description des variantes

Le projet consiste à créer une nouvelle route pour contourner la ville de Médéa par le sud. Il prend naissance au niveau du giratoire de la RN1, il se termine au niveau de l'intersection avec la RN18, auprès de la localité Draa Esmar.

Le couloir est caractérisée un relief montagneux présente des obstacles majeurs tels que: collines, ravins et oueds importants.

Nous avons développées deux variantes distinguées, afin de choisir la variante la plus favorable en matière de coût de réalisation, tout en assurant la sécurité et le confort aux usagers de cette route. Ces variantes seront comme ce qui suit :

Variante 1 (Vb 80 km/h)

Variante 2 (Vb 80 km/h)

3.1 variante 1

Le tracé de cette variante s'étend sur une longueur de 14,4 Km, il pend son origine au niveau du croisement avec la RN1, pour emprunter une piste rurale, qui représente une ligne de crête d'un monticule, sur un linéaire d'environ 1,3 km.

Apres le PK1+300 le tracé commence à s'éloigner de la piste rurale, pour contourner une butte importante pour aboutir à des pentes dans la limite acceptable.

A partir du PK2+950, le tracé rejoint encore une fois la piste existante sur un linéaire de 3 Km, le tracé de cette section se développe sur un terrain pratiquement plat, qui a permis d'avoir de faibles pentes.

Au niveau du PK 6+350, le tracé passe au nord de la station d'épuration des eaux usées. Au niveau du PK9+300 le tracé traverse le chemin wilaya CW238.

Du PK9+300, le tracé poursuit en parallèle sur le côté droit du lit d'oued sur des talus de faibles pentes, jusqu'à la fin du projet, afin d'éviter les grands terrassements et des pentes longitudinales excessives.

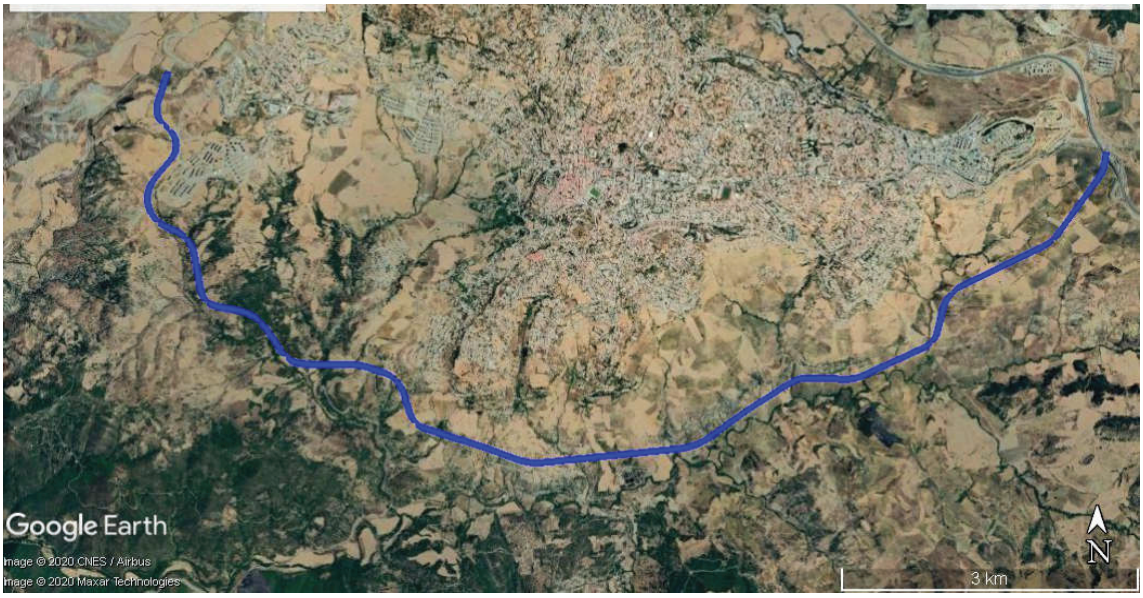


Figure III.5:Vue en plan de la variante 1

3.2 Variante 2

Cette variante est considérée comme la variante la plus longue, avec une longueur 15.1Km, elle est caractérisée par son relief accidenté, qui nécessite la réalisation des viaducs et des terrassements importants

- Au niveau du PK 6+550, le tracé passe au sud de la station d'épuration des eaux usées.
- Au niveau du PK9+200 le tracé traverse le chemin wilaya CW238.
- Au niveau du PK10+750 le tracé traverse un chemin communal.



Figure III.6:Vue en plan de la variante 2

5. Comparaison entre les deux variantes

Tableau III.1: Avantages et Inconvénients des deux variantes

	Variante 1	Variante 2
Avantages	✓ la variante la plus courte 14.4km ✓ volume des terrassements acceptable ✓ compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements). ✓ Impact sur l'environnement Favorable ✓ Raccordement avec chemin de wilaya CW38	✓ Le trace de la variante 2s'éloig del'agglomération de la ville de Médéa, ce qui ne gène pas l'extensi urbaine ✓ Raccordement avec chemin de wilaya CW38
Inconvénient	Le Tracé de cette variante 1 est poussée vers le nord ce qui gène l'extension urbaine	-cette variante est la plus longue avec un linéaire de 15.1Km. -Vu les dépressions du terrain, le tracé de la variante 2 comporte des terrassements et des ouvrages d'arts trèsimportants, qui va engendrer des difficultéslors de la réalisation du projet. En outre, la majorité du trace passe par des terres agricoles

6. Conclusion

La comparaison entre les deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la la variante 1 qui présente une différence notable en matière de terrassements et de linéaire, et d'après l'estimation des variantes, nous avons trouvé que cette variante 1est la plus fiable en aspect technique et économique par rapport au variante2.

Vu ce qui a précédé, nous proposons la variante 1 qui présente les meilleurs atouts pour être retenue à la phase APD.

1. Introduction

Les études de trafic constituent un élément fondamental qui intervient en amont de toute réflexion relative à l'aménagement des infrastructures de transport, depuis le simple traitement d'un carrefour jusqu'à la grande liaison autoroutière. Elles constituent une approche essentielle, tant de la conception que de l'entretien et l'exploitation des réseaux routiers.

La conception des routes repose, sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, ou empruntant d'autre modes susceptibles de venir en concurrence avec la route.

Les prévisions de trafic sont nécessaires :

- Pour déterminer la largeur des voies et leur nombre.
- Pour définir les caractéristiques techniques (caractéristiques géométriques et structures de chaussées) des différents tronçons de route qui doivent être adaptés au volume et à la nature des circulations attendues et déterminer ainsi le coût de l'investissement.
- Pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier et les coûts d'exploitation des véhicules, et en particulier effectuer les calculs économiques.

2. Différents types de Trafics

a) Trafic de transit

Origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).

b) Trafic d'échange

Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange) .

c) Trafic local

Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

3. Analyse du Trafic

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variables en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adapter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet. Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- **Les comptages :** permettent de quantifier le trafic ;
- **Les enquêtes** : permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs.

3.1Les comptages

3.1.1 Comptage manuel

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle **(T.J.M.A).**

3.1.2 Comptages automatiques

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. Les comptages permanents sont réaliser en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin d Wilaya les plus circulés.

3.2Les enquêtes

3.2.1 Les enquêtes de type cordon

Elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

3.2.2 Les enquêtes qualitatives

Elles permettent de connaître l'appréciation de l'usager par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement

❖ **Les comptages manuels ont concerné trois (03) sections, à savoir** :

- La RN 01
- La RN 18
- Le CW 238

Tableau IV.1: Volume du Trafic (comptages manuels)

ROUTE	SECTION	SENS	Trafic journalier moyen		
			Par sens(veh /j)	%PL	2 sens
RN1	1A	Carrefour vers Médéa	7 460	6.53	14 224
	1B	Médéa vers carrefour	6 764	5.76	
RN18	2A	RN 18 vers Médéa	2 296	15.14	4620
	2B	Médéa vers RN 18	2 324	15.6	
CW238	3A	CW 238 vers Médéa	1 068	9.02	2343
	3B	Médéa vers CW 238	1 275	6.08	

- Le minimum de trafic qui empruntera le contournement sud de la ville de Médéa représentera 60% du trafic total actuel de la RN 01.

4. CALCUL DE LA CAPACITE

4.1 Définition de la capacité

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 déterminée.

La capacité dépend de :

- Des conditions de trafic
- Des conditions météorologiques
- Du 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).

4.2 Calcul de (TJMA) horizon

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

$$TJMA_h = TJMA_o\ (1+\tau)^{\ n}$$

- **$TJMA_h$**: le trafic à l'année horizon.
- **$TJMA_o$**: le trafic à l'année de référence.
- **n**: nombre d'année.
- **τ**: taux d'accroissement du trafic (%).

4.3 Calcul des trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (**U.V.P**) en fonction de : Type de route et de l'environnement**.** Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en(**U.V.P**).

Le trafic effectif donné par la relation :

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

- **T_{eff}**: trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement).

Tableau IV.2:Coefficient d'équivalence (P).

Environnement	E1	E2	E3
Route de bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

4.4 Débit de pointe horaire normale

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

$$Q = 0.12 * T_{eff}$$

4.5 Débit horaire admissible

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

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

- **K_1 :** coefficient lié à l'environnement.
- **K_2 :** coefficient de réduction de capacité.
- **C_{th}:** capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable

Tableau IV.3:Coefficient K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0,85	O, 9 à 0, 95

Tableau IV.4:Coefficient K2

	Catégories				
Environnement	1	2	3	4	5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0 ,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau IV.5:Capacité théorique Cth

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

Tableau III.3 ; III.4 ; III.5: source B40.

4.6 Calcul du nombre de voies

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare **Q** à Q_{adm}et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q_{adm} \leq Q$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$$S.Q/Q_{adm}$$

Q_{adm}**:** débit admissible par voie

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à **2/3.**

5. APPLICATION AU PROJET

- **Les données du Trafic**

➢ Le trafic à l'année **2016(TJMA2016)** :	**8400 veh/j**
➢ Année de mise en service :	**2022**
➢ La durée de vie est de :	**20 ans**
➢ Le taux d'accroissement annuel de trafic (τ) :	**4%**
➢ Pourcentage de poids lourds Z :	**9.7**
➢ Coefficient d'équivalence (P):	**8**
➢ L'environnement :	**E3**
➢ La catégorie :	**C3**

- **Trafic à l'horizon 2042**

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

$TJMA_{2022} = TJMA_{2016}(1+\tau)^n$

$TJMA_{2022} = (1+0.04)^6 \times 8400 = 10629$ v /j

$TJMA_{2042} = (1+0.04)^{20} \times 10629 = 23289$ v/j

$\therefore TJMA_{2042} = 23289$

- **Le Trafic effectif**

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

Avec : le coefficient d'équivalence(P) pour un Route de bonne caractéristique **(E3)** est **P=10**

$T_{eff(2022)}$ $=[(1-0.097)+ 0.097\times10] \times10629=19908$ uvp/j.

$T_{eff(2042)}$ $= [(1-0.097)+ 0.097\times10] \times23289=43620$uvp/j

$T_{eff(2042)} = 43620$uvp/j

- **Le débit pointe horaire**

$Q = 0.12 \times T_{eff}$

$Q_{(2042)}$ $=0.12\times$**$T_{eff(2042)}$**$=0.12\times43620= 5234$uvp/h.

$Q_{(2042)} = 5234$ uvp/h.

- **Nombre de voies**

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

➢ On a une chaussée unidirectionnelle (séparée) alors : **S**=2/3

➢ **Q**=5234uvp/h

➢ $Q_{adm} = K1.K2.C_{th}$

CalculQ_{adm}= K1.K2.C_{th}

Tel que : K1(E3)= 0.9 ; K2(E3, C3)= 0.97 ; C_{th}=1800 uvp/j

Q_{adm}= 0.9× 0.97× 1800 = 1571 uvp/h

Q_{adm}=1571 uvp/h

N=2 /3 ×5234/1571= 2.22 on prend N=2

Donc le profil en travers type est **2×2 voies** séparées par un TPC.

- **Calcul de l'année de saturation**

$$Q_{saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{mis\ en\ servicse}$$

$$n = \frac{ln(Qsat/Qmis\ enservice)}{ln(1+\tau)}$$

Q_{sat}= 3×Q_{adm}=3×1571 = 4713

AN :

Q_{2022}	Q_{sat}	Anne saturation(n)
2389	**4713**	**18 ans**

Donc La saturation surviendra 18 ans après l'année de mise en service soit en 2040.

6. Conclusion

D'après le calcul de capacité de la route, on constate que le profil en travers de cet Evitement, et selon la norme B40 sera unidirectionnelle à 2×2 voies de circulation, de 3.5m de largeur par chacune des voies et d'un accotement d'une largeur 3 m de part et d'autre et un terre-plein central de largeur de 1.5m.

1. Introduction

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

2. Tracé en plan

2.1 Définition

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

2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan

Le tracé en plan doit assurer aux usagers un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à RHnd (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- Valeurs des rayons supérieurs ou égales au rayon minimum normal.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant
- Eviter le franchissement des oueds en minimisant au maximum le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.

3. Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles, il se fait à l'aide de **Clothoïdes** qui assurent un raccordement progressif.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressif

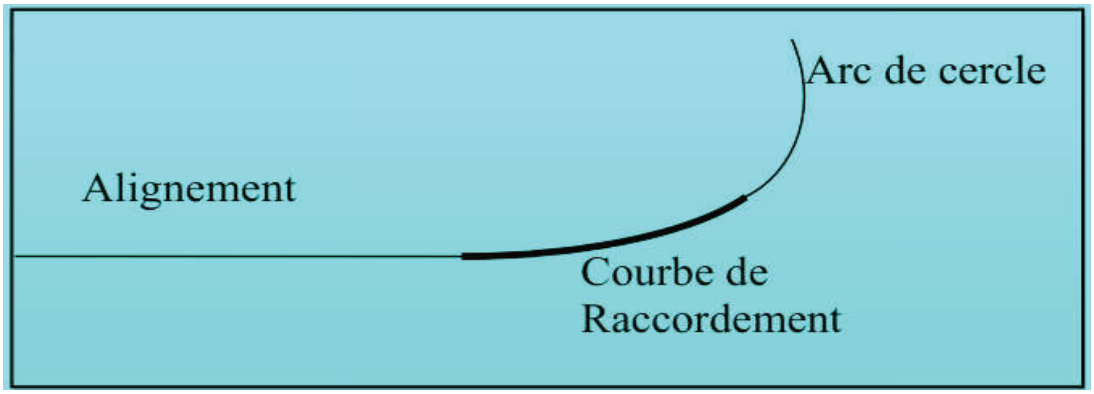


Figure V.1:Éléments géométriques constituant le tracé en plan.

3.1Les alignements

La droite est l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

-La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des 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 se justifie:

- En plaine où, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- 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 précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

-Règles concernant la longueur des alignements :

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

$$\mathbf{Lmin = 5 \times \frac{Vb}{3.6}}$$

VB: vitesse de base en km/h

Une longueur maximale Lmax est prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes

$$\mathbf{Lmax = 60 \times \frac{Vb}{3.6}}$$

➢ Donc :

$$111.11 \leq L(m) \leq 1333.33$$

3.2 Arcs De Cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

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

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

➢ **Stabilité En Courbe**

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

➢ **Rayon horizontal minimal absolu (RHM)**

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

ft: coefficient de frottement transversal.

Ainsi pour chaque **Vb** on définit une série de couple (R, d).

$$\mathbf{RHM} = \frac{Vb^2}{127(Ft+dmax)}$$

➢ **Rayon minimal normal (RHN)**

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant VB de 20km/h de rouler en sécurité.

$$\mathbf{RHN} = \frac{(Vb+20)^2}{127(Ft+dmax)}$$

➢ **Rayon au dévers minimal (RHd)**

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

-Dévers associé

dmin= 2.5% en catégorie 1 – 2

dmin= 3% en catégorie 3 – 4

$$\mathbf{RHD} = \frac{Vb^2}{127\times2\times dmin}$$

➢ **Rayon minimal non déversé (RHnd)**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse VB une courbe de devers égal à dmin vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

✓ Pour les catégories1-2

$$RHND = \frac{Vb^2}{127 \times 0.0035}$$

✓ Pour les catégories **3-4-5**

$$RHND = \frac{Vb^2}{127(f' - dmin)}$$

Avec

F'= 0.07 cat 3

F'=0.075 cat 4 et 5

Pour ce projet dans un environnement **(E3)**, et classé en catégorie **(C3)** avec une vitesse de base de **80km/h**, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau V.1 :

Tableau V.1:les paramètres de tracé selon B40

PARAMETRES	SYMBOLES	VALEURS
Vitesse (*km/h*)	V	80
Rayon horizontal minimal (*m*)	RHm (7%)	230
Rayon horizontal normal (*m*)	RHN (5%)	400
Rayon au dévers minimal (m)	RHd (2.5%)	800
Rayon horizontal non déversé (*m*)	RHnd (-2.5%)	1200

➢ **Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

• Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon ≥ à RHN.

• Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondi à 0,5% prés.

-Si RHm< R < RHN :

$$d(R) = dmax + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{Rhm}\right)\left(\frac{dmax - drhn}{\frac{1}{Rhm} - \frac{1}{Rhn}}\right)$$

-Si RHN< R<RHd :

$$d(R) = dmin + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{Rhd}\right)\left(\frac{dmin - drhn}{\frac{1}{Rhd} - \frac{1}{Rhn}}\right)$$

• Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.

• Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.

• Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

4. Vitesse de référence (de base)

La vitesse de référence (VB), c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers. Pour assurer le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'usager (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

- **Choix de la vitesse de référence :**

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

5. Calcul d'axe

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

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

- Calcul de gisements.
- Calcul de l'angle γ entre alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Calcul de la corde SL.
- Calcul de l'angle polaire σ.
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- calcul de kilométrage des points particuliers

6. Exemple de calcul

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de l'axe, la liaison que l'on a choisie se situe au début du projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

S1 PK=0Km+00.00m

Tableau V.2:Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé

VB=80*KM/H*	X (*M*)	Y (*M*)	R (*M*)
S1(p1)	**483322.2749**	**4013448.7278**	**350**
S2(p2)	**483289.6285**	**4013246.7212**	
S3(p3)	**482720.3648**	**4012475.5051**	

a) Caractéristiques de la courbe de raccordement :

- **Détermination de L :**

-Condition de confort optique :

$$R \leq 1500 \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

On prend $\Delta R = 1 \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times 350 \times 1} = 91.65m$

-Condition de (confort dynamique + gauchissement) :

$$L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times Vb$$

RHm< R <RHN :

$$\Delta d = d(R) - (-2.5\%), \quad \text{d(R)=} dmax + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{Rhm}\right)\left(\frac{dmax - drhn}{\frac{1}{Rhm} - \frac{1}{Rhn}}\right) \Rightarrow d(R) = 5.38\%$$

$$\Delta d = 7.88\% \Rightarrow L \geq \frac{5}{36} \times 7.88 \times 80 = 87.55m$$

$$L = max(91.65\ et\ 87.55)$$

$$\boxed{L = 92m}$$

-calculs du paramètre A :

$$A = \sqrt{L \times R} = \sqrt{92 \times 350} = 179.44m$$

$116.66 \leq 179.44 \leq 350$ ⇒La condition $\frac{R}{3} \leq A \leq R$**vérifiée.**

-Calcul des Gisements :

- **S1S2**

$|\Delta X_1| = |X_{s2} - X_{s1}| = 32.6464$m

$|\Delta Y_1| = |Y_{s2} - Y_{s1}| = 202.0066$m

- **S2S3**

$|\Delta X_2| = |X_{s3} - X_{s2}| = 569.2637$m

$|\Delta Y_2| = |Y_{s3} - Y_{s2}| = 771.2161$m

$$G_{s2}^{s1} = arctg\frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 210.20\ grades$$

$$G_{s2}^{s3} = arctg\frac{|\Delta X_2|}{|\Delta Y_2|} = 240.48\ grades$$

-Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = \left|G_{s1}^{s2} - G_{s2}^{s3}\right| = 30.28\ grades$$

-Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = 8.37\ grades$$

-Vérification de non chevauchement :

$$2\tau = 16.74\ grades$$

$$\gamma = 30.28\ grades$$

-Calcul des distances :

$$s1s2 = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{32.6464^2 + 202.0066^2} = 204.6275m$$

$$s2s3 = \sqrt{\Delta X_2^2 + \Delta Y_2^2} = \sqrt{569.2637^2 + 771.2161^2} = 958.5590m$$

-Calcule de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2R} = \frac{L}{2} = 46m$$

Abscisse de KE :

$$X = L\left(1 - \frac{L^2}{40R^2}\right) = 91.481m$$

Origine de KE :

$$Y = \frac{L^2}{6R} = 4.030m$$

-Calcule de la tangente :

$$T = X_m + (R + \Delta R)\ tg\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 131.086m$$

-Calcul des Coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{91.481^2 + 4.030^2} = 91.569m$$

-Calcul de σ :

$$\sigma = arctg\left(\frac{Y}{X}\right) = arctg\left(\frac{4.030}{91.481}\right) = 2.80\ grades$$

b) Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 30.28 - 2 \times 8.37 = 13.54\ grades$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R.\pi.\alpha}{200} = \frac{350 \times 3.14 \times 13.54}{200} = 74.40m$$

c) Calcul des coordonnées des points singuliers :

$X_{KA1} = X_{S2} + T \times \sin(G_{s1}^{s2} - 200) = 483310.541\ m$

$Y_{KA1} = Y_{S2} + T \times \cos(G_{s1}^{s2} - 200) = 4013376.128\ m$

$X_{KE1} = X_{KA1} - SL \times \sin(G_{s1}^{s2} + \sigma - 200) = 483291.972\ m$

$Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL \times \cos(G_{s1}^{s2} + \sigma - 200) = 4013286.462\ m$

$X_{KA2} = X_{S2} - T \times \sin(G_{s2}^{s3} - 200) = 483211.780\ m$

$Y_{KA2} = Y_{S2} - T \times \cos(G_{s2}^{s3} - 200) = 4013141.254\ m$

$X_{KE2} = X_{KA2} + SL \times \sin(G_{s2}^{s3} - 200 - \sigma) = 483262.868\ m$

$Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \times \cos(G_{s2}^{s3} - 200 - \sigma) = 4013217.247 m$

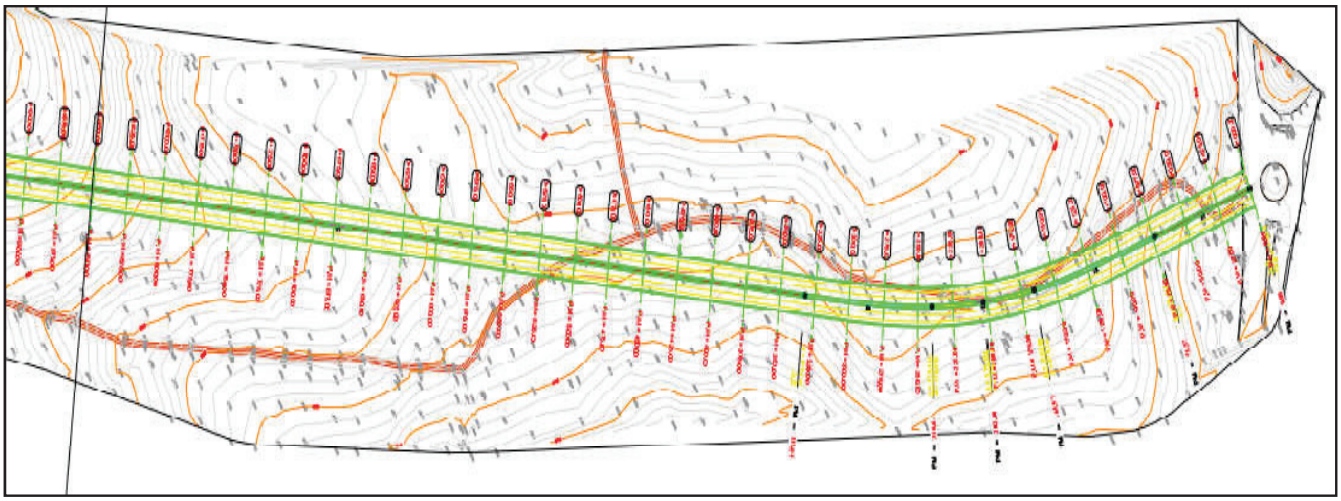


Figure V.2:Axe en plan de PK 0+000 à PK0+850

7. CONCLUSION :

D'après le calcul manuel donc on trouve presque les mêmes résultats obtenus par le logiciel Civil 3D.

1. Introduction

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 but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singulier.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long, l'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente de 0.5% du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

3. Les éléments de composition du profil en long

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

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

4. Coordination du tracé en plan et profil en long

Il faut signaler toute fois et dés maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan, on devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$\mathbf{R_{vertical} \geq 6\ R_{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.

Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

4.1 Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes, la pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

4.1.1Déclivité Minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conversation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieur à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

4.1.2Déclivité Maximum :

La déclivité maximale est accepté particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique. Donc, la déclivité maximale dépend de :
  - Condition d'adhérence.
  - Vitesse minimum de **PL**.
  - Condition économique.

Selon les **B40** : Pour ce projet la vitesse **VB=80 Km/h** et environnement **E3** et **catégorie C3** donc la pente maximale **Imax= 7%**

5. Raccordements en profil en long :

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

5.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

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

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

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

$v^2 / R_v < g/40$ avec $g = 10\ m/s^2$ et $v = V/3.6$.

D'ou :

$Rv \geq 0.3\ V^2$ ⟶ Cat(1-2)	$Rv \geq 0.23\ V^2$ ⟶ Cat(3-4-5)

Rv : c'est le rayon vertical (m).

- **Condition de visibilité :**

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante. Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{Rv = \frac{d1^2}{2 \times \left(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{(h_0 + h_1)}\right)}}$$

d1 : Distance d'arrêt (m)

h0 : Hauteur de l'œil (m)

h1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et de la catégorie, Dans notre cas; **V_B=80km/h** et de catégorie **C3**.

Tableau VI.1:Valeurs des rayons verticaux (angle saillant)

RAYON	SYMBOLE	VALEUR
Min-absolu	R_{vm}	**2000**
Min- normal	R_{vN}	**4500**

5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$Rv' = \frac{d1^2}{(1.5 + 0.035d1)}$$

Pour une vitesse V_B = **80 Km/h** et catégorie C_3 on a le tableau suivant :

Tableau VI.2:Valeurs des rayons verticaux (angle rentrant)

RAYON	SYMBOLE	VALEUR
Min-absolu	R'vm	1600
Min -normal	R'vn	2100

6. Détermination pratique du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$X^2 + Y^2 - 2RY = 0$.

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

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

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

Figure VI.1:Raccordements Convexes (Angle Saillant)

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

On a :

$\mathbf{Z_D = Z_A + L.P_2}$; $\mathbf{m = Z_{A'} - Z_A}$

$\mathbf{Z_A = Z_D + L.P_1}$; $\mathbf{m = Z_{D'} - Z_D}$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc

$$\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{n}} = \frac{\mathbf{X}}{\mathbf{L-X}} \longrightarrow \mathbf{X} = \frac{\mathbf{m.L}}{\mathbf{m+n}}$$

$$X_S = X + X_A$$
$$Z_S = P_1.X + Z_A$$

Calcul de la tangente :

$$T = \frac{R}{2}|P_1 \mp p_2|$$

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

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

$$X_E = X_S - T$$
$$Z_E = Z_S - T.P_1$$

$$X_F = X_S + T$$
$$Z_f = Z_S + T.P_2$$

Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$\mathbf{L.R = 2.T}$$

Calcul de la flèche :

$$\mathbf{H = \frac{T^2}{2.R}}$$

Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$\mathbf{H_x = \frac{X^2}{2.R}}$$

$$\mathbf{Z_M = Z_E + X.P_1 - \frac{X^2}{2.R}}$$

Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

Avec $X_1 = R.P_1$

$X_2 = RP_2$.

$$\mathbf{X_J = X_E + R.P_1}$$

$$\mathbf{Z_J = Z_E + X_1.P_1 - \frac{X_1^2}{2.R}}$$

6.2 Exemple de concave calcul de profil en long (Cas d'un rayon):

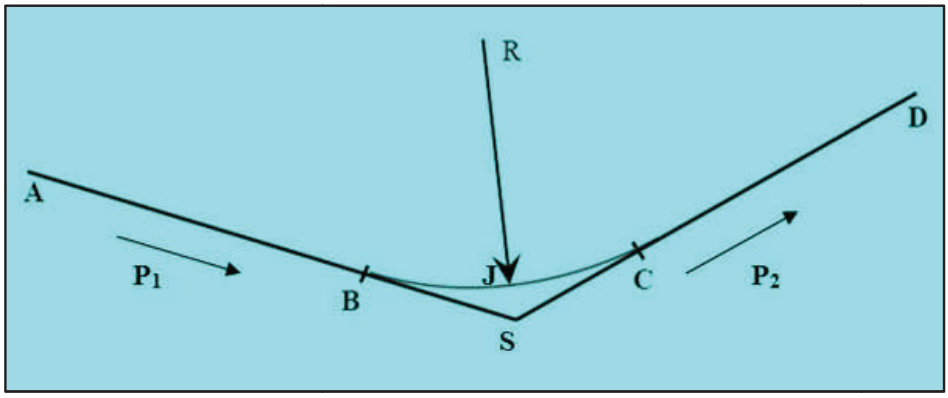


Figure VI.2:Exemple de concave

$R = 3000m$

A	S	D
$\boldsymbol{PK_A = 0.00m}$	$PK_S = 192.00m$	$PK_D = 563.00m$
$\boldsymbol{Z_A = 923.001m}$	$Z_S = 909.000m$	$Z_D = 903.000m$

Calcul des pentes :

$$\boldsymbol{P_1 = \frac{\Delta Z_1}{S_1}} \quad \Rightarrow \frac{923.001-909.000}{0.000-192.00} = \mathbf{-7.29\%}$$

$$\boldsymbol{P_2 = \frac{\Delta Z_2}{S_2}} \quad \Rightarrow \frac{909.000-903.000}{192.000-563.000} = \mathbf{-1.62\%}$$

Calcul des tangentes :

$$\boldsymbol{T = \frac{R}{2}(|P_1 \mp p_2|)} \quad \Rightarrow \boldsymbol{T = \frac{3000}{2}(|-0.0729-(-0.0162)|) = 85.05m}$$

Calcul des flèches :

$$H = \frac{T^2}{2.R} = \frac{85.05^2}{2.3000} = \mathbf{1.205}$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$X_B = X_s - T = 192.000 - 85.05 =$**106.950**

$Z_B = Z_s + T.P_{1=}\ 909.00 - 85.05 \times 0.0729 =$**902.800**

$X_C = X_S + T =\ \ 192.00 + 85.05 =$**277.05m**

$Z_C = Z_S - T.P_2 = 909.000 + 85.05 \times 1.62 =$**1046.781**

$X_J = X_B + R.P_1 =\ 106.95 + 3000 \times 7.29\% =$**325.650**

$$Z_J = Z_B - X_1.P_1 + \frac{X_1^2}{2.R} = 915.199 - 3000 \times 0.0729 \times 0.0729 + \frac{(3000 \times 0.0729)^2}{2 \times 3000}$$
$$= \mathbf{907.227m}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$L = 2.T \quad \Rightarrow \quad L = 2 \times 85.05 =$ **170.1m**

Vérification:

$X_C - X_B = 2T$

$277.05 - 106.95 =$ **107.1m**

$2T = 2 \times 85.05 =$ **107.1 m**

La condition est vérifiée.

Les résultats de calcul de la ligne rouge sont joints en annexe.

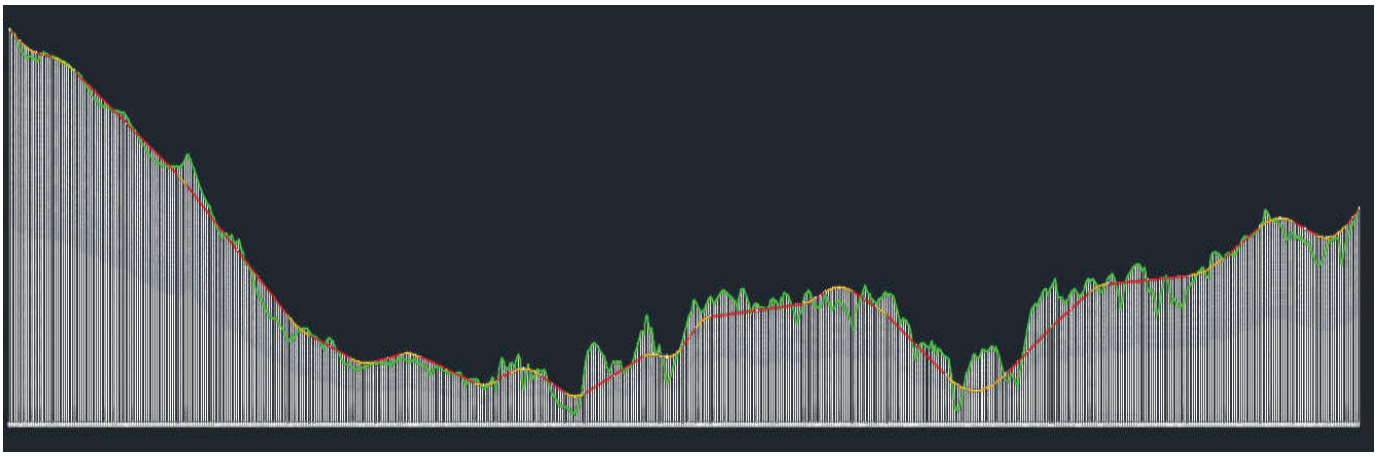


Figure VI.3: profil en long pour ce projet

1. Introduction

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

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

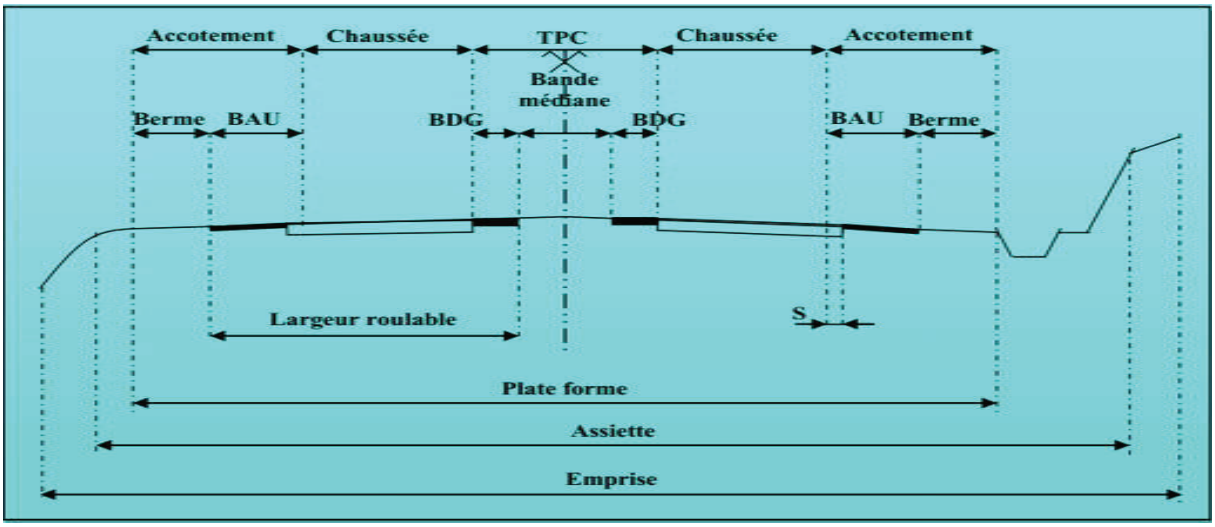


Figure VII.1:Eléments constitutifs du profil en travers

2. Profil en travers du projet

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour ce projet sera composé d'une chaussée unidirectionnelle. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- **Chaussée** : 2x (2x3.5) = 14 m
- **Terre- plein central (T.P.C) :**(B.D.G de 0.5m x 2 + Bande médiane de 1.5 m)=2.5m.
- **Accotement** : (une berme de 0.5m+BAU de 2m) 2x2.5=5m.
- **La largeur de la plateforme de ce projet est de 21.5m.**

Tableau VII.1:dévers en section droite et en courbe

dévers en section droite	
-Chaussée	2,5 % vers l'extérieur.
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	Identique à celle de la chaussée.
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	4 % vers l'extérieur.
- Berme extérieure	8% vers l'extérieur.

dévers en courbe	
- Chaussée - Bande dérasée de gauche (B.D.G) - Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	7 % (maximum). identique à celle de la chaussée. identique à celle de lachaussée.

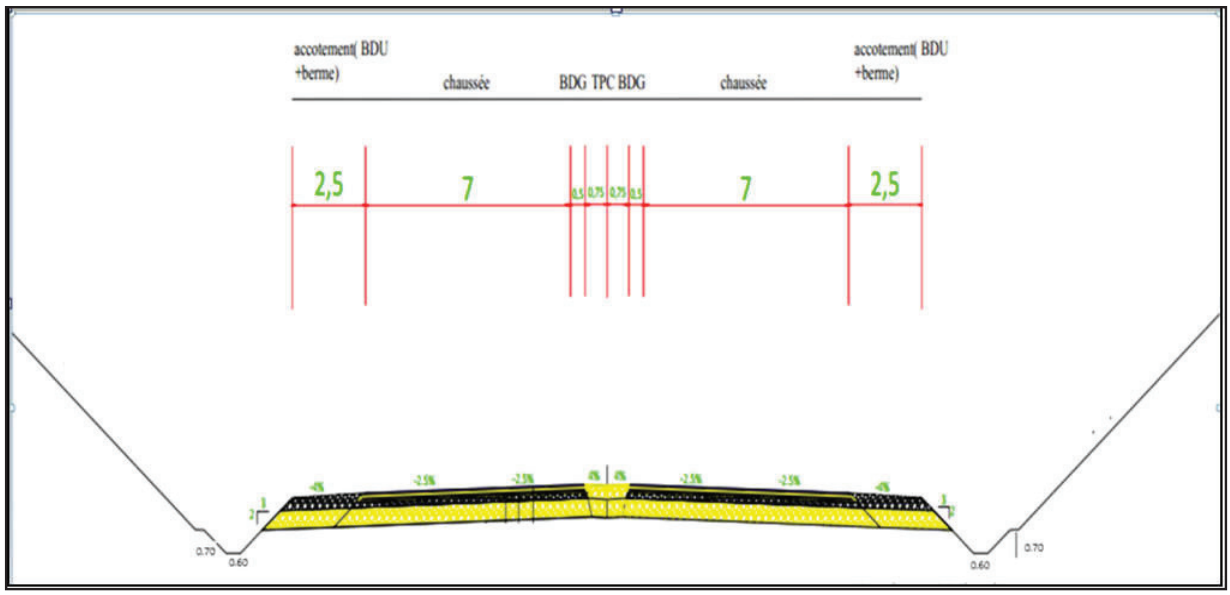


Figure VII.2:Profil en travers type en section courante

1. Introduction

Dans le cadre de la conception d'un projet routier, l'analyse du sol de plate-forme estd'une importance capitale en ce qui concerne le dimensionnement de la chaussée. Sa durée de vie en dépend grandement.

L'étude géotechnique permet de déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques du sol de plate-forme à partir des essais in situ et en laboratoire, il faut noter que la mise en œuvre des matériaux routiers requiert qualité etrégularité des performances. Ces caractéristiques permettent de dimensionner la chaussée, de contrôler le drainage et l'exécution des terrassements.

2. Objectif de l'étudegéotechnique

L'étude géotechnique dutracé de la route pour :

- Etablir un dimensionnement du corps de chaussée ;
- Bon choix des matériaux ;
- La détermination de la lithologie du sol (différentes couches) ;
- La détermination des caractéristiques mécaniques et physiques de chaque couche ;
- Appréhender les différents risques naturels et autres ;
- Détecter les différents problèmes que la route a rencontrés afin de proposer des solutions ;
- Définir le mode de fondation adéquat des différents ouvrages existants et qui nécessite une réhabilitation.

3. Données générales

3.1. Géologie régionale

Dans la région de Médéa, les formations géologiques sont représentées essentiellement par des dépôts néogènes post-nappes et quaternaires, en discordance sur un substratum d'âge Crétacé.

Le Quaternaire est représenté par les formations suivantes :

- **Les alluvions récentes**
  Elles sont peu étendues par rapport aux alluvions anciennes, souvent déposées le long desoueds, en forme de gros blocs de grés, de calcaires et de conglomérats.
- **Les alluvions anciennes**
  Elles sont de nature argilo-gréseuses, en forme de galets assez bien calibrés, formant unensemble mal consolidé qui peut atteindre 25 mètres d'épaisseur.

- **Les colluvions**
  Ces formations, constituées essentiellement de blocs de grés enrobés dans une matriceargilo- sableuse, jouent, parfois, le rôle de couverture pour les affleurements marneux.

3.2. Cadre géologie local

Sur le plan local, le travail de terrain, l'analyse des coupes de sondages carottés quivont jusqu'à 18m de profondeur ainsi que l'interprétation des résultats des pénétromètres dynamiques nous permettent une connaissance plus fine de la géologie dusite, aussi bien en surface que sur une tranche de 18m de profondeur. Ainsi, le terrain est recouvert essentiellement par des

formations argileuses d'âge Helvétien recouvrant des marnes bariolées, et calcaires schisteux Crétacé, les formations crétacées affleurent aux limites Nord et Ouest du site d'étude. En plus de ces formationsqui sont abondantes sur l'ensemble du site, on rencontre quelques passages de niveauxsableux et gréseux d'âge, probablement, Quaternaire.



Figure VIII.1:Géologie du site du Projet, Extraite de la carte géologique de Médéa au 1/50 000

LEGENDE

: Sénonien

: Cénomanien

: Argiles gypseuses à hélices de l'oued Zid

: Argiles inferieures (helvétien inferieur)

: Grés d'HassenBen-Ali /Grés moyens à Ostréacrassissima

3.3. Cadre tectonique et sismique

3.3.1 Tectonique

De manière générale, la région de Médéa apparaît assez peu tectonisée. Les formations gréseuses sont affectées par des accidents cassants, formant au centre duplateau de Médéa une surface sub-horizontale, où le pendage ne dépasse pas les 10°.Par ailleurs, vers l'Ouest, les pendages des couches sont plus importants, atteignant 25° à35°, pour des valeurs moindres vers l'Est, de 8° à 12°. Ces pendages sont dirigés vers lecentre du bassin qui forme un synclinal dont l'axe est de direction NO-SE.

3.3.2 Classification sismique selon le RPA 2003

D'après les règles parasismiques algériennes (**R.P.A 2003**), la région de Médéa estclassée dans la zone IIb où la sismicité est moyenne

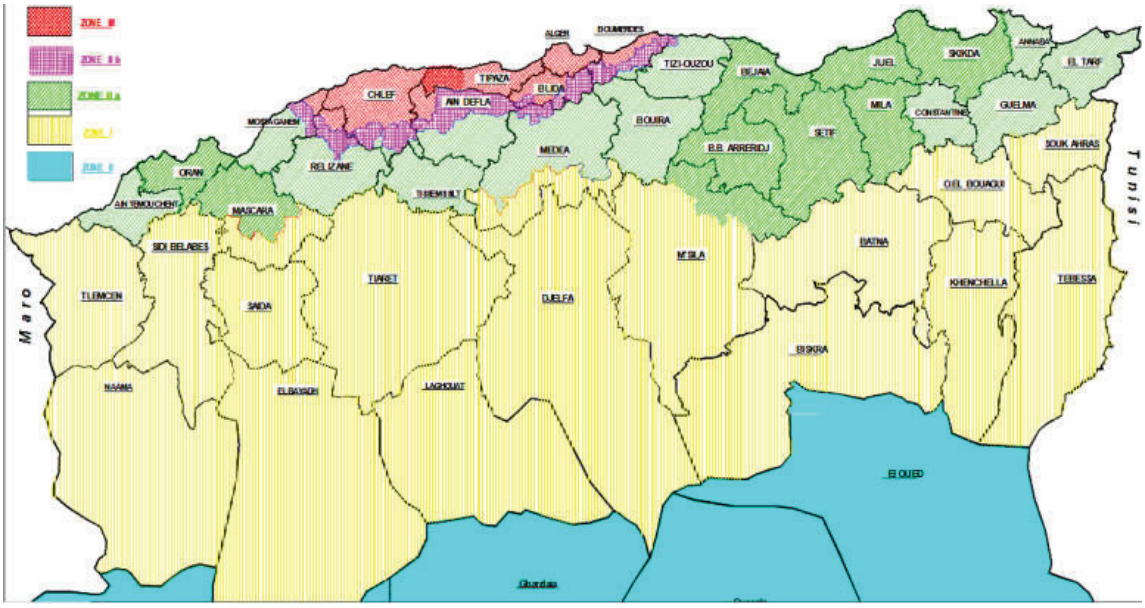


Figure VIII.2: Carte des zones sismiques de l'Algérie du Nord(CGS)

4. LES ESSAIS IN-SITU

4.1Sondage carotté

Le principe des sondages carottés est de venir découper un cylindre de terrain le plusintact possible afin de réaliser des observations et des essais représentatifs des formations en place. Le découpage des terrains se fait par rotation (carottier rotatif).

4.2Pénétromètre dynamique

Les essais au pénétromètre dynamique ont été réalisés dans le but de reconnaître l'état des sols en place, par l'enregistrement des résistances de pointe et d'établir une corrélation avec la lithologie du terrain. Les résultats sont présentés sous forme de pénétrogrammes qui montrent la variationde la résistance du sol en fonction de la profondeur.

4.3Puits de reconnaissance

La reconnaissance par pelle mécanique correspond à la réalisation des puits de 2 à 3 mètrede profondeur, En prélevant les couches superficielles du terrain naturel (environ 3m), pourla réalisation des essais au laboratoire de type physique et mécanique.

5. Les essais au laboratoire

Les essais de laboratoire visent à déterminer les propriétés physiques et mécaniques des matériaux afin de choisir le dimensionnement du corps de chaussée ou type de fondations (superficielles ou profondes) et leurs dimensions et ce, pour chaque ouvrages d'art.

a) Les Essais d'identification (Analyse granulométrique par tamisage, Analyse granulométrique par sédimentomètrie, l'essai limite d'Atterberg, essai Equivalent de sable ES)

b) Les Essais mécaniques (l'essai Micro Deval MDE, l'essai Los Angeles, Proctor Modifié, l'essai CBR)

6. Application au projet

Tableau VIII.1:Résultat des essais pour notre projet

Puits N°		**P-01**	**P-02**	**P-03**	**P-04**	**P-05**
PK		**0+000**	**3+500**	**6+200**	**9+450**	**12+600**
Classification géotechnique		AP	GM	AP	AP	AP
Profondeur (m)		1.50-2.50	1.50-2.50	1.50-2.50	1.50-2.50	1.50-2.50
Granulométrie	Passants à 5 mm (%)	100	100	92	98	99
	Passants à 2 mm (%)	99	97	90	88	98
	passants à 0.08 mm (%)	93	16.8	73	81	88
Proctor modifié	γd_{opm}(t/m3)	1.93	1.99	1.93	1.78	1.90
	ωopm (%)	7.7	9	9.30	11	9.70
ICBR	à 95 % de l'Opm	10 .5	10.8	22.70	24.66	23.56
Classes de portance (Sol support)		S2	S2	S2	S2	S2

- Les indicesCBR à 95% de l'OPM (56 coups/couches), obtenus après 4 joursd'imbibition, montrent généralement des sols de classe S2. 10<S2<25, 25<S1<40, S0>40
- Selon la classification GTR (Guides pour les Terrassements Routiers) des matériaux pour remblais et couche de forme, les sols rencontrés sont en général de classe A2
- Les résultats des essais d'identification (granulométrie, teneur en eau), ont permis de mettre en évidencedes sols argileux et graveleux.

7. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

7.1 Réutilisation en remblai

Classe du matériau : A2h argiles et marnes peu plastiques: ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison deleur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sonthabituellement pas des solutions envisageables dans notre climat.

Le matelassage est à éviter de l'arase terrassement.

✓ Pluie faible ou moyenne : situation ne permettant pas la mise en remblai avec, des garanties de qualité suffisante.

✓ Ni pluie, ni évaporation importante :

Solution 1 : traitement : à la chaux et compactage moyen.

Solution 2 : utilisation en l'état : compactage faible et remblai de faible hauteur.

✓ Evaporation importante :

Solution 1 : aération : extraction en couches, réduction de la teneur en eau,
Compactage moyen, hauteurdu remblai moyenne (H<10m).

Solution 2 : traitement : à la chaux, compactage moyen

7.2 Réutilisation en couche de forme

La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent enassociant chaux + liant hydraulique étant donnée l'importance de la fraction argileusequ'ils peuvent contenir. L'association avec la chaux peu par ailleurs s'imposer pour ajusterl'état hydrique lorsqu'ils sont trop humides.

Lorsqu'ils sont dans l'état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'étatmoyen et dans les deux cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont les concentrations doivent être adaptées au cas du chantier considéré.

Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux etéventuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.

✓ Pluie faible : situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisantede l'état hydrique du mélange sol + liants

✓ Ni pluie ni évaporation : Traitement mixte : chaux+liant hydraulique.

Application d'un enduit de cure gravillonnée clouté.

✓ Evaporation importante : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associéà la chaux.

1. Introduction

Le dimensionnement des structures de chaussées constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier. Actuellement, dans beaucoup des pays développés, on parle le plus souvent de « projet chaussée » compte-tenu de son importance sur le plan technique de l'ensemble du projet routier. Il s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

Dimensionner une chaussée c'est optimiser le choix et les épaisseurs des couches de matériaux en tenant compte de toutes les contraintes.

Tout cela, en fonction des paramètres fondamentaux que sont l'environnement de la route (le climat essentiellement) le trafic et la durée de vie de la chaussé.

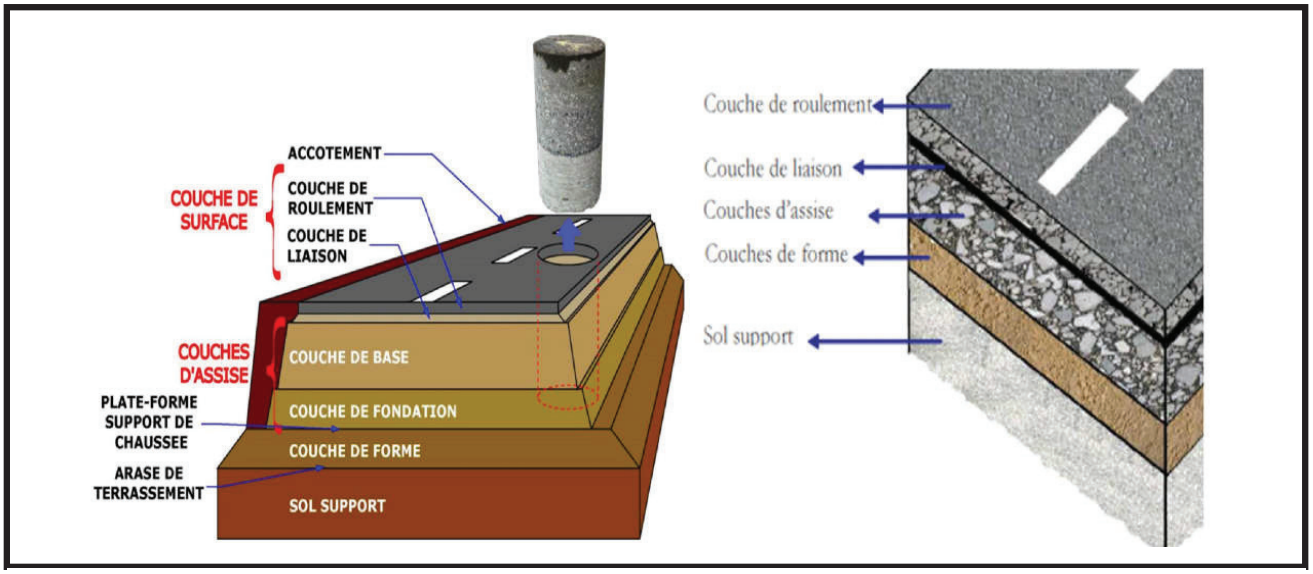


Figure IX.1: les éléments de la chaussée

2. Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles des méthodes :

✓ Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

✓ Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes empiriques les plus utilisées sont les suivantes.

- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):
- Méthode A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials)
- Méthode d'ASPHALTE INSTITUTE
- Méthode du catalogue des structures
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans ce projet on va utiliser Deux méthodes qui sont :

➢ **La méthode de catalogue algérienne**

➢ **La méthode CBR**

2.1 Méthode de C.B.R (California – Bearing – Ratio)

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

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 :

$$E=[100+\sqrt{P}\,(75+50\log_{10}(N/10))]/(ICBR+5)$$

Avec:
E: épaisseur équivalente.
I: indice CBR (sol support).
N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide.
P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$E=c1\times e1+c2\times e2+c3\times e3$$

c1, c2, c3 : coefficients d'équivalence.
e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches

- **Coefficient d'équivalence**

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

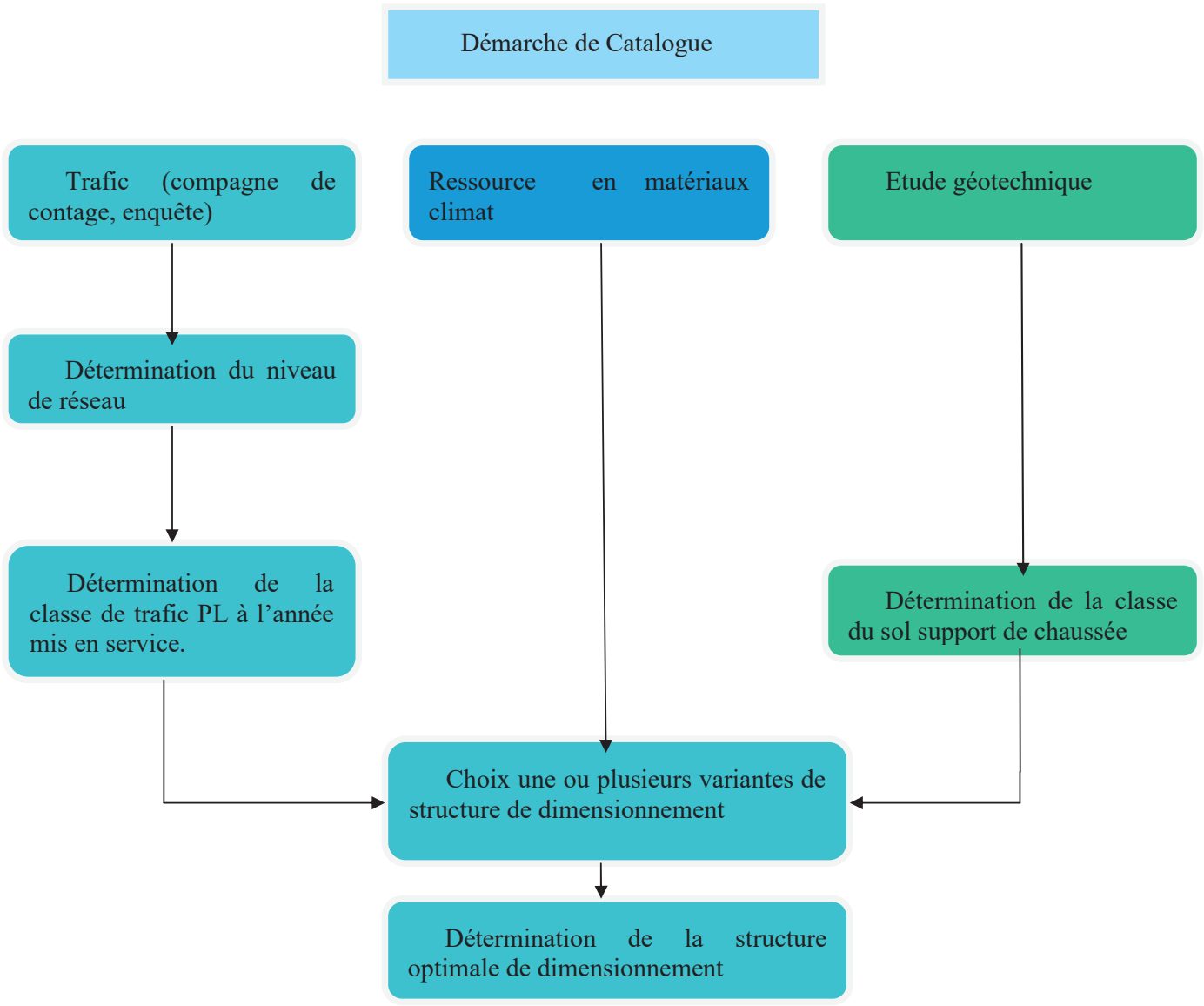
Tableau IX.1:les coefficients d'équivalence

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable gypseux	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

2.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support. 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 rationnelle qui se base sur deux approches :
- Approche théorique.
- Approche empirique.



3. Application numérique à notre projet

3.1 Les données de projet :

- Trafic journalier à l'année de comptage 2016 : 8400v/j
- Trafic journalier à horizon 2022 :10629v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic : 4%
- Le pourcentage de poids lourds : 9.7%
- La durée de vie : 20ans
- Indice de CBR (imbibé) : 10.5

3.2 Méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio)

$N_{PL2042}=TJMA_{2022}\times (1+\tau)^{20}\times 0.9 \times 0.5\times 0.2$

$N_{PL2042}=10629\times 0.9\times (1+0.04)^{20}\times 0.5\times 0.2$

$N_{PL2042}=2096$ PL/j/sens

$E=[100+\sqrt{P}\,(75+50\log10\,(N/10))]\,/\,(ICBR+5)$

E=38cm

D'où :

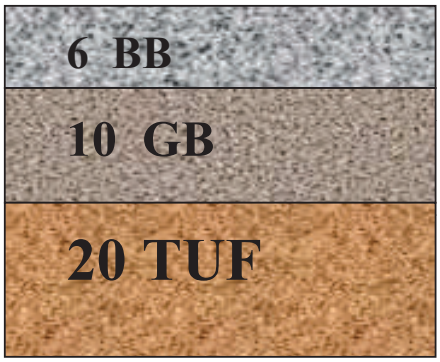
$E=c_1\times e_1+c_2\times e_2+c_3\times e_3=38cm$

$e_{(BB)}=c_1\times e_1=2\times 6=12cm$

$e_{(GB)}=c_2\times e_2=1.5\times 10=15cm$

$e_{(TUF)}$ est : $e3=\frac{38-12-15}{0.6}=18.33cm$

On prend e3=20cm



On choisit le TUF pour un matériau de couche de fondation pour les raisons de l'abondance de ce matériau, l'économie et leur épaisseur moyen

-Structure de chaussée par méthode **C.B.R** est : **6BB+10GB+20TUF**

3.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

a) Les données du trafic

- Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Tableau IX.2:classification des réseaux principaux

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

TJMA2022 = 10629(V/j).

Le réseau principal est RP1

- Détermination de la classe de trafic :

-définition du poids lourd :

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.
TJMA2022= 10629 V/j.
TPL2022 = 0,2×0.5×10629 = 1063PL/j /sens

- Détermination de la classe de trafic (TPLi) :

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 2 voies. D'après le catalogue algérien du dimensionnement La répartition du poids lourd est de 90% sur la voie de droite la plus chargée.

TPL= 1063×0.9=957 PL/J/sens

Tableau IX.3 : classe de trafic

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

TPL= 957(PL/j/sens). ⟶ **La classe de trafic est TPL5**

- Trafic cumulé équivalent (TCEi) :

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

$$\mathbf{TCEi= TPLi\times\frac{(1+\tau)-1}{\tau}\times 365\times A}$$

A : coefficient d'agressivité de poids lourd par rapport à l'essieu de référence de13 tonnes. En fonction de réseau principal **RPi**

D'après le tableau de catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves Le coefficient d'agressivité **A = 0,6** Donc

$$TCEi=957\times\frac{(1+0.04)-1}{0.04}\times 365\times 0.6$$

$TCEi= 6.24\times10^{6}$ Essieux équivalents de 13T/durée de vie

b) Risque de calcule :

Tableau IX.4:Risque adopté pour le réseau RP1

Classe de trafic	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
R%	20	15	10	5	2

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de **10%**

c) les données climatiques :

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistance, c'est-à-dire température équivalente θeq, en tenant compte de cycle de variation de température de chaque année.
La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site,

Tableau IX.5:Zones climatiques & Températures équivalentes.

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	climat	Teq(◦)	région
I	>600	Très humide	20	nord
II	350-600	humide	20	Nord, Hauts-plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts-plateaux
IV	<100	aride	30	sud

Le projet est dans la zone climatique II (350mm /ans<hygrométrie < 600 mm /ans)**.** Donc on prend une température équivalente égale à **20°C,** comme montré dans le tableau précédant :

d) la portance du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur de l'indice CBR de densité Proctor modifié maximal, les différentes catégories sont donnée par le tableau indique les classe de sol :

$$E(Mpa)=5\ CBR$$

$E=5*10.5= 52.5Mpa$ alors : Sol support S2

Tableau IX.6: Classe de sol-support

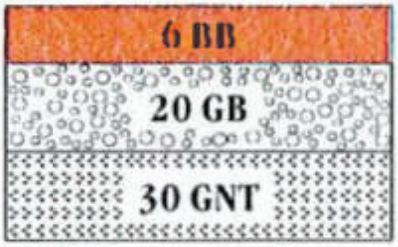
Classe de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module E(Mpa)	25-50	50-125	125-200	>200

e) Choix de dimensionnement

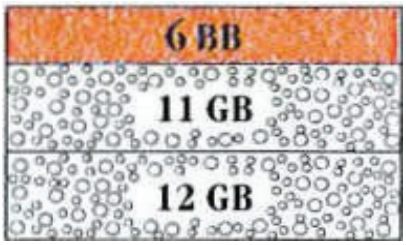
-Classe de la route : RP1 réseau principale de niveau 1
-Niveau du trafic poids lourds : TPL 5,
-Taux d'accroissement annuel : 4%
-Durée de vie : 20 ans
-Classe de portance du sol : S2

-Zone climatique : zone II (température équivalente égale à **20°C)**
- D'après la fiche structure **fascicule N03**, propose les structures suivantes:

- 6 BB+20GB+30GNT
- 6BB+11GB+12GB



STRUCTURE DE CHAUSSEE PROPOSEE 1 :
- couche de roulement : BB = 6 cm
- couche de base : GB =20 cm.
- couche de fondation : GNT= 30cm.



STRUCTURE DE CHAUSSEE PROPOSEE2 :

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB =11 cm.
- couche de fondation : GB= 12cm.

On choisit la structure de chaussée **6BB+11GB+12GB** pour de raison économique et leur performance mécanique on faire la vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

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

Il faudra vérifier que ε_t et ε_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement $a\varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_{z,adm}$

$$\varepsilon_{z,\,adm}=22\times 10^{-3}\times (TCEi)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{t,\,adm}=\varepsilon_6\,(10°c,\,25hZ)\times (TCE_i/10^6)^{b}\times\sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta eq)}}\times 10^{-tb\delta\times Kc}$$

-εz,adm :les déformations admissibles vertical sur le sol support .
- εt,adm: étant la déformation admissible de traction par flexion a la base des matériaux traité au bitume

- **Calcule les déformations admissibles sur le sol support εz (adm) :**

$\varepsilon z(adm)=22\times 10^{-3}\times(TCEi)^{-0.235}$

$\varepsilon_{z(adm)}=22\times 10^{-3}\times(6.24\times10^{6})^{-0.235}$

$$\varepsilon z(adm)=0.556\times 10^{-3}$$

- **calcule des sollicitations admissibles :**

Les sollicitations admissibles pour les matériaux traités au bitume sont calculées à partir de la relation suivante :

$$\varepsilon t(adm) = \varepsilon 6\ (10°C, 25Hz) \times kne \times k\theta \times kr \times kc$$

D'ou:
ε6 (10°C, 25Hz) : déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 100C et 25 Hz (essai de fatigue).
Kne : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
Kθ : facteur lié à la température.

Kr : facteur lié au risque et aux dispersions.
Kc : facteur lié au calage des résultats de modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

Tableau IX.7:performances mécaniques des matériaux bitume

Matériau (MTB)	E (30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	ε_6(10°, 25Hz) (10^{-6})	-1/b	SN	Sh (cm)	υ	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \; ; \; K\theta = \left(\frac{E(10°C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}\right)^{0.5} \; ; \quad Kr = 10^{-tb\delta}$$

AN :

b= -0.146

$Kne = \left(\frac{6.24*10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.77$ → Kne = 0.77

$K\theta = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.34$ → $K\theta$ = 1.34

- On a : R%=10% → t =-1.282
- $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{C}{b} \times Sh\right)^2} = \sqrt{0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0146} \times 3\right)^2} = 0.61$

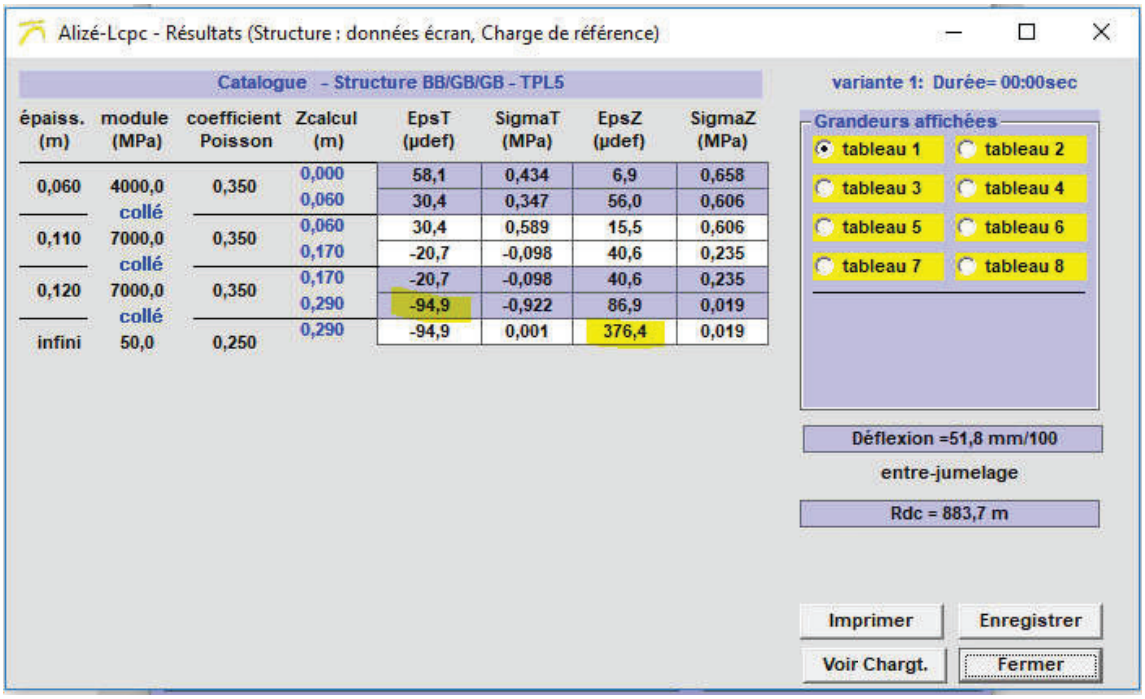
$Kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-0.114} = 0.77$ → Kr = 0.77

$\varepsilon_{t.adm}= 100.10^{-6}$x 0.77 x 1.34 x 0.77 x 1.3= 0.103 x 10-3

$\varepsilon_{t.adm}$= 0.103x 10-3

3.4.1 vérification avec Alize Lcpc

STRUCURE DE CHAUSSEE PROPOSE : BB/GB/GB



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	58,1	0,434	6,9	0,658
	collé		0,060	30,4	0,347	56,0	0,606
0,110	7000,0	0,350	0,060	30,4	0,589	15,5	0,606
	collé		0,170	-20,7	-0,098	40,6	0,235
0,120	7000,0	0,350	0,170	-20,7	-0,098	40,6	0,235
	collé		0,290	-94,9	-0,922	86,9	0,019
infini	50,0	0,250	0,290	-94,9	0,001	376,4	0,019

On a :

$\varepsilon_{t,cal}$ =94.9*10^{-6}<$\varepsilon_{t,}$ adm=103*10^{-6}.

$\varepsilon_{z,cal}$= 376.4*10^{-6}<$\varepsilon_{z.adm}$=556*10^{-6}

- Donc la structure **6BB + 11GB + 12GB** est vérifiée.

On conclusion on a 2 structures de chaussée possible :

METHODE	CBR	CATALOGUE
STRUCTURE DE CHAUSSEEES	6BB+10GB+20TUF	6BB+11GB+12GB

4. Conclusion

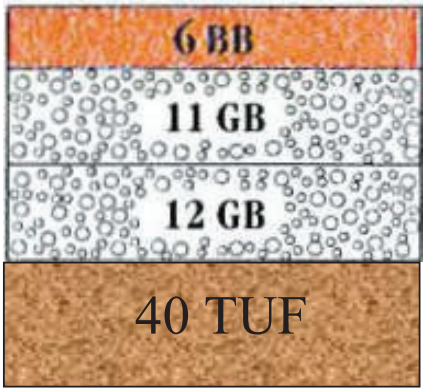
Malgré que méthode CBR donne le corps de chaussée le plus économique mais la méthode retenue pour notre projet est celle de catalogue Algérien, pour les raisons suivantes :

- Elle se base sur les performances des matériaux.
- Elle se base sur les déformations admissibles.
- Elle tient en compte la fatigue des matériaux.

Donc la structure retenue est :

6BB+11GB+12GBavec **couche de forme (40 cm en TUF)**

Et Avec une couche d'accrochage entre la couche de roulement en BB et la couche de base en GB, et une couche d'imprégnation entre la couche de fondation en GB et la couche de forme en TUF pour améliorer la portance de sol.



1. Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont un 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 ».

2. Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

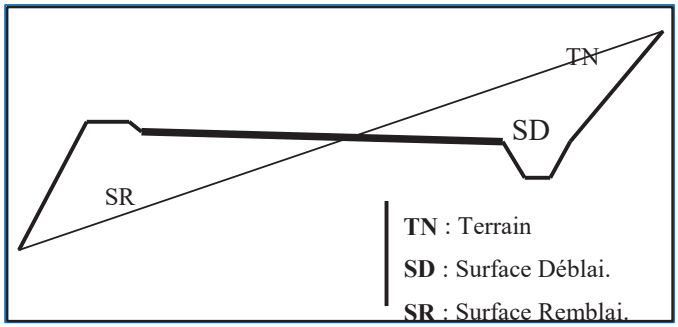
Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

3. Méthode 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 le simplifie.

Le travail consiste à calculer 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 SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs



3.1Formule de SARRAUS :

Cette méthode « formule des trois niveaux »consiste a calculer le volume de déblai ou de remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

$$V = \frac{L}{6}(S_1 + S_2 + 4 \times S_{Moy})$$

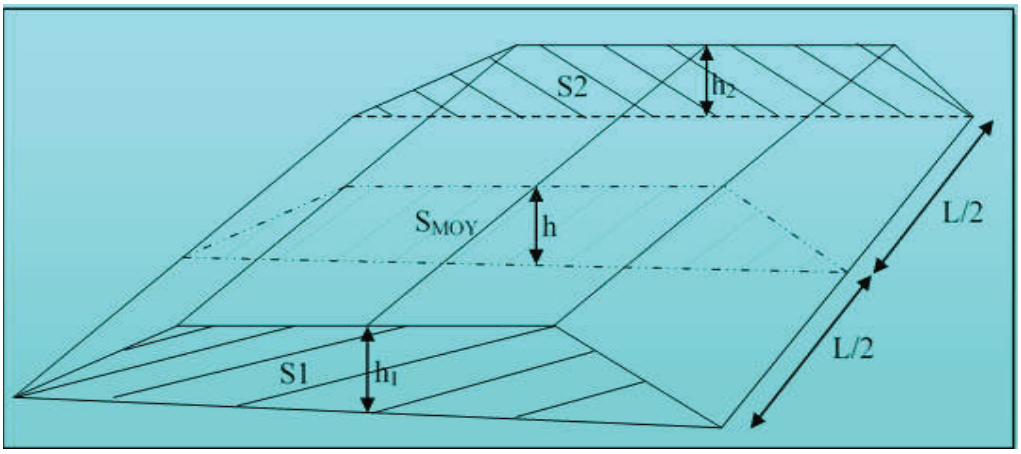


Figure X.1:Les sections des profils en travers d'un tracé donné

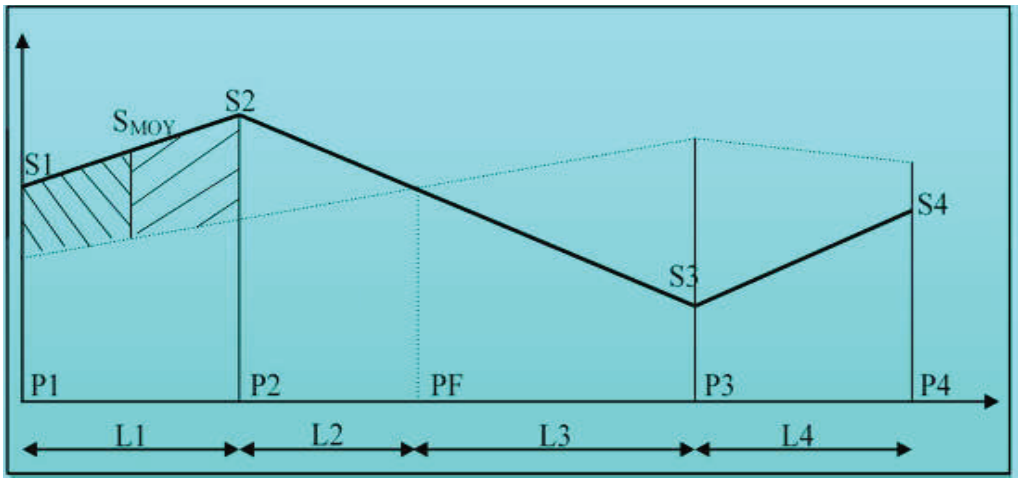


Figure X.2:Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

PF: profil fictive, surface nulle

Si: surface de profil en travers Pi

Li : distance entre ces deux profils

S_{MOY} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MO} et. $\frac{(S1+S2)}{2}$

Ceci donne :

$$Vi=\frac{Li}{2}\times(S_i+S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$V_1=\frac{L1}{2}\times(S_1+S_2)$ Entre P1 et P2

$V_2=\frac{L2}{2}\times(S_2+0)$ Entre P2 et PF

$V_3 = \frac{L3}{2} \times (0+S_3)$ Entre PF et P3

$V_4 = \frac{L4}{2} \times (S_3+S_4)$ Entre P3 et P4

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

$$V = \frac{L1}{2} \times S_1 + \frac{L1+L2}{2} \times S_2 + \frac{L2+L3}{2} \times 0 + \frac{L3+L4}{2} \times S_3 + \frac{L4}{2} \times S_4$$

4. Calcul des cubatures de terrassement

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel civil 3d

VOLUME DE DEBLAI = 3 866 505.48 m3

VOLUME DE REMBLAI = 1 687 681.36 m3

Remarque: les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe

1. Introduction

L'eau est l'agresseur numéro un de la route, car la présence d'eau provoque plusieurs problèmes tel que d'inondation, glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

La conception d'un système de drainage adéquat pour prémunir les chaussées contre les méfaits des eaux susceptibles de les atteindre relève d'une importance considérable. Il s'agit de mettre en place un réseau d'égout pouvant récupérer toutes les eaux alimentant le bassin versant en divers points de la route et les acheminer vers des exutoires naturels repérés dans le voisinage de l'itinéraire. Ces eaux sont de diverses catégories, mais on tiendra compte dans ce projet des eaux pluviales, des eaux usées ou domestiques.

L'évaluation des débits des eaux pluviales sera faite en procédant à l'étude de l'hydrologie de la zone du projet et la mise en place du système de drainage sera définie en utilisant des méthodes appliquées en hydraulique routière

L'assainissement de la route est assure par des fosses trapézoïdales en terre selon les pentes des profils en long.

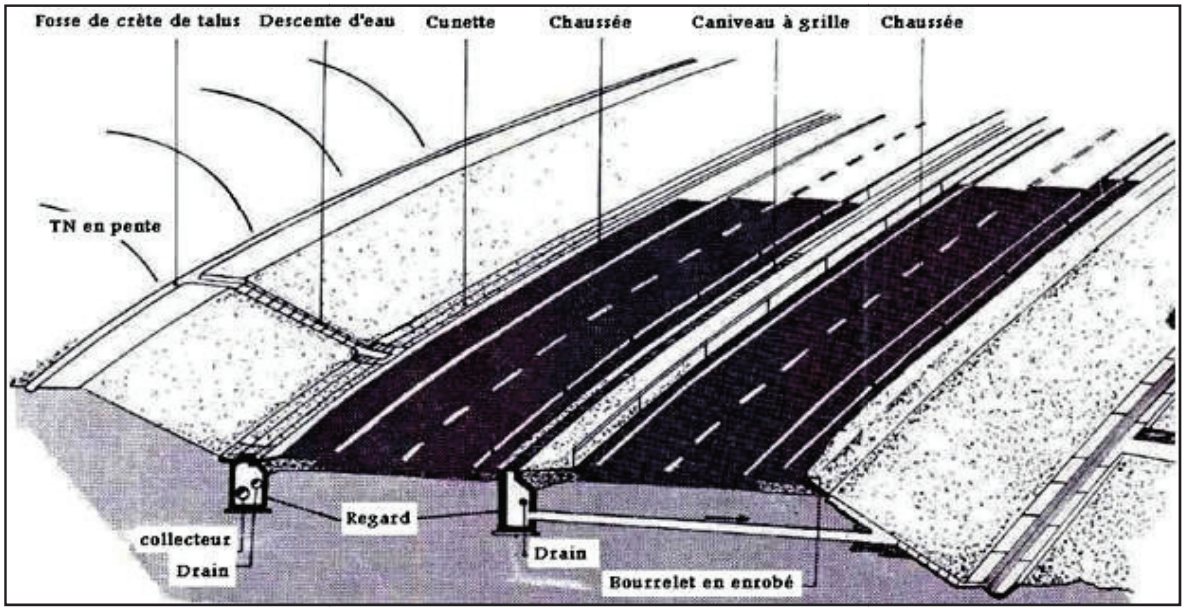


Figure XI.1: Assainissement sur projet routier

2. Les données du projet

Voici les données hydrologiques de la zone d'étude Médéa:

La variabilité pluviométrique journalière le long du tracé est : **74 mm <Pj< 83mm**

- Les précipitations moyennes de 24h :**P24 =Pj =78.5 mm**
- Le coefficient de variation de la région considérée **Cv = 0.46**
- L'exposant climatique de la région **b = 0.37**

3. Dimensionnement de fossé

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il y a un grand déblai, entre le PK6+100et PK 6+350 de longueur 250 m. La hauteur de talus est importante alors on prévoit des fossés en béton armé d'une forme trapézoïdale.

3.1 Estimation des débits de crue Q_{max} :

Le débit d'apport est calculé en appliquons la formule de la méthode Rationnelle:

$$Qa=K.C.I.A$$

Qa: Débit maximum d'eau pluviale (m3/s)

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s) et est égale à 0.278
I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).
C : coefficient de ruissellement.
A : aire du bassin versant (m2).

Dans notre projet le débit d'apport est rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus.

Donc :

$$Qa=Q_C+Q_{Ac}+Q_T$$

Avec :

Q_C : Débit rapporté par la chaussée

Q_{Ac}: Débit rapporté par l'accotement

Q_T : Débit rapporté par talus

$$Q_C= K\times Cc\times Ic\times Ac \qquad Q_{Ac}= K\times C_{Ac}\times I_{Ac}\times A_{Ac} \qquad Q_T= K\times C_T\times I_T\times A_T$$

❖ **La surface de bassin versant** : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 250 m on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total

Tableau XI.1:surface des bassins versants

SURFACES	Pk 6+100 au Pk 6+350
Surface de la chaussée Ac(km^2)	$7\times250\times10^{-6}=1.75\times10^{-3}$
Surface de BDD (km^2)	$2\times250\times10^{-6}=0.5\times10^{-3}$
Surface de Berme (km^2)	$0.5\times250\times10^{-6}=0.125\times10^{-3}$
Surface de talus (km^2)	15.02×10^{-3}

- **Coefficient de ruissellement :**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain

Tableau XI.2:Coefficient de ruissellement

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.35
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.25
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

- **Détermination de l'intensité de pluie I :**

i:l'intensité de l'averse pour une durée de 1h

Tc : temps de concentration

$$I = i \times \left(\frac{Tc}{24}\right)^{B}$$

B =b-1 ; avec b : exposant climatique de la région.

➢ **Calcul l'intensité de l'averse pour 1h :**

Pj : Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle de fréquence (f %) (mm)

$$i = \frac{Pj}{24}$$

$$Pj = \frac{Pjmoy}{\sqrt{Cv^2+1}} \times e^{u\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

Pj_{moy} :Pluie moyenne journalier

Cv : Coefficient de variation climatique

u: variation de Gauss, donné par le tableau suivant

Tableau XI.3:Les valeurs de (u) en fonction de la fréquence

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

3.2Application sur le projet : PK6+100 à PK6+350

a) Calcul de précipitation journalière

- **Pendant 10 ans :**

u = 1.28 ;Cv =0.46 ;Pj = 78.5mm

Pj (10%) = 124.94 mm

- **Pendant 50 ans :**

u = 2.05 ;Cv =0.46 ;Pj = 78.5mm

Pj (2%) =175.08 mm

- **Pendant 100 ans :**

  u = 2.37 ;Cv =0.46 ;Pj = 78.5mm

  Pj (1%) =198.5 mm

b) L'intensité de l'averse pour 1h « i » :

on a : $i = \frac{Pj}{24}$; alors :

- **Pendant 10 ans :**

Pour Pj (10%) = 124.94 mm

i(10%) = 5.2 mm/h

- **Pendant 50 ans :**

Pour Pj (2%) =175.08 mm

i(2%) = 7.29 mm/h

- **Pendant 100 ans**

Pour Pj (1%) =198.5 mm

i(1%) = 8.27 mm/h

c) Temps de concentration « Tc »

On applique la méthode de petit Bassins, et calcule a l'aide :
de la formule VENTURA, dont la surface du bassin versants Inferieur a 5 Km2

$$Tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$$

Tableau XI.4:Temps de concentration

Type de chaussée	Pente (%)	Surface (KM^2)	Tc (h)
Chaussée	2.5	$1.75 * 10^{-3}$	0.033
BDD	4	0.5×10^{-3}	0.014
Berme	8	$0.125 * 10^{-3}$	0.005
Talus	67	$15.02 * 10^{-3}$	0.019

d) Calcul de I (mm /h) :

Tableau XI.5:Calcul de I (mm /h)

Type de chaussée	i(mm/h)	b	Tc (h)	I (mm/h)
Chaussée	5.2	0.37	0.033	330.27
BDD	5.2	0.37	0.014	566.85
Berme	5.2	0.37	0.005	1084.38
Talus	5.2	0.37	0.019	467.65

e) Estimation de Débit :

Tableau XI.6:Estimation de Débit

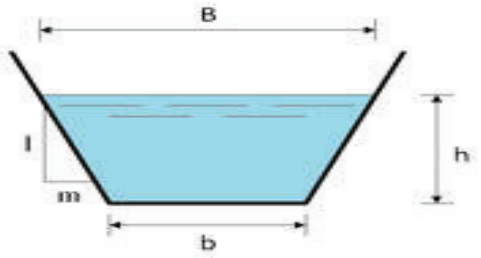
Type de chaussée	K	C	I (mm/h)	A (km^2)	Qa(m3/s)	Qa_{Total}(m3/s)
Chaussée	0.278	0.95	330.27	$1.75 *10^{-3}$	0.152	0.824
BDD	0.278	0.95	566.85	0.5×10^{-3}	0.074	
Berme	0.278	0.35	1084.38	$0.125*10^{-3}$	0.013	
Talus	0.278	0.30	467.65	$15.02*10^{-3}$	0.585	

f) Dimensionnement du fossé

➢ **débit de saturation(QS) :**

Le débit de saturation est donné par la formule de **MANNING-STRICKLER**

$$Qs=K_{st}.I^{1/2}.S_m.Rh^{2/3}$$



Tel que :

Kst : Coefficient de Manning Strickler.
I: Pente de pose de l'ouvrage.
Sm : Section mouillée (m2).
Rh : Rayon hydraulique moyen (m)
Avec : Rh = Section mouillée / Périmètre mouille

- **La surface mouillée :**

$$S_m = h\times(b +m\times h)$$

- **Le périmètre mouillée :**

$$P_m=b+2h\times\sqrt{1 + m^2}$$

- **Rayon hydraulique :**

$$Rh=\frac{h\times(b +m\times h)}{b+2h\times\sqrt{1+m^2}}$$

- **Débit Qs :**

$$Qs=Kst\times I^{1/2}\times (h\times(b+m\times h)\times\left(\frac{h\times(b +m\times h)}{b+2h\times\sqrt{1+m^2}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

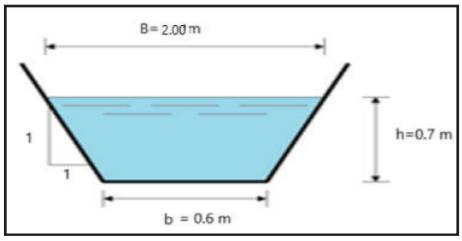
➢ **Conception :**

On pose : b =0.6 m et Pour un angle de 45°=>***m* = 1.**
Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met : **I=10^{-3}** c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.
KST : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé surplace).Donc on obtient la formule suivante :

$$H=\left(\frac{Qa}{Kst\times b\times I^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{5}}\frac{\left(1+2\sqrt{2}\times\frac{h}{b}\right)^{\frac{2}{5}}}{1+\frac{h}{b}} \quad \Rightarrow \quad H=0.751\times\frac{(1+5.65h)^{\frac{2}{5}}}{1+2h}$$

D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur **H= 0.61m.** Pour raison de sécurité, on prend **h= 0.7 m**

b= 0.6 m, h= 0.7 m, *m*=1 ;
Qs=1.005m^3/s >Qa= 0.824m^3/s (vérifié)



4. Dimensionnement des buses

On ce qui concerne l'assainissement des talus des grandes hauteurs, des bordures hautes qui protègent les remblais des eaux de ruissellement sont prévus le long de ces talus. Les eaux de ruissellement sont acheminées à l'aide des descentes d'eaux préfabriquées, les canalisations sont faites à l'aide de semi-buses en direction du fossé principales.

- On a fait le dimensionnement de la buse au **PK 6+501**, où nous avons un écoulement, pour dimensionner les buses on prend : **Qa ≤ Qs**

Le diamètre de la canalisation est en fonction du débit maximum à évacuer, ce dernier est donné par la formule de MANING-STRIKLER

$$Qs=K_{st}.I^{1/2}.S_m.Rh^{2/3}$$

-Qs: débit maximum.
- Kst: coefficient de rugosité de canalisation.
- R: rayon hydraulique (Rh=Sm/Pm).
- I: pente de canalisation.
-Kst=80 (pour les buses)
- I : la pente de pose des buses (I=0.1%)

4.1 Estimation débit crue Qa

$Qa=Qa_{fossé}+Qa_{SBV1}$; $Qa_{fossé(droite)}$=0.824 m^3 /s ; $Qa_{fossé\ (gauche)}$=0.83 m^3 /s

Tableau XI.7:débit crue Qa

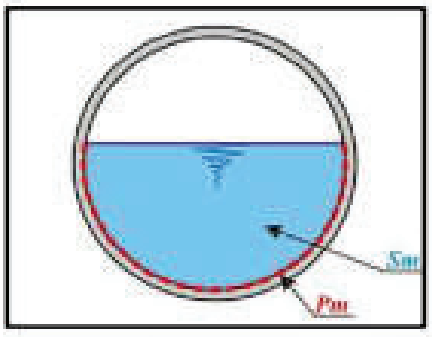
PK 6+501	K	C	A(km²)	P(%)	Tc	I(mm/h)	Qa_{SBV1}
SBV1	0.278	0.5	0.2322	49	0.087	179.32	5,78 **m³/s**

- **Qa= 0.824 +0.83+5,78= 7.434 m³/s**

4.2 Dimensionnement

- Section et périmètre mouillé :

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :
Hr = 0,75 Ø si Ø ≤ 1m,
Ø : diamètre de la buse
Hr = 0,80 Ø si Ø > 1m
Sm: surface mouillée.
Pm : le périmètre mouillé.
Rh : rayon hydraulique.
R : rayon de la buse.
KST=80 (pour les buses)
I : la pente de pose des buses (I=3.4%)



$$Sm=\frac{4}{5}\times\pi\times R^2 \qquad Pm=\frac{4}{3}\times\pi\times R \qquad Rh=\frac{3}{5}\times R$$

On a : $Qa\leq Qs= K_{st}.I^{1/2}.S_m.Rh^{2/3}$

$$Q_a \leq Q_s = \left(\frac{4}{5}\times\pi\times R^2\right)\times K_{ST}\times\left(\frac{3}{5}\times R\right)^{2/3}\times I^{1/2}$$

$$R\geq\left[1.76\times\frac{Qa}{Kst\times\pi\times I^{\frac{1}{2}}}\right]^{\frac{3}{8}} \Rightarrow R\geq 622.3mm$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :
Φ 400, Φ500, Φ 800, Φ1000, Φ 1200, Φ1500…etc.
Donc: on prend **R = 700 mm** D'où **D=Φ 1500mm** pour maniabilité

5. Dimensionnement des dalots

5.1 Dimensionnement à partir de formule Maning-Strickler

EXEMPLE :PK 4+419

$$Qs=K_{st}.I^{1/2}.S_m.Rh^{2/3}$$

- Kst=70 ; I=1.4%
- La section mouillée : **Sm=0.8H×B**
- Le périmètre mouillée : **Pm=1.6H+B**
- Le Rayon hydraulique Rh **; $Rh=\frac{0.8H\times B}{1.6H+B}$**
- Le Débit Qs :

$$Qs=K_{st}\times I^{1/2}\times\left(\frac{0.8H\times B}{1.6H+B}\right)^{\frac{2}{3}}\times 0.8H\times B$$

- Débits de crue Qa :

$$Qa=K.C.I.A=0.278\times 0.5\times 46.12\times 4.181=25.33 m^3/s$$

$$Qa_{fossé(gauche)}=0.6\ m^3/s\ ;Qa_{fossé(droite)}=0.6\ m^3/;\quad Qa_{total}=26.5 m^3/s$$

- **Application numérique** : après le calcul itératif et pour une section en béton armé on prend les dimensions suivant :

H=2.5m ; B=2.5m ⇒ Qs= 32.41 m^3/s> Qa=26.5m^3/s(VERIFIER)

6. Les résultats de dimensionnement pour ce projet

Les résultats des bassins versant sont obtenu par programme « **GLOBAL MAPPER** »

Tableau XI.8: Caractéristiques des bassins versants

	PK	SURFACE KM^2	PERIMETER	PENTE %	Qa(m3/s)
BV1	2+277	0.1458	1.549 km	26	3.438
BV2	2+752	0.1007	1.757 km	47	3.24
BV3	2+963	3.853	10.798 km	11	24.7
BV4	3+302	0.1236	2.051 km	72	4.2
BV5	3+480	0.2341	2.479 km	55	6.01
BV6	3+884	0.1146	2.09 km	47	3.5
BV7	4+419	4.181	9.884 km	10	25.33
BV8	4+869	0.318	2.933 km	58	7.54
BV9	5+529	0.384	3.319 km	51	8.256
BV10	5+990	1.53	7.572 km	16	14.75
BV11	6+501	0.2322	2.944 km	49	5.78
BV12	6+989	2.454	6.914 km	11	18.11
BV13	7+909	0.2459	2.253 km	36	5.44

BV14	8+367	0.1882	2.276 km	33	4.52
BV15	8+979	0.2176	2.253 km	31	4.79
BV16	9+691	0.649	4.263 km	22	9.06
BV17	10+012	12.417	15.967 km	7.2	43.21
BV18	11+821	0.1629	2.19 km	39.5	4.21
BV19	12+243	0.527	3.229 km	22.7	7.95
BV20	14+403	1.062	6.216 km	10	9.9
BV21	13+638	0.3818	3.576 km	25.6	6.61
BV22	14+171	0.573	3.964 km	18	7.82

Tableau XI.9 : Tableau récapitulatif des ouvrages courants

BV	PK	TYPE D'OUVRAGE	DIMENSIONS
BV1	**2+277**	**BUSE**	**Φ 1000**
BV2	**2+752**	**BUSE**	**Φ 1000**
BV3	**2+963**	**PONT POUTRE**	**L=410m ; H_{max}=17m**
BV4	**3+302**	**BUSE**	**Φ 1200**
BV5	**3+480**	**BUSE**	**Φ 1200**
BV6	**3+884**	**BUSE**	**Φ 1000**
BV7	**4+419**	**DALOT**	**H=2.5m ; B=2.5m**
BV8	**4+869**	**BUSE**	**Φ 1500**
BV9	**5+529**	**BUSE**	**2×Φ 800**
BV10	**5+990**	**PONT POUTRE**	**L=225m ; H_{max}=12m**
BV11	**6+501**	**BUSE**	**Φ 1500**
BV12	**6+989**	**PONT POUTRE**	**L=90 m ; H_{max}=16m**
BV13	**7+909**	**BUSE**	**Φ 1200**
BV14	**8+367**	**PONT POUTRE**	**L=50 m ; H_{max}=11m**
BV15	**8+979**	**PONT POUTRE**	**L=325m ; H_{max}=23.6m**
BV16	**9+691**	**DALOT**	**H=3m ; B=3m**

BV17	**10+012**	**PONT POUTRE**	**L=130m ; H_{max}=24.1m**
BV18	**11+821**	**PONT POUTRE**	**L=59m ; H_{max}=14.5m**
BV19	**12+243**	**PONT POUTRE**	**L=110m ; H_{max}=24.7m**
BV20	**12+403**	**PONT**	**L=190m ; H_{max}=25m**
BV21	**13+638**	**PONT**	**L=480m ; H_{max}=23.51m**

1. Introduction

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs sur autoroute, voies ferrées pour le rétablissement des voies des communications. Ce chapitre présentera les PK des ouvrages, ainsi le type de l'ouvrage à concevoir pour franchir les routes et les pistes existantes.

2. Choix du type de l'ouvrage

Mon but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qui imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, CM et les ouvrages mixtes).

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

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

Afin de trouver la solution au type d'ouvrage le plus adéquat, on procède à une comparaison entre tous les types d'ouvrage (variantes) qui peuvent être envisagé et cela en représentant toutes les caractéristiques des variantes.

Pour chaque type d'ouvrage énuméré, on portera sur le domaine d'utilisation, de l'ouverture de son tablier ainsi que son épaisseur. Plusieurs solutions sont envisagées, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas aux conditions imposées. On a plusieurs propositions :

2.1 Les ponts à poutre en béton armé

Pour ce type, le tablier est constitué de poutres longitudinales, de longueur pouvant aller jusqu'à 20m.

Tableau 1: Avantages et Inconvénients d'un pont à poutre en béton armé

AVANTAGES	INCONVENIENT
• Economique du point de vue de consommation des matériaux. • Portée allant de 10 à 20 m. • Nécessite un entretien réduit par rapport au pont métallique et mixte.	• Complication des coffrages le rend relativement coûteux en main d'œuvre. • Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.

2.2 Les ponts en dalles en béton armé

Le pont en dalle est préférable pour une portée biaise ne dépassant pas 18 m, on ne peut pas opter pour cette méthode pour les raisons suivantes :

- Il consomme plus de béton et d'acier.
- La portée limitée (18m).

2.3 Les ponts en béton précontraint

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

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

2.3.1 Ponts à poutres en B.P :

Les poutres sont précontraintes par câbles ou par fils adhérents (post tension ou pré-tension respectivement). Les ponts à poutres en B.P sont de 25 m. leur portées les plus économiques se situent entre 30 et 35 m.

Tableau 2: Avantages et Inconvénients d'un pont à poutre en béton précontraint

Avantages	Inconvénient
• Une meilleure utilisation de la matière puisqu'il n'y a pas de béton inutile. • Les armatures à haute limite élastique utilisées en béton précontraint sont moins chères à force égale que les aciers de BA. • La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages. • La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en béton armé.	La nécessité de fabriquer du béton plus résistant. • La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la posedes gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles. • L'obligation d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décintrer ou décoffrer.

2.3.2 Les ponts en dalle en béton précontraint

La dalle précontrainte est réservée essentiellement pour les passages supérieurs et inférieurs autoroutiers, elle prend le relevé de la dalle dans la gamme de portées de 15 à 23 m environ qui est la portée économique.

2.4 LES PONTS MIXTES

La dalle de découverture participe à la résistance générale, la liaison acier béton est assurée par les connecteurs. Le tablier mixte présente les avantages et les inconvénients suivants :

Tableau 3: Avantages et Inconvénients d'un pont mixte

Avantages	Inconvénient
• Légèreté rapportée aux tabliers en béton. • La rapidité et simplicité de mise en œuvre, la pose des poutres est généralement plus simple. • La simplicité d'usinage des poutres à âmes pleines. • La possibilité de franchir de grandes portées.	• Matériaux onéreux. • Surveillance avec visite périodique. • Risque de déversement des poutres métalliques. • Entretien difficile.

3. Les ouvrages existants :

Après avoir examiné les types d'ouvrages possibles, nous avons choisi de prendre la variante qui est pont à poutres en béton précontraint, pour tous les avantages économiques et la facilité de construction et d'entretien. Le tableau suivant récapitule les ouvrages d'art existants avec leurs caractéristiques et leur PK correspondants :

Tableau XII.4:Les ouvrages existants du projet

Type de l'ouvrage d'art	PK de début d'ouvrage d'art	Longueur de l'ouvrage d'art (m)	Gabarit (m)
VIADUC	PK 2+600	410	16,3
Pont poutre BP	PK 5+435	40	12
Pont poutre BP (ISOSTATIQUE)	PK 5+800	225	11.4
Pont poutre BP	PK 6+960	90	16.1
Pont poutre BP	PK 8+350	50	10.5
Pont poutre BP	PK 8+700	325	24
Pont poutre BP	PK 9+610	45	14
Pont poutre BP	PK 10+010	130	24.3
Pont poutre BP	PK 10+650	115	19
Pont poutre BP	PK 11+795	60	14.5
Pont poutre BP	PK 12+150	110	24.8
Pont poutre BP	PK 12+335	195	20.5
Viaduc (pont en encorbellement)	PK 13+540	480	23.96
Pont poutre BP	PK 14+125	125	25

1. Introduction

Un échangeur autoroutier est un ensemble de bretelles routières permettant de s'engager sur une autoroute ou de la quitter soit pour prendre une autre autoroute soit pour emprunter le réseau routier ordinaire.

Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau et également tout Ralentissement sur les chaussées principales de l'autoroute. Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une Autoroute d'enjamber l'autre dans les cas les plus complexes, les chaussées peuvent s'étager sur quatre niveaux différents (échangeur dit "Four-stack").

Un échangeur peut être complet (bidirectionnel) ou partiel (donnant accès à une seule direction de l'autoroute).

2. Règles de conception

La conception d'échangeur est toujours influencer par plusieurs facteurs comme la catégorie de l'autoroute caractères et composition du trafic, la vitesse désignée et le degré de maîtrise d'accès. Ces contrôles demandent plus d'exigences, économiques de terrains et de droit de passage doit requière d'une grande importance lors de la conception adapter à la capacité du trafic, offrant sécurité.

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long termes. Pour diminuer son prix de revient on évite :

- Le passage sur terrain agricole.
- Le passage au voisinage des habitations.
- Le passage 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 sections à forte déclivité.
- Les sites en courbures à faibles rayons.

3. Définition et le Rôle d'un Echangeur

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.

Les croisements à niveau sont éliminés complètement et sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser, on les désignera par :
Nœud: quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
Diffuseur: quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbaines classiques.
Mixte: quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

Le but d'un échangeur est de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré et par ordre d'importance des divers sens de parcours utilisés par les usagers de la route

Tableau 1:Avantages et Inconvénients d'un Echangur

Avantages	Inconvénient
• Offrir aux usagers des déplacements dans de bonnes conditions de confort et de sécurité. • Eviter les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents. • Eviter les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérables «problèmes d'encombrement». • Eviter les contraintes d'arrêt et de reprise. • Assurer la continuité du réseau autoroutier/routier.	L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée.

4. Les différents types d'Echangeurs

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs. Cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et d'étendue. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous pouvons déterminer deux classes d'échangeurs :

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

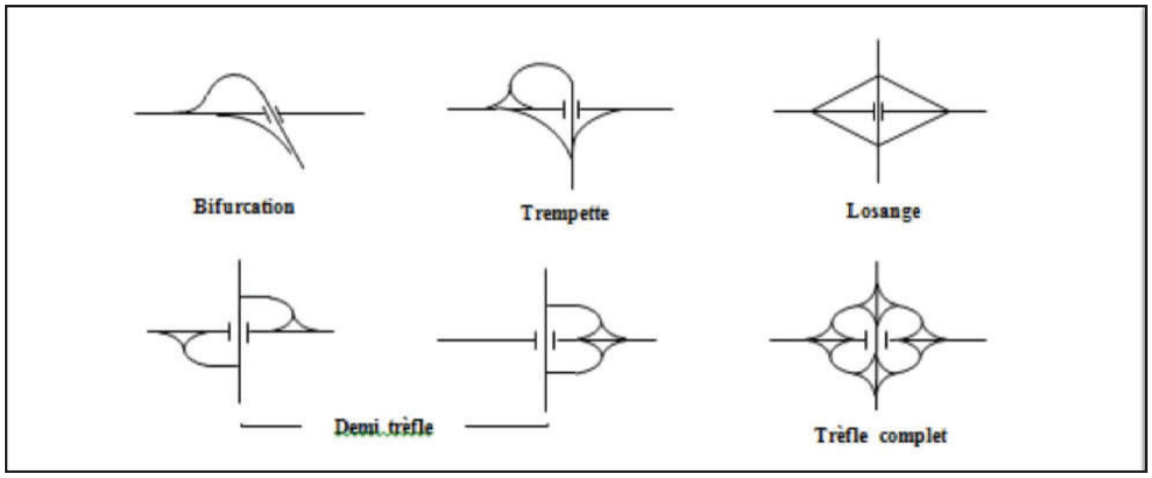


Figure XIV.1: Types d'echangeur

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

5. Choix du type de l'Echangeur

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « **avantages, inconvénients** » et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui se 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 l'itinéraire suivant :

1er ETAPE : Détermination du tracé à partir de :
-Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Présentation du site d'implantation.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

2eme ETAPE : Configuration de tracé à adopter L'échangeur a adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garant en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume : Tracé respectant les valeurs limitées de conception. Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

3eme ETAPE : 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.

6. Conception choisit pour le projet

- **Choix du type de l'échangeur**

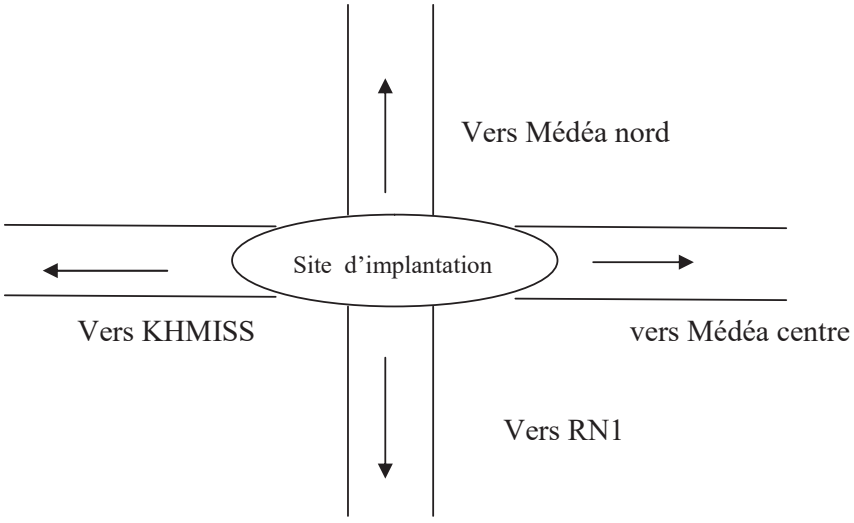
Pour ce projet l'échangeur va relier Le contournement sud de Médéa (2×2 voies) avec la RN18. Donc l'échangeur sera du type **diffuseur**, avec une géométrie de **demi-trèfle.**

- **justification du choix de ce type d'échangeur :**

-L'échangeur qu'on va réaliser doit raccordée entre le contournement et le RN 18, donc l'échangeur est de type **mineur.**

- Ce croisement est de quatre branches.

-Le trafic au niveau de cet échangeur est distribué au quatre directions



-La vitesse sur le contournement est de 80 km/h ;
-La vitesse dans l'RN18 est de 80km/h ;
-La vitesse dans l'échangeur est de 40km/h
-La vitesse sur les brettèles est de 40km/h.

Comme :
- Le type d'échangeur est mineur .

- le trafic ce fait en quatre direction.
- la vitesse =40km/h.

L'échangeur qui répond à tous ces critères est le :

Trèfle complet, mais de raison technique et économique en a éliminer les deux diagonales et les deux boucles de l'autre côté (terrain accidenté) et en a les remplacé par deux giratoires qui font le même rôle (assure une bonne sécurité aux usagers et offre une bonne visibilité, le gain de temps dont vont bénéficier les usagers).

Donc:

Notre échangeur devient un demi-trèfle avec deux giratoires plans sur RN 18

- **Description de la conception**

Un échangeur demi-trèfle en quadrant contigus avec deux boucle qui sortent du contournement vers la RN 18 et deux diagonales qui sortent de cette dernière vers le contournement.

❖ Un passage supérieur qui passe au-dessus de la RN18.

❖ Deux giratoires plans sur les deux intersections de la route secondaire avec les bretelles.

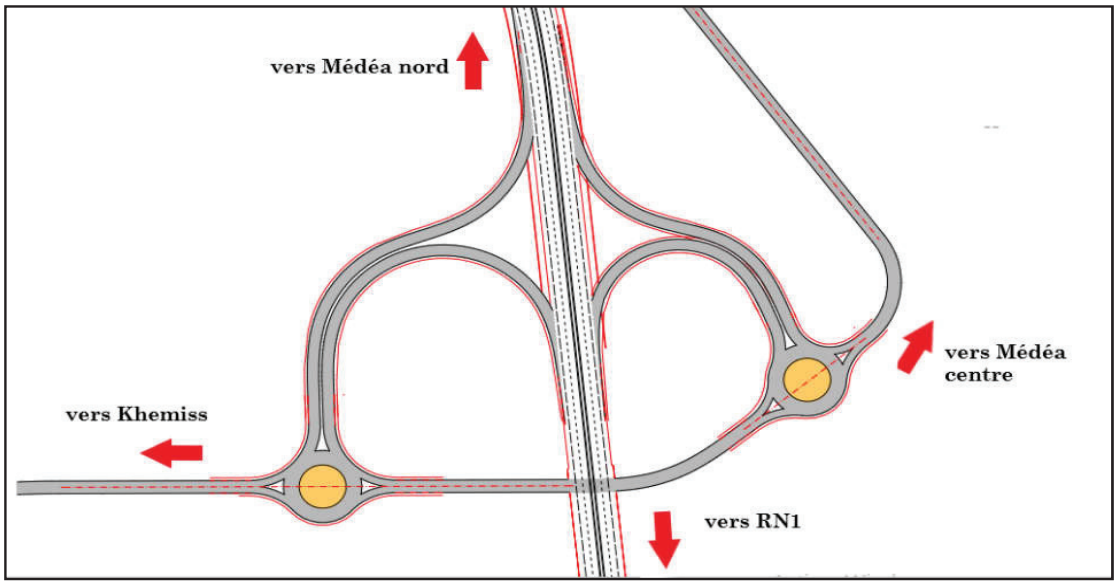


Figure XIV.2:l'échangeur de type diffuseur

1. Introduction

Le développement du trafic routier oblige l'ingénieur à produire des panneaux de signalisation impeccables, qui doivent susciter des réactions immédiates chez l'automobiliste.

Ces signes doivent être uniformes, visibles et compris rapidement, suffisamment et pas abondamment

2. Application au projet

2.1 Les signalisations verticales



-Fin d'une section autoroute - début d'une section autoroute - cédez le passage à l'intersection

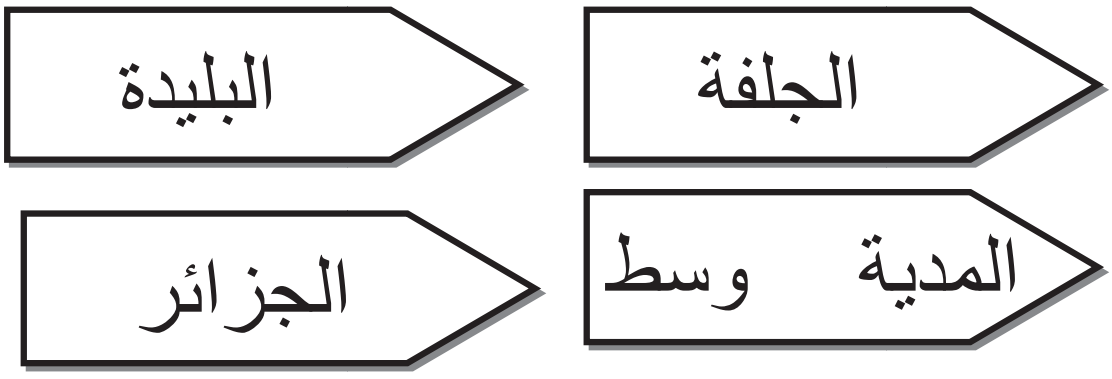


Figure XIV.1:signalisation de vitesse limite

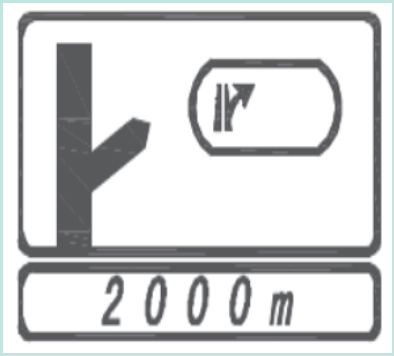
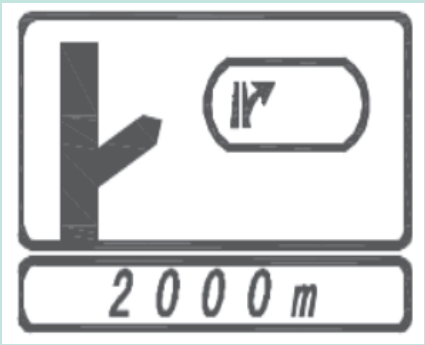
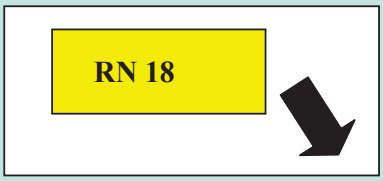
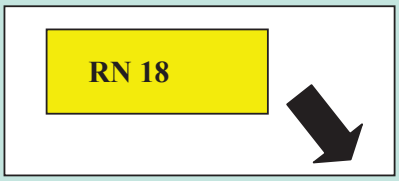
(**80km/h** sur route, **40 km/h** à l'entrée d'une bretelle, **60 km/h** sur l'ouvrage)

Signalisation de vitesse limite

2.2 Signalisation de direction :



2.3 Signalisation à l'entrée de l'échangeur :

	A DROITE	A GAUCHE
Avertissement D50		
Pré-signalisation D40		

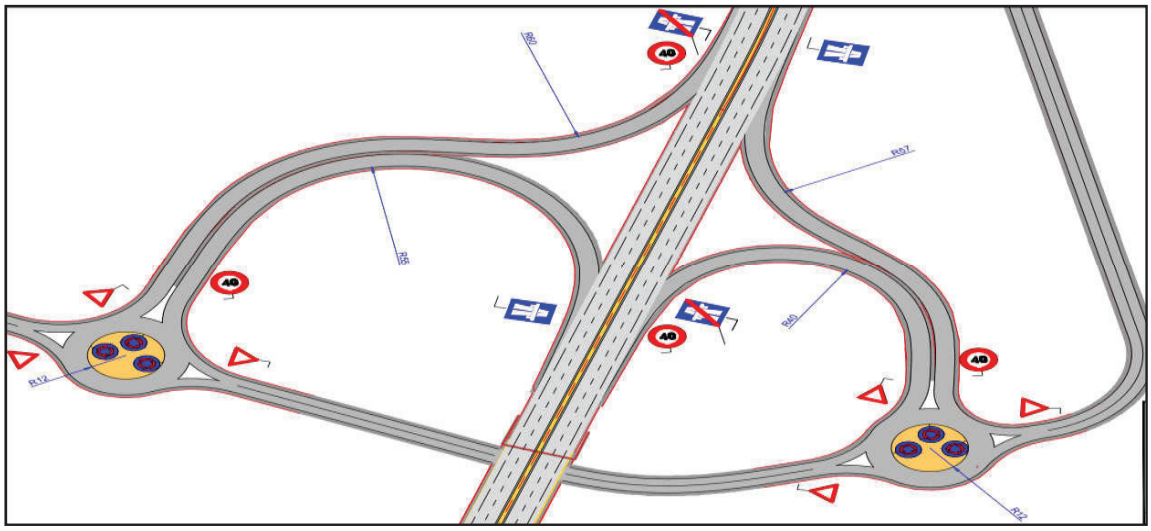
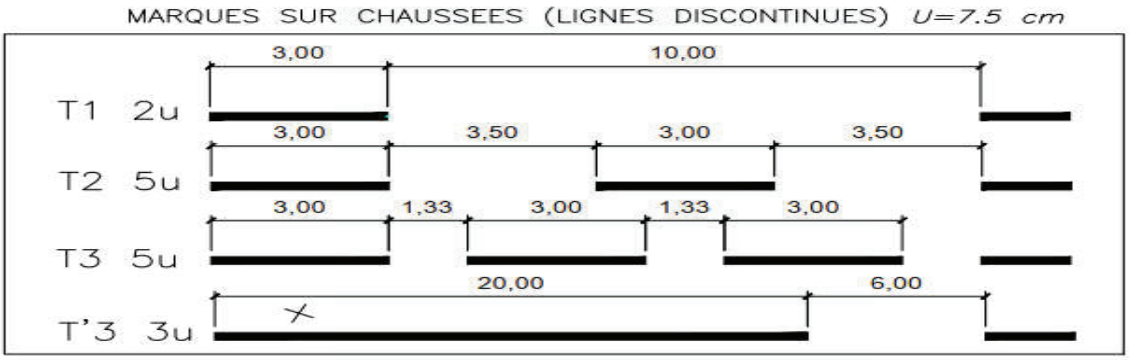


Figure XIV.2:Signalisation à l'entrée de l'échangeur

2.4 Signalisation horizontale :

❖ **Le marquage du tracé :**



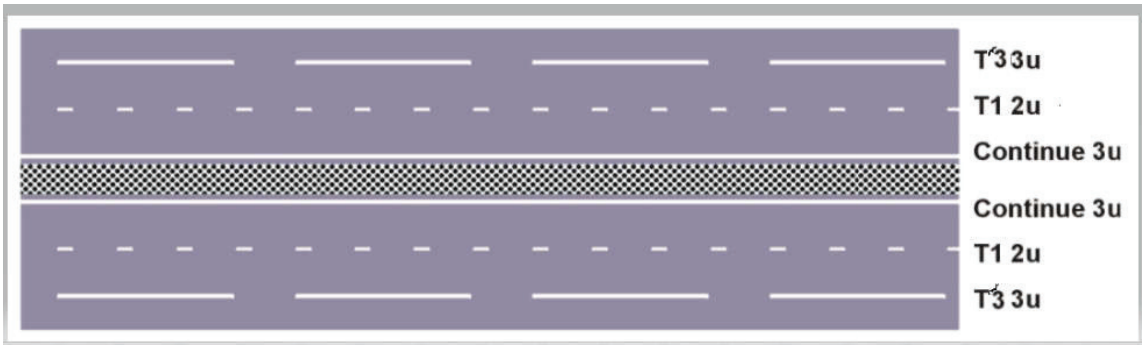
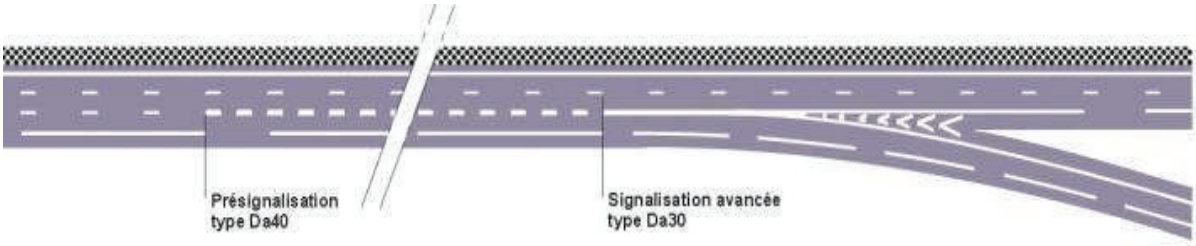
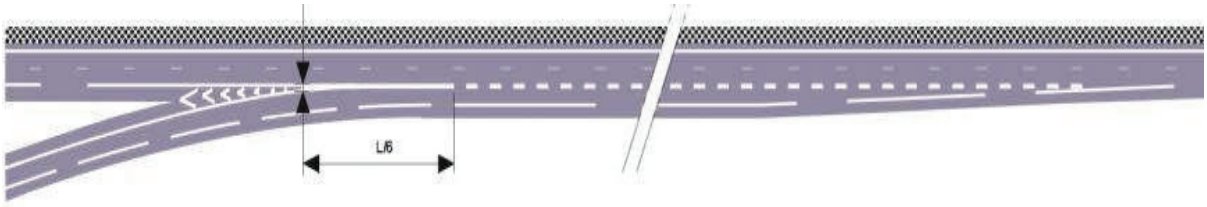


Figure XIV.3:Les lignes de délimitation de voies dans le tracé

Voies d'insertion, de décélération :



❖ **Voies d'accélération :**



❖ **marquage avec hachures**

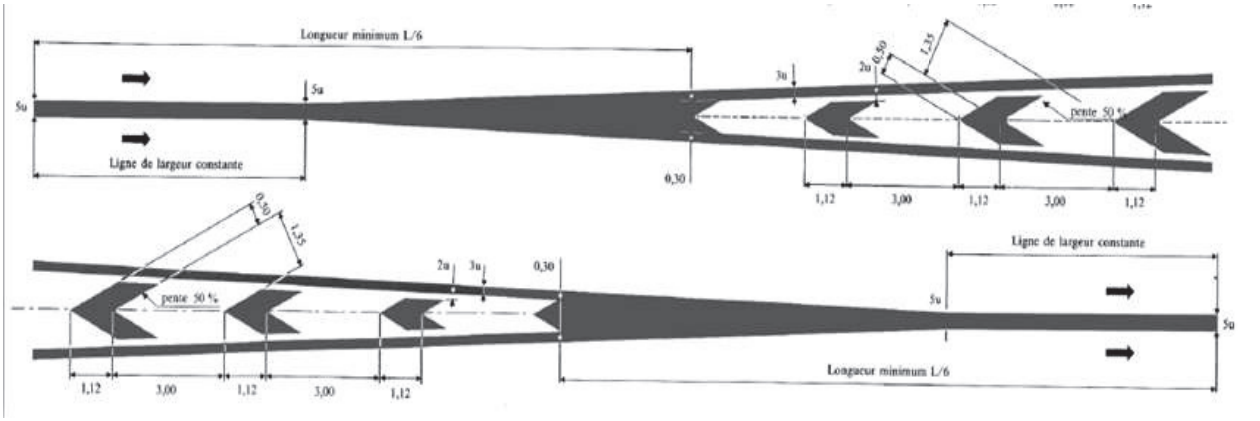


Figure XIV.4:Schéma de marquage avec hachures

❖ **Fleche de sélection**

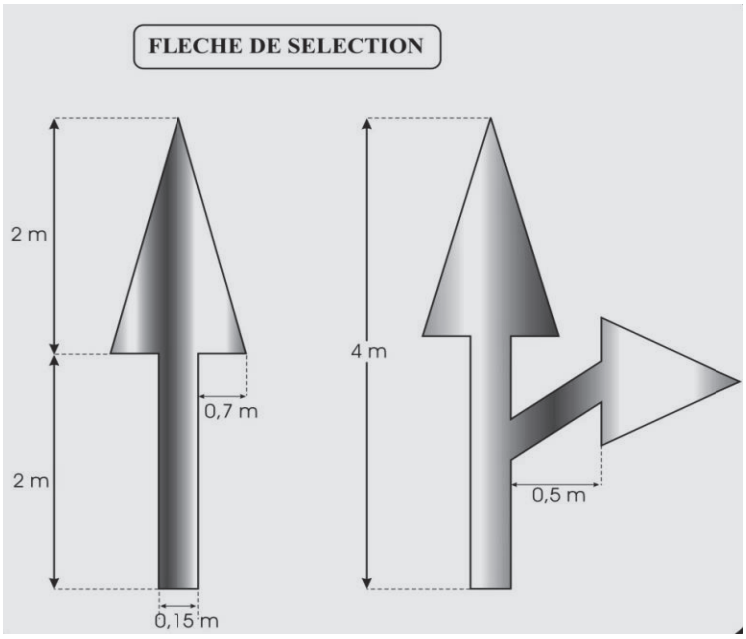


Figure XIV.5: Fleche de sélection

3. Eclairage routier

L'éclairage routier se situe le long des voiries souvent dans un environnement bâti discontinu, hors agglomération. La principale raison d'être de cet éclairage routier est de garantir la sécurité des biens et des déplacements, notamment à grande vitesse.



Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

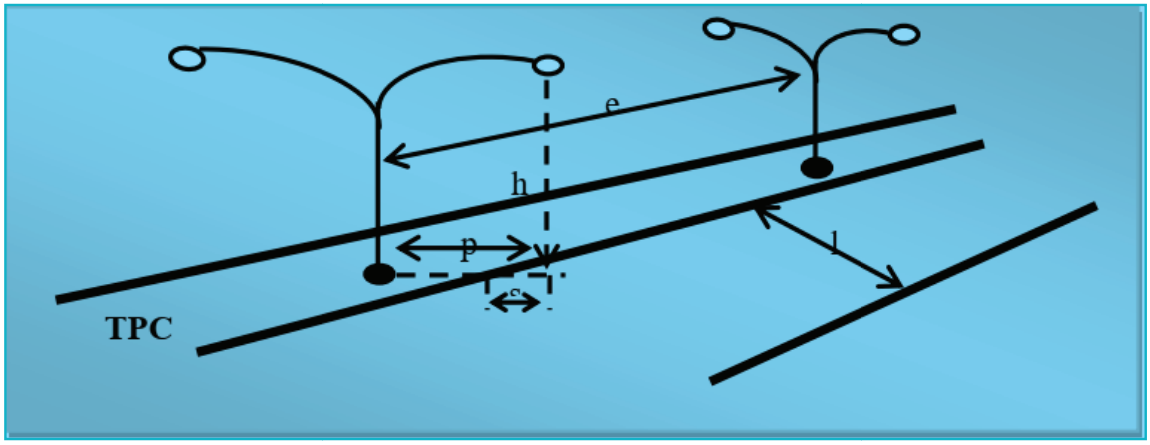
Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

Le candélabre est l'apanage de cet éclairage. Il se compose d'un luminaire sur un mât, placé éventuellement au bout d'une crosse.

3.1 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.



Pour l'éclairage de la voie (le long de la route) des lampadaires sont implantés du part et d'autre de la voie espacée de 20 à 30 m l'un par rapport à l'autre.

4. Conclusion

Pour assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière, surtout dans les ouvrages d'art et les intersections (carrefour giratoire et l'échangeur), il faut bien signaler et bien éclairer.

1 Introduction :

L'impact sur l'environnement peut être défini comme la différence entre l'environnement futur modifié tel qu'il résultera des activités de l'entreprise et l'environnement futur qu'il aurait en évoluant normalement sans ces activités.

D'un point de vue légal, l'étude d'impact sur l'environnement est un document exigé en vue de l'obtention de l'autorisation administrative d'un projet pouvant avoir des impacts négatifs sur l'environnement.

2 Impacts du projet

Le présent chapitre consiste à décrire et à évaluer l'impact sur l'environnement de réalisation et exploitation de ce projet, les impacts à identifier ne se limitent pas seulement aux effets négatifs, mais il s'agira aussi d'identifier les impacts positifs directs ou indirects que pourraient engendrer la réalisation et l'exploitation.

2.1 Impact positifs:

Le présent projet présente certainement une séries des impacts positifs directs dont ;

-Amélioration du flux de trafic routier dans la ville de Médéa

-Amélioration de la sécurité routière

-amélioration de la qualité de l'air

- création des postes de travails temporaires

2.2 Impacts négatifs

Les principaux impacts négatifs concernent les trois milieux, physique, biologique et humain. Ces impacts sont présentés dans la phase des travaux de réalisation et la phase d'exploitation :

a) Impacts négatifs pendant la phase de travaux :

Les impacts sur les trois milieux (physique, biologique et humain) pendant cette phase sont :

❖ **Pour le milieu physique :**

- les émissions de poussières et les pollutions atmosphériques affecteront la qualité de l'air.
- Les nuisances acoustiques liées à la circulation des engins de chantier
- les risques de contamination des sols et des ressources hydriques liés aux accidents probables avec des produits dangereux utilisés
- le risque de perte du couvert végétal (opération de défrichement) et à l'installation des chantiers.
- les risques de pollution de ces milieux due aux rejets d'eaux usées et de déchets solides du chantier (base vie)

❖ **Pour le milieu biologique :**

- Nuisances liées à la circulation des véhicules (augmentation de la mortalité par collision) et des engins de chantier, au bruit, à l'émission de poussières et de polluants,
- Perturbations liées à l'introduction d'une barrière terrestre,
- Destruction ou perturbation de sites favorables aux différentes espèces,
- Risque d'incendie

❖ **Pour le milieu humain :**

- Expropriation des bâtis (à usage d'habitations ou professionnels) et déplacements des personnes touchées,
- Les surfaces d'emprise de terrains seront à exproprier et auront pour effet direct de réduire la production agricole dans sa diversité,
- les bruits, les vibrations et les émissions constituent des impacts qui pourraient avoir une Influence sur la santé des riverains et des ouvriers,

Tableau XV.1:Valeurs limites des émissions sonores à respecter

Type d'équipement	niveau limite dB(a) à 1m
Emissions sonores intermittent (par exemple ; fonctionnement d'une soupape de sécurité, démarrage, arrêt)	**110**
Zones fréquentées à 1 m de distance des équipements et à 1,5 de hauteur	**85**
Base vie	**50**
A une distance de 100 m de la base vie	**65**

- La circulation des camions et engins de chantier pourra également causer des accidents,
- Un Manque à gagner pour les agriculteurs dont les terrains sont concernés par les travaux,
- Un Impact visuel des chantiers et des bases vie
- Les émissions atmosphériques (poussières, gaz d'échappement) causées par les engins et l'opération de terrassement et chargement et déchargement ont des impacts négatifs sur la santé des riverains et des travailleurs du chantier.

Tableau XV.2: valeurs limites d'émissions atmosphériques à respecter

Eléments	**Valeurs limites (mg/Nm^3)**
CO2	**35**
NOx	**600**
Poussières	**50**

b) Impacts négatifs pendant la phase d'exploitation :

La synthèse des impacts sur les trois milieux (physique, biologique et humain) pendant cette phase est présentée ci-après :

❖ **Pour le milieu physique :**

- Erosion et décapage des sols le long de l'emprise du tracé,
- Risques de pollution chronique (eaux de ruissellement de la chaussée), de pollution saisonnière (herbicides pour entretien de la route) ou de pollution accidentelle,
- Recalibrage et artificialisation des cours d'eau, modification des bassins versants,
- Augmentation des risques d'inondation ;

❖ **Pour le milieu biologique :**

- Nuisances liées à la circulation des véhicules, introduction d'une barrière,
- Risque de mortalité accru pour les animaux,

- Dégradation de la qualité des habitats de différentes espèces, disparition de certaines zones écologiques sensibles (zones humides en vallées), diminution de la diversité écologique aux points de franchissement des oueds, risque d'incendie ;

❖ **Pour le milieu humain :**

- Nuisances pour les riverains de la route (bruit, augmentation des émissions sans pour autant que l'exposition dépasse la valeur toxicologique de référence ou les valeurs guides),
- Manque à gagner pour les commerçants implantés sur le réseau routier secondaire et pour les agriculteurs dont les terrains ont été morcelés ou réduits par le passage du contournement,
- Risque d'accidents et de contamination probable des forages, puits ou adductions d'eau potable située proximité de la route,
- Altération de la qualité, de la cohésion et/ou des devenirs des tissus urbains limitrophes, risque de développements urbains non maîtrisés,
- Impact visuel.

3 Mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement

Les mesures de compensations et d'atténuation concernent l'ensemble des impacts sur les trois milieux (physique, biologique et humain). La synthèse de ces mesures est donnée ci-dessous :

3.1 Milieu physique

❖ **Mesures de protection générales :**

- mettre en œuvre une bonne gestion environnementale de chantier comprenant le traitement des rejets, l'absence de ravitaillement des engins dans le lit de l'oued ou à proximité
-faire un choix raisonné des sites de stockage des matériaux (loin des zones pour lesquelles il existe un risque d'inondation) ;
- procéder à la végétalisation des terrassements ; et à la limitation à la surface nécessaire des Chantiers ;
- s'assurer de la stabilité des ouvrages de franchissement des vallées ;
- assurer de bonnes conditions de drainage en adoptant des degrés de pentes adéquats,
- prendre en considération les variables susceptibles d'avoir un impact direct ou/et indirect tel que les effets sismiques, la topographie accidentée du terrain naturel, l'intensité et les vitesses probables des vents ;
- prendre en considération les caractéristiques intrinsèques des différentes couches en présence, notamment leurs caractéristiques résiduelles.
- procéder à l'imperméabilisation des aires de maintenance qui doivent être équipées d'un bassin de rétention, de fossés et d'une fosse septique.
- faire enlever les bidons vides usagés par des entreprises spécialisées.

❖ **Mesures pour la protection des sols :**

- optimiser au mieux possible les décapages des sols ;
- optimiser les quantités « Déblais / remblais » en utilisant au maximum possible les matériaux des déblais pour les secteurs en remblais et utiliser les carrières abandonnées situées à proximité de la route pour le dépôt des matériaux excédentaires,
- revêtir les talus de déblais pour éviter l'érosion à partir de matériaux de décapage de 0,15 m d'épaisseur ou à partir de matériaux superficiels;
- végétaliser les pentes afin de stabiliser les sols et limiter l'érosion
- confectionner des bassins multifonctions aux points bas où sont situés les exutoires
- éviter de défricher pendant une saison trop pluvieuse et procéder à la protection des berges

❖ **Mesures pour la protection des ressources en eaux :**

- procéder avant le lancement des travaux, à une campagne de mesure de la qualité des eaux des puits et forages situés à proximité du tracé afin de dresser un état des lieux initial pour mieux gérer les pollution accidentelles probables ;
- s'assurer que le dimensionnement des ouvrages de franchissement leur permet d'assurer les fonctions hydrologiques (évacuation des crues) et écologiques (corridors fauniques) des cours d'eau ;

❖ **La qualité de l'air :**

- Les camions en provenance des carrières devront être bâchés ;

- Les méthodes utilisées par l'entrepreneur pour manipuler ciment et pouzzoloïdes doivent prévoir l'élimination aérienne des poussières ;
- Les engins et équipements devront être entretenus et bien réglés afin de limiter les émissions de gaz d'échappement, de même que leur vitesse devra être limitée ;
- Un contrôle des émissions de poussières par arrosage régulier devra être mis en oeuvre dans les zones sensibles

3.2 Milieu biologique

- assurer des replantations sur une superficie au moins équivalente à celle détruite ;
- installer du grillage/clôture suffisamment résistant pour éviter le passage de la faune et limiter la mortalité des animaux, il est nécessaire de prévoir un grillage/clôture résistante aux sangliers.
- adapter les espèces plantées dans le terre-plein central et sur les talus en évitant de planter des arbustes à baies qui sont très attractifs pour les oiseaux. Les espèces sans baies (tels les lauriers sont préférables).

3.3 Milieu humain

- déterminer avec rigueur dans les procédures d'expropriation la valeur des parcelles touchées, la viabilité des exploitations agricoles concernées .
- limiter la circulation des engins, à l'intérieur des emprises du projet et des pistes d'accès.
-les travaux de nuit ne seront effectués qu'en cas d'urgence (rétablissement de routes ou de réseaux.

- Mettre en place des signalisations claires des chantiers et pistes d'accès pour l'Agriculture.
- étudier en détail le remplacement des puits situés dans l'emprise et la pose de nouvelles clôtures ;
Pour les servitudes d'utilité publiques.

- l'utilisation des engins aux normes en matière de bruit ;
- des équipements anti bruit pour les ouvriers lorsque nécessaire ;
- l'éloignement des sources sonores des habitations dans la mesure du possible
-Une distance minimale de 500 m sera imposée pour l'installation des stations

4 Conclusion

Le projet faisant l'objet de cette étude n'engendra aucune contrainte majeure et d'impacts négatifs sur le milieu biologique, physique et humain si et seulement si les mesures relatives a l'élimination ou bien la réduction des impacts négatifs engendrés en particulier les poussières et dégradation du sol seront prises en considération.

Devis quantitatif et Estimatif

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Prix Total DA
1	**Installation du chantier**				
1.1	Installation du chantier (lot route)	**forfait**	**1**	**3%(2+3+4)**	**189 181 118.4**
2	**Travaux préparatoires**				
2.1	Abattage des arbres > 20cm	**U**	**110**	**1 500**	**165 000**
2.2	Débroussaillage et abattages des arbres<20cm	**m^2**	**120**	**500**	**60 000**
2.3	Déplacement de poteaux électriques	**U**	**10**	**50 000**	**500 000**
			Total partiel		**725 000**
3	**Terrassement**				
3.1	Décapage de terre végétale	**m^2**	**112 067**	**120**	**13 480 040**
3.2	Remblai en provenance de zone d'emprunt	**m^3**	**1 687 681**	**950**	**1 603 296 950**
3.3	Déblai mis en dépôt	**m^3**	**3 866 505,48**	**850**	**3 286 529 590**
			Total partiel		**4 903 274 580**
4	**Chaussée**				
4.1	Couche de fondation Grave bitume GB	**T**	**106 839.3**	**6 500**	**694 455 450**
4.2	Couche de base Grave Bitume **(2.2T/m^3)**	**T**	**52 090,5**	**6 500**	**338 588 250**

Devis quantitatif et Estimatif

4.3	Couche de roulement béton bitumineux BB **(2.4T/m^3)**	**T**	**30 996**	**7 000**	**216 972 000**
4.4	Couche d'accrochage 0.3kg /m2	**T**	**68**	**50 000**	**3 400 000**
4.5	Couche d'imprégnation 0.8kg/m2	**T**	**170**	**80 000**	**13 600 000**
4.6	Couche de forme TUF	**m3**	**135 022,04**	**1 000**	**135 022 000**
			Total partiel		**1 402 037 700**
5	**Assainissement**				
5.1	Fossés trapézoïdaux	**ml**	**22 500**	**3 000**	**67 500 000**
5.2	Buse Diamètre 1000mm	**ml**	**67**	**9 000**	**603 000**
5.3	Buse Diamètre 1500mm	**ml**	**45**	**15 000**	**675 000**
5.4	Buse Diamètre 1200 mm	**ml**	**88**	**12 000**	**1 056 000**
5.5	Tête de buse	**U**	**18**	**30 000**	**540 000**
5.6	Dalot en béton armé	**m^3**	**684**	**30 000**	**20 520 000**
			Total partiel		**90 894 000**
6	**Signalisation**				
6.1	Ligne de rive (ligne discontinue) T2 ; 3U	**ml**	**28 600**	**120**	**3 432 000**
6.2	Ligne délimitation de voie (ligne discontinue) T1 ; 2U	**ml**	**29 500**	**80**	**2 360 000**

Devis quantitatif et Estimatif

6.3	Ligne de guidage (modulation continue) 3U	**ml**	**28 360**	**120**	**3 403 200**
6.4	Signaux de direction E	**ml**	**30**	**13 000**	**390 000**
6.5	Signaux d'avertissement type A	**ml**	**49**	**5000**	**245 000**
6.6	Séparateur	**ml**	**14 400**	**7 000**	**100 800 000**
			Total partiel		**110 630 200**
7	Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	**F**	**1**	**2%(2+3+4)**	**126 120 745.6**
				MONTANT TOTAL EN HT	**6 822 863 344**
				TVA 19%	**1 296 344 035**
				MONTANT TOTAL EN TTC	**8 119 207 379**

Huit milliard cent dix-neuf millions deux cent sept mille trois cent soixante dix-neuf Dinars Algériens

- **Coût par 1KM : 565 798 423 DA**

CONCLUSION GENERALE

La réalisation du Contournement sud de la ville de Médéa rentre dans le développement des réseaux routiers de la wilaya de Médéa. Ce projet vient donc pour donner un nouveau souffle à notre économie et régler le problème causé par la densité croissante de la circulation.

Dans l'élaboration de ce projet de fin d'étude nous avons appliqué toutes les normes devant être appliquer dans une étude liée au domaine routier. Le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Pour l'infrastructure étudiée, il est imposé de franchir une zone montagneuse. On a donc fait une étude complète qui englobe une étude géométrique (le tracé en plan, profil en long …etc), géotechnique notamment (déblais et remblais), une étude hydraulique; avec la proposition des solutions concernant les ouvrages hydrauliques.

Au terme de ce mémoire, il est important de souligner que l'étude de l'infrastructure n'est pas terminée. Il reste à traiter la stabilité des talus routiers qui seront réalisés surtout que certains déblais sont d'une grande hauteur. Le dimensionnement de la chaussée a été considéré pour la section la plus défavorable. Il est nécessaire d'adapter la structure de chaussée aux autres conditions de sol (sur le rocher par exemple).

Ce projet de route, nous a mis en face aux problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. Il 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 modeste travail, nous a permis d'avoir une meilleure maitrise des logiciels utilisés qui nous 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 **CIVIL 3D, AutoCAD, Global Mapper**.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Ancien projet de fin d'étude :

EL FARTAS Mohammed Amin, MAHHIDINE Tarek « Etude en APD du contournement de BLIDA entre CHIFFA et SOUMAA sur 32KM section : Chiffa-babelrahba sur 09KM avec conception des carrefoure giratoire.

[2] B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).

[3] Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1/2/3 « CTTP»2001.

[4] KARA, B. « Cours de routes de 4éme année ENSTP ».

[5] FEKIR. « Cours d'hydraulique de 4éme année ENSTP ».

[6] Instruction interministitérielle sur la signalisation routière .aout 2009

[7] ICTAAL2000 Guide Echangeur , SETRA .

[8] Guide des terrassements routiers GTR « Réalisation des remblais et des couches de forme » fascicule 1

Pour Chapitre Master

[1] Grimaux, J.-P., R. Hiernaux (1977). « Utilisation de l'orniéreur type LPC ». Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées, Décembre Spécial V, pages 165-172.

[2] Vanelstraete, A. et Francken, L., (1995). « Orniérage : synthèse des principaux constats et résultats ». Bulletin CRR, Numéro 25, 4ième trimestre, pages 9-16.

[3] BERTHE J., Caractérisation des déformations d'orniérage des chausses bitumineux, Thèse de doctorat, Ecole doctoral des sciences pour l'ingénieur de Lyon, 2005.

[4] Verstraeten, J., (1995). « Enrobés bitumineux à haute résistance à l'orniérage par fluage ». Rapport technique, Association Internationale Permanente des Congrès de la Route (AIPCR), Référence 08.03.B, 160 pages.

WEBOGRAPHIE

[1] www.setra.com

[2] www.wikipidia.com

[3] www.memoireonline.com-expose-etude-dimpact-des-projets-routiers-sur-lenvironnement.html

Logiciels utilisés

- **Civil 3d**
- **Autocad 2015**
- **Alize Lcpc**
- **Globale mapper**

ANNEXE

Listing de la géométrie de l'axe en plan

Axe en plan: Axe projet
Description: Etude de contournement sud de Médéa
Plage d'abscisse : Début: 0+000.00, Fin: 14+350.00

Elément	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0+000.00	483,322.2749	4,013,448.7278
DR1	ANG=210.2003 (g)	73.5673			
			0+073.57	483,310.5379	4,013,376.1028
CLO2	A=179.444				
	R=350.000	92.000			
			0+165.57	483,291.9116	4,013,286.0802
ARC3	XC=482,956.6922				
	YC=4,013,386.7181				
	R=350.000	74.474			
			0+240.04	483,263.0985	4,013,217.5578
CLO4	A=179.444				
	R=350.000	92.000			
			0+332.04	483,211.7951	4,013,141.2756
DR5	ANG=240.4805 (g)	679.3094			
			1+011.35	482,808.3706	4,012,594.7319
CLO6	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			1+111.35	482,745.7273	4,012,516.8735
ARC7	XC=482,456.0316				
	YC=4,012,792.6930				
	R=400.000	92.139			
			1+203.49	482,675.1016	4,012,458.0165
CLO8	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			1+303.49	482,587.2249	4,012,410.4370
DR9	ANG=271.0604 (g)	826.5823			
			2+130.07	481,844.5868	4,012,047.4951
CLO10	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			2+230.07	481,756.7101	4,011,999.9155
ARC11	XC=481,975.7801				
	YC=4,011,665.2390				
	R=400.000	259.435			
			2+489.51	481,599.0300	4,011,799.6241
CLO12	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			2+589.51	481,573.4085	4,011,703.0340
DR13	ANG=213.8546 (g)	117.3144			
			2+706.82	481,548.0787	4,011,588.4867
CLO14	A=159.687				

	R=250.000	102.000			
			2+808.82	481,519.3948	4,011,490.7994
ARC15	XC=481,291.2887				
	YC=4,011,593.1108				
	R=250.000	128.406			
			2+937.23	481,439.6926	4,011,391.9237
CLO16	A=159.687				
	R=250.000	102.000			
			3+039.23	481,350.3212	4,011,343.1555
DR17	ANG=272.5270 (g)	616.7330			
			3+655.96	480,790.1297	4,011,085.1921
CLO18	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			3+755.96	480,697.6986	4,011,047.2105
ARC19	XC=480,576.9923				
	YC=4,011,428.5633				
	R=400.000	85.001			
			3+840.96	480,614.5535	4,011,030.3308
CLO20	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			3+940.96	480,514.6286	4,011,029.2613
DR21	ANG=301.9709 (g)	289.6416			
			4+230.60	480,225.1258	4,011,038.2267
CLO22	A=179.444				
	R=350.000	92.000			
			4+322.60	480,133.2039	4,011,037.0459
ARC23	XC=480,168.3094				
	YC=4,010,688.8109				
	R=350.000	116.967			
			4+439.57	480,020.9232	4,011,006.2653
CLO24	A=179.444				
	R=350.000	92.000			
			4+531.57	479,941.2497	4,010,960.4051
DR25	ANG=263.9616 (g)	440.1509			
			4+971.72	479,569.7604	4,010,724.3363
ARC26	XC=480,642.4328				
	YC=4,009,036.3274				
	R=2,000.000	107.167			
			5+078.89	479,480.8938	4,010,664.4635
DR27	ANG=260.5503 (g)	386.3800			
			5+465.27	479,166.3542	4,010,440.0657
CLO28	A=268.328				
	R=600.000	120.000			
			5+585.27	479,066.4422	4,010,373.6970
ARC29	XC=478,768.4841				
	YC=4,010,894.4858				
	R=600.000	194.407			
			5+779.68	478,885.1338	4,010,305.9343
CLO30	A=268.328				

	R=600.000	120.000			
			5+899.68	478,766.1836	4,010,290.5049
DR31	ANG=293.9100 (g)	1,314.2493			
			7+213.92	477,457.9432	4,010,164.9726
CLO32	A=268.328				
	R=600.000	120.000			
			7+333.92	477,338.2295	4,010,157.5009
ARC33	XC=477,340.8322				
	YC=4,010,757.4953				
	R=600.000	153.170			
			7+487.09	477,186.8032	4,010,177.6030
CLO34	A=268.328				
	R=600.000	120.000			
			7+607.09	477,073.1852	4,010,216.0498
DR35	ANG=322.8942 (g)	240.2940			
			7+847.39	476,848.2628	4,010,300.6141
ARC36	XC=476,214.8064				
	YC=4,008,615.7601				
	R=1,800.000	88.311			
			7+935.70	476,764.8724	4,010,329.6525
DR37	ANG=319.7709 (g)	569.1584			
			8+504.86	476,222.9411	4,010,503.5829
CLO38	A=157.987				
	R=240.000	104.000			
			8+608.86	476,126.6677	4,010,542.3435
ARC39	XC=476,247.4211				
	YC=4,010,749.7529				
	R=240.000	123.608			
			8+732.47	476,040.1701	4,010,628.7280
CLO40	A=157.987				
	R=240.000	104.000			
			8+836.47	476,001.2834	4,010,724.9505
DR41	ANG=380.1457 (g)	146.4477			
			8+982.91	475,956.3475	4,010,864.3338
CLO42	A=167.929				
	R=300.000	94.000			
			9+076.91	475,922.9114	4,010,952.0764
ARC43	XC=475,655.2425				
	YC=4,010,816.6020				
	R=300.000	186.926			
			9+263.84	475,793.5562	4,011,082.8149
CLO44	A=167.929				
	R=300.000	94.000			
			9+357.84	475,706.1742	4,011,117.1823
DR45	ANG=320.5314 (g)	112.2902			
			9+470.13	475,599.6732	4,011,152.7722
CLO46	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			9+570.13	475,503.6578	4,011,180.4697

ANNEXES

ARC47	XC=475,425.1677				
	YC=4,010,788.2462				
	R=400.000	22.345			
			9+592.47	475,481.6363	4,011,184.2403
CLO48	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			9+692.47	475,381.8755	4,011,190.0635
DR49	ANG=301.0596 (g)	434.0603			
			10+126.53	474,947.8753	4,011,197.2878
CLO50	A=167.929				
	R=300.000	94.000			
			10+220.53	474,854.2003	4,011,203.7481
ARC51	XC=474,905.9337				
	YC=4,011,499.2539				
	R=300.000	193.182			
			10+413.72	474,687.1534	4,011,293.9853
CLO52	A=167.929				
	R=300.000	94.000			
			10+507.72	474,630.3960	4,011,368.7873
DR53	ANG=362.0015 (g)	229.8156			
			10+737.53	474,501.2250	4,011,558.8664
CLO54	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			10+837.53	474,441.6640	4,011,639.1073
ARC55	XC=474,141.4378				
	YC=4,011,374.7890				
	R=400.000	215.374			
			11+052.91	474,263.6446	4,011,755.6636
CLO56	A=200.000				
	R=400.000	100.000			
			11+152.91	474,166.2809	4,011,778.1674
DR57	ANG=311.8081 (g)	136.3755			
			11+289.28	474,032.2445	4,011,803.3178
CLO58	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			11+395.28	473,930.1104	4,011,830.7348
ARC59	XC=474,023.0369				
	YC=4,012,041.1265				
	R=230.000	166.385			
			11+561.67	473,814.1156	4,011,944.9397
CLO60	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			11+667.67	473,785.1137	4,012,046.6352
DR61	ANG=387.2019 (g)	294.7435			
			11+962.41	473,726.2593	4,012,335.4429
CLO62	A=182.346				
	R=350.000	95.000			
			12+057.41	473,703.1191	4,012,427.5014
ARC63	XC=473,372.7768				

	YC=4,012,311.8552				
	R=350.000	247.007			
			12+304.42	473,549.2050	4,012,614.1351
CLO64	A=182.346				
	R=350.000	95.000			
			12+399.42	473,463.2366	4,012,654.3801
CLO65	A=182.346				
	R=350.000	95.000			
			12+494.42	473,377.2682	4,012,694.6251
ARC66	XC=473,553.6964				
	YC=4,012,996.9049				
	R=350.000	553.716			
			13+048.13	473,253.4204	4,013,176.7225
CLO67	A=182.346				
	R=350.000	95.000			
			13+143.13	473,309.3472	4,013,253.4194
DR68	ANG=42.9897 (g)	163.3622			
			13+306.50	473,411.4677	4,013,380.9288
CLO69	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			13+412.50	473,471.0480	4,013,468.2973
ARC70	XC=473,263.4324				
	YC=4,013,567.2707				
	R=230.000	245.237			
			13+657.73	473,450.4371	4,013,701.1708
CLO71	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			13+763.73	473,376.4377	4,013,776.7165
CLO72	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			13+869.73	473,302.4383	4,013,852.2623
ARC73	XC=473,489.4430				
	YC=4,013,986.1624				
	R=230.000	147.857			
			14+017.59	473,259.4959	4,013,991.0970
CLO74	A=156.141				
	R=230.000	106.000			
			14+123.59	473,277.9198	4,014,095.2298
DR75	ANG=16.0359 (g)	226.4124			
			14+350.00	473,334.3499	4,014,314.4973

Listing Profil en long :

Profil en long : ligne rouge Axe projet
Description: Contournement sud de Médéa
Plage d'abscisse : Début: 0+000.00, Fin: 14+350.00
LONGUEUR DE L'AXE : 14,350.000m

Elément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0+000.00	923.001
D1	PENTE= -7.29%	106.873		
			0+106.87	915.208
PAR1	S= 0+192.00 Z=909.000			
	R = 3,000.000	170.254		
			0+277.13	907.623
D2	PENTE= -1.62%	167.951		
			0+445.08	904.907
PAR2	S= 0+563.00 Z=903.000			
	R = 5,000.000	235.844		
			0+680.92	895.531
D3	PENTE= -6.33%	1,100.674		
			1+781.60	825.813
PAR3	S= 1+826.00 Z=823.000			
	R = 5,000.000	88.809		
			1+870.40	819.399
D4	PENTE= -8.11%	1,073.429		
			2+943.83	732.340
PAR4	S= 3+059.00 Z=723.000			
	R = 5,000.000	230.333		
			3+174.17	718.965
D5	PENTE= -3.50%	436.971		
			3+611.14	703.655
PAR5	S= 3+744.00 Z=699.000			
	R = 5,000.000	265.726		
			3+876.86	701.406
D6	PENTE= 1.81%	263.578		
			4+140.44	706.179
PAR6	S= 4+241.00 Z=708.000			
	R = 4,200.000	201.118		
			4+341.56	705.006
D7	PENTE= -2.98%	588.517		
			4+930.08	687.482
PAR7	S= 5+047.00 Z=684.000			
	R = 3,500.000	233.848		
			5+163.92	688.331
D8	PENTE= 3.70%	148.718		
			5+312.64	693.839

PAR8	S= 5+479.00 Z=700.000			
	R = 4,000.000	332.716		
			5+645.36	692.324
D9	PENTE= -4.61%	245.275		
			5+890.63	681.006
PAR9	S= 5+997.00 Z=676.099			
	R = 2,500.000	212.734		
			6+103.37	680.242
D10	PENTE= 3.90%	630.128		
			6+733.49	704.786
PAR10	S= 6+816.00 Z=708.000			
	R = 2,600.000	165.010		
			6+898.51	705.977
D11	PENTE= -2.45%	33.819		
			6+932.32	705.148
PAR11	S= 7+044.00 Z=702.411			
	R = 2,000.000	223.352		
			7+155.68	712.145
D12	PENTE= 8.72%	138.035		
			7+293.71	724.176
PAR12	S= 7+372.00 Z=731.000			
	R = 2,000.000	156.578		
			7+450.29	731.695
D13	PENTE= 0.89%	984.179		
			8+434.47	740.427
PAR13	S= 8+499.00 Z=741.000			
	R = 4,000.000	129.065		
			8+563.53	743.655
D14	PENTE= 4.11%	109.162		
			8+672.69	748.146
PAR14	S= 8+815.00 Z=754.000			
	R = 3,500.000	284.612		
			8+957.31	748.282
D15	PENTE= -4.02%	248.037		
			9+205.34	738.317
PAR15	S= 9+263.00 Z=736.000			
	R = 5,000.000	115.313		
			9+320.66	732.354
D16	PENTE= -6.32%	633.064		
			9+953.72	692.318
PAR16	S= 10+275.00 Z=672.000			
	R = 5,000.000	642.560		
			10+596.28	692.970
D17	PENTE= 6.53%	472.854		
			11+069.13	723.834
PAR17	S= 11+087.00 Z=725.000			
	R = 4,000.000	35.732		
			11+104.87	726.007
D18	PENTE= 5.63%	378.782		

			11+483.65	747.346
PAR18	S= 11+584.00 Z=753.000			
	R = 4,000.000	200.704		
			11+684.35	753.618
D19	PENTE= 0.62%	843.179		
			12+527.53	758.814
PAR19	S= 12+720.00 Z=760.000			
	R = 8,000.000	384.938		
			12+912.47	770.447
D20	PENTE= 5.43%	381.064		
			13+293.53	791.131
PAR20	S= 13+473.00 Z=800.872			
	R = 4,000.000	358.933		
			13+652.47	794.509
D21	PENTE= -3.55%	242.236		
			13+894.70	785.921
PAR21	S= 14+053.56 Z=780.289			
	R = 2,800.000	317.723		
			14+212.43	792.683
D22	PENTE= 7.80%	137.576		
			14+350.00	803.416

ANNEXES

Cubatures Déblai Remblai

Abscisse	Surface		volumes partiels		volumes cumulés	
	déblai	remblai	déblai	remblai	déblai	remblai
0+000.00	19,57	3,1	0	0	0	0
0+025.00	32,56	1,91	651,68	62,66	651,68	62,66
0+050.00	44,94	3,04	968,8	61,85	1620,48	124,51
0+075.00	3,72	25,08	608,26	351,5	2228,73	476,01
0+100.00	0	113,1	46,5	1727,32	2275,23	2203,32
0+125.00	0	190,26	0	3782,35	2275,23	5985,67
0+150.00	0	214,45	0	5032,84	2275,23	11018,51
0+175.00	0	197,19	0,02	5098,96	2275,25	16117,47
0+200.00	0	144,26	0,02	4225,57	2275,27	20343,05
0+225.00	0	118,38	0,02	3253,4	2275,29	23596,44
0+250.00	0	117,25	0,04	2923,24	2275,33	26519,68
0+275.00	0	140,48	0,01	3203,26	2275,34	29722,94
0+300.00	0	110	0	3114,81	2275,34	32837,74
0+325.00	14,02	17,34	175,29	1591,76	2450,62	34429,5
0+350.00	63,64	0	970,78	216,73	3421,4	34646,23
0+375.00	69,86	0	1668,75	0	5090,15	34646,23
0+400.00	36,26	0,54	1326,5	6,72	6416,65	34652,95
0+425.00	33,84	2,55	876,26	38,63	7292,91	34691,58
0+450.00	37,23	0,11	888,38	33,28	8181,29	34724,86
0+475.00	28,37	2,16	819,94	28,33	9001,23	34753,19
0+500.00	32,02	5,78	754,86	99,2	9756,09	34852,39
0+525.00	23,31	6,49	691,68	153,42	10447,77	35005,81
0+550.00	16,99	4,41	503,77	136,35	10951,54	35142,15
0+575.00	37,39	0	679,77	55,17	11631,3	35197,32
0+600.00	45,2	0	1032,4	0	12663,71	35197,32
0+625.00	35,35	0	1006,92	0	13670,63	35197,32
0+650.00	26,67	0	775,36	0,01	14445,99	35197,33
0+675.00	29,54	0	702,74	0,03	15148,73	35197,36
0+700.00	39,16	0	858,76	0,01	16007,49	35197,37
0+725.00	54,57	0	1171,56	0	17179,05	35197,37
0+750.00	54,51	0	1363,53	0	18542,58	35197,38
0+775.00	31,89	0,01	1080,01	0,1	19622,58	35197,48
0+800.00	7,86	3,32	496,83	41,63	20119,41	35239,11
0+825.00	0	44,66	98,25	599,8	20217,66	35838,91
0+850.00	0	64,94	0	1369,99	20217,66	37208,89
0+875.00	0	122,53	0	2343,37	20217,66	39552,26
0+900.00	0	134,6	0	3214,15	20217,66	42766,4
0+925.00	0	134,4	0	3362,55	20217,66	46128,95
0+950.00	0,03	131,21	0,35	3320,23	20218,01	49449,18
0+975.00	0	133,47	0,35	3308,53	20218,36	52757,71
1+000.00	0	86,32	0	2747,34	20218,36	55505,05
1+025.00	5,03	34,65	62,91	1512,13	20281,27	57017,18
1+050.00	11,51	14,17	206,82	610,32	20488,09	57627,5
1+075.00	12,35	8,86	302,53	285,07	20790,61	57912,57
1+100.00	26,19	0,27	490,3	112,3	21280,92	58024,87
1+125.00	70,93	0,04	1237,22	3,77	22518,13	58028,64

1+150.00	122,42	0,05	2463,91	1,22	24982,05	58029,86
1+175.00	188,09	0	3972,2	0,71	28954,25	58030,57
1+200.00	250,48	0	5617,3	0	34571,55	58030,57
1+225.00	259,59	0,01	6498,68	0,13	41070,22	58030,7
1+250.00	167,67	0,01	5401,1	0,29	46471,33	58030,99
1+275.00	100,54	0	3371,61	0,23	49842,94	58031,22
1+300.00	57,51	0	1975,61	0,06	51818,56	58031,28
1+325.00	49,68	0	1339,83	0	53158,39	58031,28
1+350.00	24,66	3,67	929,17	45,82	54087,56	58077,1
1+375.00	0,47	45,17	314,02	610,44	54401,59	58687,54
1+400.00	0	51,75	5,82	1211,55	54407,41	59899,1
1+425.00	0	79,6	0,02	1642	54407,43	61541,09
1+450.00	0	116,69	0,02	2453,68	54407,45	63994,77
1+475.00	0	140,18	0	3210,93	54407,45	67205,7
1+500.00	0	150,88	0	3638,33	54407,45	70844,03
1+525.00	0	153,74	0	3807,71	54407,45	74651,74
1+550.00	0	137,25	0,04	3637,34	54407,49	78289,08
1+575.00	0	114,3	0,05	3144,44	54407,54	81433,51
1+600.00	0	90,17	0,01	2555,94	54407,54	83989,45
1+625.00	0	57,49	0	1845,81	54407,54	85835,26
1+650.00	0,01	26,67	0,11	1052,02	54407,65	86887,28
1+675.00	4,03	11,72	50,48	479,88	54458,13	87367,17
1+700.00	36,71	0	509,22	146,52	54967,36	87513,69
1+725.00	97,55	0,01	1678,26	0,07	56645,62	87513,76
1+750.00	175,15	0	3408,75	0,07	60054,37	87513,84
1+775.00	246,53	0	5270,94	0,02	65325,31	87513,86
1+800.00	321,41	0	7099,23	0,02	72424,54	87513,88
1+825.00	460,47	0	9773,46	0,02	82198	87513,9
1+850.00	696,05	0	14456,49	0,04	96654,5	87513,94
1+875.00	1006,77	0	21285,25	0,02	117939,75	87513,96
1+900.00	1189,07	0	27448	0	145387,75	87513,96
1+925.00	1172,8	0	29523,44	0	174911,19	87513,96
1+950.00	1013,14	0,01	27324,25	0,08	202235,44	87514,04
1+975.00	815,08	0	22852,72	0,08	225088,16	87514,13
2+000.00	598,21	0	17666,13	0	242754,29	87514,13
2+025.00	446,39	0	13057,5	0	255811,78	87514,13
2+050.00	341,08	0,14	9843,38	1,69	265655,17	87515,82
2+075.00	298,91	0,01	7999,9	1,77	273655,07	87517,59
2+100.00	253,35	0	6903,21	0,08	280558,28	87517,67
2+125.00	225,87	0,01	5990,21	0,15	286548,5	87517,83
2+150.00	140,85	0,31	4584,07	4,02	291132,56	87521,85
2+175.00	63,28	14,98	2527,84	192,83	293660,4	87714,67
2+200.00	3,49	58,58	821,06	929,83	294481,46	88644,51
2+225.00	0	99,74	42,48	2005,39	294523,95	90649,9
2+250.00	0	118,9	0	2774,54	294523,95	93424,44
2+275.00	39,17	6,26	478,03	1588,95	295001,97	95013,4
2+300.00	84,97	0	1518,82	80,19	296520,79	95093,58
2+325.00	83,05	0,99	2054,09	12,18	298574,88	95105,77
2+350.00	269,16	0	4301,02	12,18	302875,9	95117,95
2+375.00	187,58	0,21	5553,47	2,42	308429,37	95120,37
2+400.00	288,91	0	5751,43	2,42	314180,8	95122,8
2+425.00	470,01	0	9180,06	0	323360,86	95122,8

2+450.00	284,21	0,03	9140,38	0,4	332501,25	95123,2
2+475.00	135,41	0	5101,06	0,4	337602,3	95123,6
2+500.00	32,71	16,93	2053,65	216,46	339655,95	95340,05
2+525.00	50,56	16,91	1018,07	431,01	340674,01	95771,06
2+550.00	30,04	36,97	991,92	682,03	341665,93	96453,09
2+575.00	4,84	106,89	436,09	1798,21	342102,02	98251,3
2+600.00	0	353,45	60,53	5754,31	342162,55	104005,61
2+625.00	0,02	479,69	0,3	10414,34	342162,85	114419,96
2+650.00	0,14	472,68	2,03	11904,71	342164,88	126324,67
2+675.00	0	588,92	1,73	13270,07	342166,61	139594,74
2+700.00	0	722,96	0	16398,49	342166,61	155993,23
2+725.00	0	764,55	0	18593,79	342166,61	174587,02
2+750.00	0	716,44	0	18399,01	342166,61	192986,03
2+775.00	0	666,5	0	17094,41	342166,61	210080,44
2+800.00	0	601,65	0	15613,89	342166,61	225694,34
2+825.00	0	552,02	0	14122,53	342166,61	239816,86
2+850.00	0	620,95	0	14370,01	342166,61	254186,88
2+875.00	0	550,93	0	14378,95	342166,61	268565,82
2+900.00	0	586,93	0	13956,61	342166,61	282522,44
2+925.00	0	673,74	0,06	15589,45	342166,67	298111,89
2+950.00	0	690,35	0,06	17059,52	342166,73	315171,41
2+975.00	0	568,69	0,02	15902,9	342166,75	331074,31
3+000.00	0	407,56	0,02	12353,38	342166,76	343427,69
3+025.00	0	263,34	0	8441,44	342166,76	351869,13
3+050.00	0,01	84,26	0,18	4345,05	342166,94	356214,18
3+075.00	21,58	13,47	269,91	1221,66	342436,85	357435,85
3+100.00	80,11	0	1271,16	168,41	343708,02	357604,26
3+125.00	163,3	0	3042,64	0	346750,66	357604,26
3+150.00	229,23	0	4906,54	0	351657,2	357604,26
3+175.00	168,76	0	4974,84	0	356632,05	357604,26
3+200.00	82,37	0,08	3139,16	1	359771,21	357605,26
3+225.00	65,84	0,24	1852,6	3,99	361623,81	357609,24
3+250.00	72,47	0	1728,78	2,99	363352,59	357612,23
3+275.00	50,6	0	1538,37	0	364890,96	357612,23
3+300.00	10,58	3,74	764,77	46,73	365655,73	357658,96
3+325.00	18,91	37,52	368,57	515,7	366024,3	358174,66
3+350.00	128,88	0	1847,28	468,97	367871,58	358643,63
3+375.00	231,68	0	4506,96	0,01	372378,54	358643,64
3+400.00	228,67	0	5754,37	0	378132,91	358643,64
3+425.00	172,09	0	5009,43	0	383142,34	358643,64
3+450.00	74,82	0,06	3086,34	0,69	386228,68	358644,33
3+475.00	33,84	12,54	1358,21	157,42	387586,9	358801,74
3+500.00	0,07	58,37	423,79	886,4	388010,69	359688,14
3+525.00	0	139,8	0,84	2477,14	388011,53	362165,29
3+550.00	0	154,85	0	3683,14	388011,53	365848,42
3+575.00	0	148,82	0,04	3795,87	388011,57	369644,29
3+600.00	0	137,37	0,04	3577,3	388011,61	373221,59
3+625.00	0	150,51	0,05	3598,5	388011,65	376820,09
3+650.00	0	151,99	0,05	3781,24	388011,7	380601,33
3+675.00	0	136,3	0	3603,63	388011,7	384204,95
3+700.00	0	108,41	0	3063,12	388011,7	387268,07
3+725.00	0	80,94	0	2373,96	388011,7	389642,04

3+750.00	0	56,63	0	1729,86	388011,7	391371,89
3+775.00	0	35,08	0,01	1157,93	388011,71	392529,82
3+800.00	4,59	22,18	55,73	725,36	388067,44	393255,18
3+825.00	9,74	15,49	174,11	478,82	388241,56	393733,99
3+850.00	14,45	8,58	294,39	306,59	388535,95	394040,58
3+875.00	13,72	14,37	344,51	291,22	388880,47	394331,8
3+900.00	5,72	22,64	239,14	466,93	389119,61	394798,73
3+925.00	7,86	22,21	168,27	563,4	389287,87	395362,13
3+950.00	1,62	37,33	118,49	744,28	389406,37	396106,41
3+975.00	0,01	51,05	20,34	1104,77	389426,71	397211,18
4+000.00	0	65,43	0,1	1455,92	389426,81	398667,1
4+025.00	0	98,7	0,03	2051,53	389426,84	400718,62
4+050.00	0,01	99,76	0,12	2480,68	389426,96	403199,3
4+075.00	0	94,74	0,09	2431,18	389427,06	405630,48
4+100.00	0,27	70,79	3,38	2069,12	389430,44	407699,6
4+125.00	13,06	55,42	166,63	1577,67	389597,07	409277,28
4+150.00	13,03	60,6	326,15	1450,24	389923,23	410727,52
4+175.00	0,32	92,23	166,9	1910,36	390090,12	412637,88
4+200.00	0	149,34	4	3019,57	390094,12	415657,45
4+225.00	0	152,18	0	3768,92	390094,12	419426,37
4+250.00	0,04	147,35	0,47	3744,13	390094,59	423170,5
4+275.00	0,26	130,2	3,8	3436,45	390098,4	426606,95
4+300.00	0	122,23	3,36	3102,73	390101,76	429709,68
4+325.00	0	134,65	0,03	3151,2	390101,79	432860,88
4+350.00	0	144,87	0,03	3447,89	390101,82	436308,77
4+375.00	0,01	141,9	0,08	3557,84	390101,9	439866,61
4+400.00	0	143,05	0,08	3546,74	390101,97	443413,35
4+425.00	0,13	164,91	1,52	3846,76	390103,5	447260,11
4+450.00	0	254,01	1,53	5228,86	390105,02	452488,97
4+475.00	0	177,83	0	5374,87	390105,02	457863,84
4+500.00	5,37	78,4	68,31	3183,35	390173,33	461047,19
4+525.00	62,13	34,82	843,76	1415,3	391017,09	462462,49
4+550.00	116,21	20,36	2229,23	689,81	393246,32	463152,29
4+575.00	137,38	22,71	3169,84	538,39	396416,16	463690,69
4+600.00	101,26	41,76	2983,05	805,89	399399,22	464496,58
4+625.00	86,03	18,83	2341,19	757,37	401740,41	465253,95
4+650.00	93,44	29,67	2243,42	606,29	403983,82	465860,24
4+675.00	70,44	34,99	2048,56	808,34	406032,38	466668,58
4+700.00	41,96	17,99	1404,98	662,25	407437,36	467330,83
4+725.00	52,87	5,99	1185,36	299,64	408622,73	467630,47
4+750.00	94,63	0,41	1843,82	79,94	410466,55	467710,41
4+775.00	115,42	0	2625,67	5,13	413092,21	467715,54
4+800.00	63,28	0	2233,82	0	415326,04	467715,54
4+825.00	0	42,97	791,06	537,11	416117,1	468252,65
4+850.00	0,26	66,33	3,22	1366,21	416120,31	469618,87
4+875.00	37,71	3,19	474,64	868,94	416594,96	470487,81
4+900.00	96,43	0,71	1676,8	48,69	418271,76	470536,5
4+925.00	202,77	0	3740,06	8,85	422011,82	470545,35
4+950.00	196,66	0,01	4992,99	0,16	427004,81	470545,51
4+975.00	167,73	0,05	4554,92	0,79	431559,74	470546,3
5+000.00	32,4	7,52	2501,67	94,58	434061,41	470640,88
5+025.00	13,08	39,66	568,55	589,7	434629,96	471230,58

ANNEXES

5+050.00	22,37	56,11	443,09	1197,08	435073,04	472427,65
5+075.00	91,01	44,71	1417,17	1260,22	436490,22	473687,88
5+100.00	188,67	3,23	3496,01	599,22	439986,23	474287,09
5+125.00	228	0	5208,41	40,32	445194,64	474327,41
5+150.00	52,96	51,31	3512,02	641,36	448706,65	474968,77
5+175.00	17,62	101,83	882,25	1914,22	449588,91	476882,99
5+200.00	388,32	0	5074,23	1272,87	454663,14	478155,86
5+225.00	665,36	0	13171,07	0	467834,21	478155,86
5+250.00	592,62	0,01	15724,85	0,11	483559,06	478155,97
5+275.00	396,95	0,02	12369,62	0,37	495928,68	478156,34
5+300.00	293,05	17,93	8625,01	224,41	504553,69	478380,75
5+325.00	359,64	0	8158,63	224,15	512712,32	478604,89
5+350.00	244,62	8,6	7553,23	107,51	520265,55	478712,4
5+375.00	327,73	0	7154,44	107,51	527419,99	478819,91
5+400.00	472,11	0	9998,07	0	537418,06	478819,91
5+425.00	301,93	0	9675,52	0	547093,58	478819,91
5+450.00	2,44	301,91	3804,62	3773,9	550898,2	482593,81
5+475.00	0	230,7	30,52	6657,61	550928,73	489251,42
5+500.00	192,8	0,16	2409,94	2885,71	553338,67	492137,13
5+525.00	46,17	36,09	2987,03	453,19	556325,7	492590,31
5+550.00	0,03	224,3	569,44	3284,83	556895,13	495875,14
5+575.00	41,93	109,97	513,02	4236,66	557408,15	500111,8
5+600.00	195,6	3,05	2886,93	1443,06	560295,08	501554,86
5+625.00	207,27	1,06	4889,24	52,37	565184,32	501607,23
5+650.00	285,77	0,05	5975,78	14,03	571160,1	501621,26
5+675.00	384,98	0	8135,51	0,6	579295,61	501621,87
5+700.00	221,09	4,72	7363,47	60,08	586659,08	501681,95
5+725.00	20,85	62,03	2944,55	847,83	589603,63	502529,78
5+750.00	0	223,02	254,52	3615,69	589858,15	506145,47
5+775.00	0	282,39	0,05	6405,93	589858,2	512551,39
5+800.00	0	287,57	0	7205,72	589858,2	519757,12
5+825.00	0,32	347,97	4,12	7995,15	589862,32	527752,27
5+850.00	0	424,22	4,08	9699,63	589866,4	537451,9
5+875.00	0,03	385,62	0,37	10122,92	589866,77	547574,83
5+900.00	0	351,25	0,36	9210,87	589867,13	556785,7
5+925.00	0,02	350,89	0,31	8776,75	589867,45	565562,45
5+950.00	0,05	378,66	0,89	9119,3	589868,34	574681,75
5+975.00	0,14	416,09	2,29	9934,36	589870,63	584616,11
6+000.00	0	436,82	1,7	10661,34	589872,33	595277,44
6+025.00	0	296,5	0	9166,42	589872,33	604443,86
6+050.00	0	141,4	0	5473,65	589872,33	609917,51
6+075.00	74,69	0,34	933,59	1771,73	590805,93	611689,24
6+100.00	599,94	0	8432,82	4,29	599238,75	611693,53
6+125.00	1178,12	0,82	22225,69	10,22	621464,44	611703,75
6+150.00	1531,89	0	33875,03	10,22	655339,47	611713,98
6+175.00	1963,74	0	43695,36	0	699034,84	611713,98
6+200.00	2061,37	0	50313,96	0	749348,79	611713,98
6+225.00	1953,83	0	50190,1	0	799538,89	611713,98
6+250.00	1737,51	0	46141,76	0	845680,65	611713,98
6+275.00	1477,55	0	40188,23	0	885868,88	611713,98
6+300.00	1218,98	0	33706,6	0	919575,48	611713,98
6+325.00	849,64	0,06	25857,65	0,79	945433,12	611714,77

6+350.00	455,54	0,62	16314,7	8,59	961747,82	611723,36
6+375.00	511,86	0	12092,47	7,8	973840,29	611731,16
6+400.00	683,44	0	14941,23	0	988781,52	611731,16
6+425.00	715	0	17480,51	0	1006262,03	611731,16
6+450.00	697,99	0,13	17662,38	1,67	1023924,41	611732,83
6+475.00	619,49	3,44	16468,54	44,67	1040392,96	611777,5
6+500.00	389,28	6,54	12609,61	124,73	1053002,56	611902,23
6+525.00	115,32	19,59	6307,42	326,56	1059309,99	612228,79
6+550.00	24,64	19,15	1749,51	484,26	1061059,49	612713,05
6+575.00	15,95	20,01	507,36	489,5	1061566,85	613202,54
6+600.00	17,19	15,44	414,22	443,13	1061981,07	613645,68
6+625.00	126,93	0	1801,48	193,07	1063782,55	613838,74
6+650.00	319,08	0	5575,04	0,03	1069357,59	613838,77
6+675.00	590,36	0	11368,01	0,02	1080725,6	613838,79
6+700.00	928,42	0	18984,86	0	1099710,47	613838,79
6+725.00	1045,86	0	24678,53	0	1124388,99	613838,79
6+750.00	1117,89	0	27046,88	0	1151435,87	613838,79
6+775.00	1278,72	0	29957,68	0	1181393,55	613838,79
6+800.00	1039,12	0	28973	0	1210366,56	613838,79
6+825.00	884,22	0,01	24041,77	0,13	1234408,33	613838,92
6+850.00	453,95	0	16727,11	0,13	1251135,44	613839,06
6+875.00	282,59	202,48	9206,71	2530,96	1260342,15	616370,02
6+900.00	301,74	243,14	7304,12	5570,23	1267646,27	621940,25
6+925.00	116,03	400,34	5222,06	8043,58	1272868,33	629983,83
6+950.00	0,83	407,01	1460,66	10091,96	1274328,99	640075,78
6+975.00	0,66	670,95	18,54	13474,49	1274347,53	653550,28
7+000.00	0	727,65	8,21	17482,52	1274355,75	671032,79
7+025.00	3,16	518,1	39,44	15571,92	1274395,19	686604,71
7+050.00	2,46	205,23	70,19	9041,68	1274465,38	695646,39
7+075.00	0	105,56	30,74	3884,88	1274496,12	699531,27
7+100.00	5,58	28,01	69,72	1669,58	1274565,84	701200,85
7+125.00	70,26	0,09	947,96	351,27	1275513,79	701552,12
7+150.00	214,35	0,01	3557,56	1,3	1279071,35	701553,42
7+175.00	466,48	0	8510,29	0,16	1287581,64	701553,58
7+200.00	736,42	0	15036,28	0	1302617,92	701553,58
7+225.00	939,45	0	20948,45	0	1323566,37	701553,58
7+250.00	1076,3	0	25196,91	0	1348763,28	701553,58
7+275.00	1223,01	0	28741,45	0	1377504,73	701553,58
7+300.00	886,8	0	26163,46	0	1403668,19	701553,58
7+325.00	558,38	0	17841,14	0	1421509,32	701553,58
7+350.00	353,96	0,15	11225,52	1,72	1432734,84	701555,31
7+375.00	340,69	0,19	8537,55	4,17	1441272,4	701559,48
7+400.00	483,39	0	10149,8	2,45	1451422,2	701561,93
7+425.00	673,91	0,04	14240,81	0,46	1465663	701562,38
7+450.00	781,22	0	17847,43	0,46	1483510,43	701562,84
7+475.00	601,85	0	16914,13	0	1500424,56	701562,84
7+500.00	664,78	0	15461,62	0	1515886,18	701562,84
7+525.00	788,75	0	17831,28	0	1533717,46	701562,84
7+550.00	946,96	0	21413,6	0,01	1555131,07	701562,85
7+575.00	1019,69	0	24583,16	0,01	1579714,23	701562,85
7+600.00	988,36	0	25100,73	0	1604814,96	701562,85
7+625.00	895,31	0,09	23545,94	1,1	1628360,89	701563,95

7+650.00	774,76	0	20875,87	1,1	1649236,76	701565,04
7+675.00	678,53	0,15	18166,13	1,88	1667402,89	701566,93
7+700.00	573,4	0	15649,16	1,88	1683052,05	701568,81
7+725.00	367,47	0,48	11760,85	6,02	1694812,9	701574,83
7+750.00	589,3	0	11959,52	6,02	1706772,43	701580,85
7+775.00	849,5	0	17984,98	0	1724757,41	701580,85
7+800.00	917,65	0	22089,37	0	1746846,78	701580,85
7+825.00	651,11	0	19609,51	0,05	1766456,29	701580,9
7+850.00	296,87	1,45	11849,82	18,23	1778306,11	701599,13
7+875.00	9,49	12,34	3829,55	172,43	1782135,66	701771,57
7+900.00	119,86	0	1616,84	154,26	1783752,5	701925,82
7+925.00	194,69	0	3931,8	0,02	1787684,3	701925,84
7+950.00	142,78	0,31	4218,39	3,86	1791902,69	701929,7
7+975.00	96,99	0,54	2997,14	10,55	1794899,83	701940,25
8+000.00	77,87	4,87	2185,69	67,56	1797085,53	702007,81
8+025.00	68,01	5,66	1823,44	131,6	1798908,97	702139,41
8+050.00	83,92	5,76	1899,12	142,78	1800808,09	702282,19
8+075.00	211,72	0	3695,57	72,02	1804503,66	702354,21
8+100.00	384,22	0	7449,25	0	1811952,91	702354,21
8+125.00	315,65	0	8748,29	0	1820701,19	702354,21
8+150.00	197	1,62	6408,05	20,22	1827109,25	702374,43
8+175.00	179,78	35,93	4709,74	469,3	1831818,98	702843,73
8+200.00	492,48	0	8403,26	449,07	1840222,24	703292,8
8+225.00	552,48	0	13061,97	0	1853284,21	703292,8
8+250.00	580,94	0,03	14167,79	0,39	1867452	703293,19
8+275.00	489	0	13374,33	0,39	1880826,33	703293,58
8+300.00	246,2	0	9190,01	0	1890016,34	703293,58
8+325.00	74,56	45,81	4009,46	572,57	1894025,8	703866,14
8+350.00	0	204,34	931,97	3126,77	1894957,77	706992,92
8+375.00	0	270,96	0,01	5941,21	1894957,78	712934,13
8+400.00	0	159,16	0,01	5376,47	1894957,8	718310,6
8+425.00	46,35	10,25	579,44	2117,54	1895537,23	720428,14
8+450.00	224,91	0,02	3390,87	128,35	1898928,11	720556,49
8+475.00	353,17	0	7226,04	0,28	1906154,15	720556,77
8+500.00	466,45	0	10245,18	0	1916399,33	720556,77
8+525.00	213,94	13,11	8504,83	163,93	1924904,16	720720,7
8+550.00	7,27	87,69	2701,48	1271,33	1927605,64	721992,03
8+575.00	0	169,35	87,92	3240,78	1927693,56	725232,81
8+600.00	0	219,47	0	4907,09	1927693,56	730139,9
8+625.00	0,02	224,8	0,23	5654,4	1927693,79	735794,3
8+650.00	0,04	102,3	0,75	4177,18	1927694,54	739971,48
8+675.00	0,01	73,18	0,6	2231,38	1927695,15	742202,86
8+700.00	0	311,45	0,09	4950,66	1927695,24	747153,52
8+725.00	0,03	546,2	0,29	11152,16	1927695,52	758305,68
8+750.00	0,01	640,56	0,35	15427,32	1927695,87	773733
8+775.00	0	534,04	0,06	15090,29	1927695,93	788823,29
8+800.00	0	416,4	0	12088,7	1927695,93	800911,99
8+825.00	0	433,56	0	10723,61	1927695,93	811635,6
8+850.00	0	571,06	0	12557,8	1927695,93	824193,4
8+875.00	0	604,59	0,03	14695,64	1927695,96	838889,04
8+900.00	0	708,69	0,03	16415,99	1927695,99	855305,03
8+925.00	0,14	872,96	1,69	19770,64	1927697,68	875075,67

8+950.00	0	1060,43	1,69	24167,34	1927699,37	899243,02
8+975.00	0	853,92	0	23929,35	1927699,37	923172,37
9+000.00	0	442,12	0	16200,47	1927699,37	939372,83
9+025.00	0	126,27	0,04	7115,34	1927699,41	946488,18
9+050.00	31,44	0,16	397,16	1574,97	1928096,57	948063,14
9+075.00	224,11	0	3231,83	1,99	1931328,4	948065,14
9+100.00	397,57	0	7948,27	0,01	1939276,68	948065,15
9+125.00	370,9	0,02	9961,09	0,23	1949237,77	948065,37
9+150.00	227,48	0	7786,76	0,23	1957024,52	948065,6
9+175.00	144,88	0	4781,92	0	1961806,45	948065,6
9+200.00	124,89	0	3447,96	0	1965254,4	948065,6
9+225.00	242,4	0,08	4712,87	1,12	1969967,28	948066,72
9+250.00	379,25	0,18	7962	3,23	1977929,28	948069,96
9+275.00	556,72	0,09	11897,72	3,38	1989827	948073,33
9+300.00	725,58	0	16159,37	1,23	2005986,38	948074,57
9+325.00	802,05	0	19226,14	0,02	2025212,52	948074,59
9+350.00	939,88	0	21885,6	0,07	2047098,12	948074,65
9+375.00	945,24	0	23563,97	0,05	2070662,09	948074,7
9+400.00	787,13	0	21654,7	0	2092316,78	948074,7
9+425.00	589,53	0	17208,31	0	2109525,1	948074,7
9+450.00	287,31	2,58	10960,5	32,21	2120485,59	948106,91
9+475.00	282,85	0	7127,03	32,21	2127612,62	948139,12
9+500.00	400,92	0	8547,16	0	2136159,78	948139,13
9+525.00	400,72	0	10030,01	0	2146189,79	948139,13
9+550.00	345,84	0,04	9317,3	0,49	2155507,09	948139,62
9+575.00	187,98	0,01	6667,16	0,63	2162174,25	948140,25
9+600.00	0	63,53	2363,87	786,6	2164538,12	948926,85
9+625.00	0,08	329,61	1,02	4896,99	2164539,14	953823,84
9+650.00	4,13	112,12	53,72	5504,31	2164592,87	959328,15
9+675.00	126,36	0	1638,36	1396,21	2166231,23	960724,36
9+700.00	240,15	0	4581,37	0	2170812,6	960724,36
9+725.00	288,04	0	6602,38	0	2177414,98	960724,36
9+750.00	354,02	0	8025,75	0	2185440,73	960724,36
9+775.00	392	2,48	9325,26	30,97	2194765,98	960755,33
9+800.00	527,45	0	11493,2	30,97	2206259,19	960786,3
9+825.00	553,34	0	13509,91	0	2219769,09	960786,3
9+850.00	532,9	0	13577,96	0	2233347,06	960786,3
9+875.00	621,8	1,05	14433,77	13,11	2247780,83	960799,41
9+900.00	593,86	0	15195,81	13,11	2262976,64	960812,51
9+925.00	560,86	2,22	14434,08	27,7	2277410,72	960840,21
9+950.00	677,9	0	15484,53	27,72	2292895,25	960867,93
9+975.00	753,4	0	17891,19	0,02	2310786,44	960867,96
10+000.00	307,94	0	13266,7	0	2324053,15	960867,96
10+025.00	0	110,95	3849,27	1386,91	2327902,41	962254,87
10+050.00	0	701,18	0,02	10151,65	2327902,43	972406,52
10+075.00	0	829,9	0	19138,48	2327902,43	991544,99
10+100.00	0	448,86	0	15984,5	2327902,43	1007529,5
10+125.00	0	157,04	0,01	7573,81	2327902,44	1015103,31
10+150.00	174,85	0	2185,65	1963,04	2330088,09	1017066,35
10+175.00	583,16	0	9396,33	0	2339484,43	1017066,35
10+200.00	832,14	0	17429,5	0	2356913,93	1017066,35
10+225.00	1162,57	0	24482,54	0	2381396,47	1017066,35

10+250.00	1433,46	0	31776,81	0	2413173,27	1017066,35
10+275.00	1454,86	0	35088,53	0,01	2448261,8	1017066,36
10+300.00	1523,3	0	35960,1	0,01	2484221,9	1017066,36
10+325.00	1732,86	0,09	39290,01	1,3	2523511,92	1017067,66
10+350.00	1812,12	0	42720,62	1,3	2566232,53	1017068,96
10+375.00	1690,06	0	42086,15	0,01	2608318,68	1017068,97
10+400.00	1715,88	0	40864,48	0,01	2649183,16	1017068,98
10+425.00	1764,38	0	41840,15	0	2691023,31	1017068,98
10+450.00	1684,27	0	41926,66	0	2732949,97	1017068,98
10+475.00	1509,95	0,47	39251,84	6,15	2772201,81	1017075,14
10+500.00	1412,81	0	36278,61	5,99	2808480,42	1017081,13
10+525.00	989,09	0	30023,73	0	2838504,15	1017081,13
10+550.00	503,91	0,04	18662,44	0,55	2857166,58	1017081,68
10+575.00	73,74	1,2	7220,55	15,54	2864387,13	1017097,22
10+600.00	13,85	91,32	1094,85	1156,55	2865481,99	1018253,77
10+625.00	8,81	147,41	283,27	2984,2	2865765,25	1021237,97
10+650.00	0	154,95	110,14	3779,51	2865875,39	1025017,47
10+675.00	0,2	301,12	2,5	5700,85	2865877,9	1030718,32
10+700.00	0	507,38	2,5	10106,21	2865880,4	1040824,54
10+725.00	0	529,32	0,01	12958,78	2865880,41	1053783,32
10+750.00	0	202,21	0,01	9144,23	2865880,42	1062927,55
10+775.00	39,2	0,02	490,03	2527,9	2866370,45	1065455,45
10+800.00	362,86	0	5019,05	0,22	2871389,5	1065455,67
10+825.00	914,12	0	15967,5	0	2887357	1065455,67
10+850.00	1438,5	0	29454,03	0	2916811,03	1065455,67
10+875.00	1654,02	0	38761,7	0	2955572,73	1065455,67
10+900.00	1669	0	41779,73	0	2997352,45	1065455,67
10+925.00	1575,51	0	40986,37	0	3038338,83	1065455,67
10+950.00	1721,99	0	41751,45	0	3080090,28	1065455,67
10+975.00	1907,14	0	45916,44	0	3126006,72	1065455,67
11+000.00	2042,22	0	49946,66	0	3175953,39	1065455,67
11+025.00	1994,48	0	51128,27	0	3227081,66	1065455,67
11+050.00	1768,93	0	47719,65	0	3274801,31	1065455,67
11+075.00	1860,23	0	45953,18	0	3320754,49	1065455,67
11+100.00	1736,1	0	45435,88	0	3366190,37	1065455,67
11+125.00	1653,2	0,02	42700,33	0,24	3408890,7	1065455,91
11+150.00	1169,74	0	35286,73	0,25	3444177,43	1065456,16
11+175.00	981,8	0	26894,24	0	3471071,67	1065456,16
11+200.00	753,98	0	21697,27	0	3492768,94	1065456,16
11+225.00	549,59	0,12	16294,62	1,45	3509063,56	1065457,61
11+250.00	610,19	0	14497,27	1,45	3523560,83	1065459,06
11+275.00	738,72	0	16861,41	0	3540422,24	1065459,06
11+300.00	760,14	0	18735,69	0	3559157,93	1065459,06
11+325.00	718,09	0	18255,21	0	3577413,14	1065459,06
11+350.00	558,71	0,42	15544,08	5,44	3592957,23	1065464,5
11+375.00	442,76	0	11919,36	5,54	3604876,59	1065470,04
11+400.00	373,23	0	9475,72	0	3614352,31	1065470,04
11+425.00	345,27	0	8347,66	0,03	3622699,97	1065470,07
11+450.00	513,31	0	10122,79	0,03	3632822,76	1065470,1
11+475.00	503,96	0,05	12070,31	0,62	3644893,06	1065470,72
11+500.00	377,94	0	10626,16	0,62	3655519,22	1065471,34
11+525.00	291	0	8238,08	0	3663757,31	1065471,34

11+550.00	135,61	0	5291,01	0,03	3669048,32	1065471,37
11+575.00	19,29	6,99	1909,09	89,94	3670957,41	1065561,32
11+600.00	0	104,11	233,38	1411,65	3671190,79	1066972,97
11+625.00	0,49	69,41	5,96	2189,54	3671196,75	1069162,52
11+650.00	43,52	0	544,87	871,01	3671741,62	1070033,52
11+675.00	111,54	0,02	1938,2	0,21	3673679,82	1070033,73
11+700.00	176,22	0	3596,91	0,21	3677276,73	1070033,93
11+725.00	260,66	0	5460,9	0	3682737,62	1070033,93
11+750.00	170,07	0,09	5384,04	1,17	3688121,66	1070035,11
11+775.00	1,49	82,88	2144,43	1037,21	3690266,09	1071072,32
11+800.00	0	384,53	18,58	5842,67	3690284,67	1076914,99
11+825.00	0	560,67	0	11815,03	3690284,67	1088730,02
11+850.00	0	225,09	0	9822,03	3690284,67	1098552,06
11+875.00	70,95	4,31	886,87	2867,45	3691171,55	1101419,5
11+900.00	203,79	0	3434,22	53,82	3694605,76	1101473,32
11+925.00	305,81	0	6369,94	0	3700975,71	1101473,32
11+950.00	383,02	0,01	8610,37	0,12	3709586,08	1101473,44
11+975.00	468,98	0,01	10649,98	0,2	3720236,06	1101473,63
12+000.00	494,18	0	12068,27	0,08	3732304,33	1101473,71
12+025.00	404,96	0	11303	0	3743607,33	1101473,71
12+050.00	279,76	0,01	8641,64	0,14	3752248,96	1101473,85
12+075.00	267,17	0,19	6845,57	2,58	3759094,53	1101476,43
12+100.00	0	133,56	3304,06	1701,6	3762398,59	1103178,04
12+125.00	0	320,85	0	5627,28	3762398,59	1108805,31
12+150.00	0,08	366,87	1,11	8349,62	3762399,7	1117154,94
12+175.00	1,11	690,78	15,97	12775,07	3762415,67	1129930,01
12+200.00	0,01	1283,92	14,96	24311,32	3762430,63	1154241,32
12+225.00	0	981,92	0,1	28211,6	3762430,74	1182452,93
12+250.00	0,42	420,61	5,56	17376,53	3762436,29	1199829,45
12+275.00	17,88	103,56	238,4	6372,67	3762674,7	1206202,12
12+300.00	128,15	34,43	1908,47	1656,24	3764583,17	1207858,36
12+325.00	6,79	275,66	1756,85	3679,02	3766340,02	1211537,38
12+350.00	0	672,56	86,96	11552,39	3766426,98	1223089,78
12+375.00	0,13	687,07	1,68	16790,34	3766428,66	1239880,12
12+400.00	0	770,18	1,65	18215,68	3766430,3	1258095,8
12+425.00	1,01	816,74	12,67	19836,54	3766442,98	1277932,34
12+450.00	0,02	798,59	13,52	20296,12	3766456,49	1298228,45
12+475.00	0	792,82	0,28	19922,76	3766456,78	1318151,22
12+500.00	0	634,68	0	17650,28	3766456,78	1335801,5
12+525.00	0	433,35	0	13035,15	3766456,78	1348836,64
12+550.00	0,39	286,6	5,04	8765,86	3766461,82	1357602,5
12+575.00	1,37	144,1	20,91	5270,33	3766482,73	1362872,83
12+600.00	0	76,36	15,87	2728,18	3766498,6	1365601,01
12+625.00	2,36	1,25	29,9	961,13	3766528,51	1366562,13
12+650.00	61,22	0,01	795,42	15,79	3767323,93	1366577,92
12+675.00	113,85	0,01	2187,62	0,19	3769511,54	1366578,11
12+700.00	97,59	0	2651,69	0,07	3772163,23	1366578,19
12+725.00	0	110,48	1229,58	1380,87	3773392,82	1367959,06
12+750.00	20,98	62,47	272	2153,06	3773664,82	1370112,12
12+775.00	317,65	0	4370,96	772,19	3778035,78	1370884,3

12+800.00	497,92	0	10515,24	0	3788551,02	1370884,3
12+825.00	439,83	0	12066,15	0	3800617,17	1370884,3
12+850.00	340,56	0,01	10025,77	0,07	3810642,94	1370884,38
12+875.00	199,73	0	6943,93	0,07	3817586,87	1370884,45
12+900.00	42,29	30,78	3115,12	372,3	3820701,99	1371256,75
12+925.00	62,65	12,34	1354,23	521,32	3822056,22	1371778,07
12+950.00	68,88	5,33	1691,54	213,36	3823747,76	1371991,43
12+975.00	27,72	33	1241,8	463,3	3824989,56	1372454,73
13+000.00	6,6	50,82	442,88	1017,32	3825432,44	1373472,05
13+025.00	0	111,02	85,48	1992,3	3825517,92	1375464,35
13+050.00	0	65,16	0	2185,1	3825517,92	1377649,45
13+075.00	4,02	9,83	51,43	932,22	3825569,34	1378581,67
13+100.00	69,35	0,4	930,14	126,14	3826499,48	1378707,81
13+125.00	165,89	0	2970,66	4,91	3829470,14	1378712,72
13+150.00	133,86	0,78	3746,83	9,79	3833216,97	1378722,51
13+175.00	77,63	8,54	2643,54	116,6	3835860,51	1378839,11
13+200.00	47,24	15,48	1560,78	300,26	3837421,28	1379139,37
13+225.00	34,34	17,13	1019,7	407,57	3838440,99	1379546,93
13+250.00	22,46	15,65	710,05	409,76	3839151,03	1379956,69
13+275.00	26,86	14,97	616,52	382,74	3839767,56	1380339,43
13+300.00	37,25	6,59	801,38	269,54	3840568,93	1380608,97
13+325.00	96,85	0,1	1676,25	83,67	3842245,18	1380692,64
13+350.00	303,15	0	4965,93	1,27	3847211,11	1380693,91
13+375.00	314,08	0	7590,38	0	3854801,49	1380693,92
13+400.00	151,65	2,99	5616,33	38,78	3860417,82	1380732,7
13+425.00	52,79	68,23	2417,81	945,65	3862835,63	1381678,35
13+450.00	25,15	90,9	924,95	2111,27	3863760,58	1383789,62
13+475.00	34,32	49,92	708,11	1858,88	3864468,68	1385648,5
13+500.00	0	64,99	409,17	1476,63	3864877,85	1387125,13
13+525.00	0,23	155,73	2,85	2781,28	3864880,7	1389906,41
13+550.00	0,61	378,45	9,58	6697,33	3864890,28	1396603,74
13+575.00	0,1	535,97	7,97	11200,46	3864898,25	1407804,2
13+600.00	0	470,41	1,24	11992,87	3864899,49	1419797,07
13+625.00	0	320,66	0	9389,24	3864899,5	1429186,32
13+650.00	0,29	281,88	3,89	7348,08	3864903,39	1436534,4
13+675.00	0,39	327,92	9,13	7451,1	3864912,52	1443985,5
13+700.00	0	307,82	5,17	7782,41	3864917,7	1451767,91
13+725.00	0	264,58	0	7093,36	3864917,7	1458861,27
13+750.00	0	274,04	0,01	6716,9	3864917,71	1465578,17
13+775.00	0	272,09	0,02	6826,64	3864917,73	1472404,8
13+800.00	0	278,27	0,02	6864,31	3864917,75	1479269,12
13+825.00	0	360,7	0,04	7916,94	3864917,79	1487186,06
13+850.00	0,01	544,11	0,11	11160,45	3864917,9	1498346,51
13+875.00	0	728,79	0,08	15758,82	3864917,98	1514105,34
13+900.00	0	906,44	0	20445,13	3864917,98	1534550,46
13+925.00	0	1002,28	0	24111,95	3864917,98	1558662,41
13+950.00	0	746,82	0,02	22250,2	3864917,99	1580912,61
13+975.00	0	427,98	0,04	14973,07	3864918,04	1595885,68
14+000.00	0	202,8	0,03	8025,33	3864918,06	1603911,01
14+025.00	0,73	103,17	8,58	3901,27	3864926,64	1607812,28

14+050.00	12,52	64,6	158,45	2156,08	3865085,09	1609968,36
14+075.00	22,7	44,7	426,5	1395,86	3865511,59	1611364,22
14+100.00	7,06	51	364,99	1209,12	3865876,58	1612573,34
14+125.00	0,35	99,4	92,61	1879,99	3865969,18	1614453,33
14+150.00	0	754,08	4,42	10668,53	3865973,61	1625121,87
14+175.00	0,1	993,44	1,27	21844,01	3865974,88	1646965,88
14+200.00	0	517,82	1,22	18890,76	3865976,1	1665856,65
14+225.00	0,11	282,07	1,39	9998,65	3865977,5	1675855,3
14+250.00	1,65	162,62	22,08	5558,58	3865999,58	1681413,88
14+275.00	0,49	108,28	26,79	3386,18	3866026,36	1684800,06
14+300.00	0	49,41	6,1	1971,04	3866032,46	1686771,09
14+325.00	7,55	11,71	94,42	763,92	3866126,88	1687535,02
14+350.00	22,73	0	378,55	146,35	3866505,43	1687681,36
14+350.00	22,73	0	0,05	0	**3866505,48**	**1687681,36**

TOTAL Déblai : 3 866 505.48 m^3

TOTAL Remblai :1 687 681.36 m^3

RAPPORT DES MATERIAUX

Abscisse	volumes cumulés (m^3)			
	C.Roulement	C.Base	C.fandation	C.Forme
0+000.00	0	0	0	0
1+000.00	900	1650	3384,2	9409,2
2+000.00	1800	3300	6768,4	18818,4
3+000.00	2700	4950	10152,61	28227,6
4+000.00	3600	6600	13536,81	37636,8
5+000.00	4590	8415	17259,43	47986,92
6+000.00	5400	9900	20305,21	56455,2
7+000.00	6300	11550	23689,41	65864,4
8+000.00	7200	13200	27073,62	75273,6
9+000.00	8100	14850	30457,82	84682,8
10+000.00	9000	16500	33842,02	94092
11+000.00	9900	18150	37226,22	103501,2
12+000.00	10800	19800	40610,43	112910,4
13+000.00	11700	21450	43994,63	122319,6
14+000.00	12600	23100	47378,83	131728,8
14+350.00	**12915**	**23677,5**	**48563,3**	**135022,02**

Listing Tabulations

Nom de l'axe de base: axe Projet
Nom du groupe de tabulations: Groupe de tabulations - 1
Intervalle d'abscisses curvilignes: Départ: 0+000,00, Fin: 14+350,00

Nom de la tabulation	Abscisse curviligne	Terrain naturel Altitude	Profil projet Altitude	X	Y
1	0+000,00	923,001	923,001	483 322,275	4 013 448,728
2	0+025,00	921,208	921,178	483 318,286	4 013 424,048
3	0+050,00	919,775	919,355	483 314,298	4 013 399,368
4	0+075,00	915,971	917,532	483 310,309	4 013 374,688
5	0+100,00	911,072	915,709	483 306,227	4 013 350,024
6	0+125,00	907,593	913,941	483 301,639	4 013 325,450
7	0+150,00	905,97	912,373	483 296,074	4 013 301,080
8	0+175,00	904,976	911,013	483 289,078	4 013 277,083
9	0+200,00	904,828	909,862	483 280,406	4 013 253,641
10	0+225,00	904,738	908,919	483 270,083	4 013 230,878
11	0+250,00	903,801	908,185	483 258,166	4 013 208,907
12	0+275,00	902,624	907,658	483 244,889	4 013 187,727
13	0+300,00	903,009	907,253	483 230,686	4 013 167,155
14	0+325,00	905,478	906,849	483 215,975	4 013 146,942
15	0+350,00	907,639	906,445	483 201,130	4 013 126,827
16	0+375,00	907,283	906,04	483 186,283	4 013 106,713
17	0+400,00	905,803	905,636	483 171,436	4 013 086,599
18	0+425,00	905,337	905,232	483 156,589	4 013 066,485
19	0+450,00	905,06	904,825	483 141,743	4 013 046,371
20	0+475,00	904,218	904,334	483 126,896	4 013 026,257
21	0+500,00	903,595	903,717	483 112,049	4 013 006,143
22	0+525,00	902,323	902,976	483 097,202	4 012 986,029
23	0+550,00	901,628	902,109	483 082,355	4 012 965,915
24	0+575,00	901,454	901,118	483 067,508	4 012 945,801
25	0+600,00	900,549	900,002	483 052,661	4 012 925,688
26	0+625,00	899,081	898,76	483 037,815	4 012 905,574
27	0+650,00	897,446	897,394	483 022,968	4 012 885,460
28	0+675,00	896,007	895,902	483 008,121	4 012 865,346
29	0+700,00	894,529	894,322	482 993,274	4 012 845,232
30	0+725,00	893,568	892,739	482 978,427	4 012 825,118
31	0+750,00	891,989	891,155	482 963,580	4 012 805,004
32	0+775,00	889,646	889,572	482 948,733	4 012 784,890
33	0+800,00	887,203	887,988	482 933,887	4 012 764,776
34	0+825,00	883,469	886,405	482 919,040	4 012 744,662
35	0+850,00	881,774	884,821	482 904,193	4 012 724,548
36	0+875,00	878,569	883,238	482 889,346	4 012 704,434
37	0+900,00	876,689	881,654	482 874,499	4 012 684,320
38	0+925,00	875,156	880,07	482 859,652	4 012 664,206

39	0+950,00	873,356	878,487	482 844,805	4 012 644,092
40	0+975,00	871,94	876,903	482 829,958	4 012 623,978
41	1+000,00	871,711	875,32	482 815,112	4 012 603,864
42	1+025,00	871,811	873,736	482 800,256	4 012 583,757
43	1+050,00	871,095	872,153	482 785,225	4 012 563,780
44	1+075,00	869,802	870,569	482 769,716	4 012 544,174
45	1+100,00	868,925	868,986	482 753,441	4 012 525,200
46	1+125,00	868,789	867,402	482 736,149	4 012 507,151
47	1+150,00	868,356	865,819	482 717,767	4 012 490,212
48	1+175,00	867,523	864,235	482 698,363	4 012 474,455
49	1+200,00	867,354	862,652	482 678,013	4 012 459,941
50	1+225,00	866,639	861,068	482 656,818	4 012 446,690
51	1+250,00	863,358	859,485	482 634,997	4 012 434,494
52	1+275,00	860,002	857,901	482 612,779	4 012 423,033
53	1+300,00	857,179	856,317	482 590,360	4 012 411,970
54	1+325,00	855,454	854,734	482 567,899	4 012 400,992
55	1+350,00	853,05	853,15	482 545,438	4 012 390,015
56	1+375,00	849,589	851,567	482 522,977	4 012 379,038
57	1+400,00	847,372	849,983	482 500,516	4 012 368,061
58	1+425,00	844,819	848,4	482 478,055	4 012 357,083
59	1+450,00	842,172	846,816	482 455,594	4 012 346,106
60	1+475,00	839,921	845,233	482 433,133	4 012 335,129
61	1+500,00	837,868	843,649	482 410,672	4 012 324,152
62	1+525,00	836,06	842,066	482 388,211	4 012 313,175
63	1+550,00	834,938	840,482	482 365,749	4 012 302,198
64	1+575,00	834,026	838,899	482 343,288	4 012 291,220
65	1+600,00	833,235	837,315	482 320,827	4 012 280,243
66	1+625,00	833,003	835,732	482 298,366	4 012 269,266
67	1+650,00	832,301	834,148	482 275,905	4 012 258,289
68	1+675,00	831,292	832,565	482 253,444	4 012 247,312
69	1+700,00	831,3	830,981	482 230,983	4 012 236,334
70	1+725,00	831,417	829,397	482 208,522	4 012 225,357
71	1+750,00	831,631	827,814	482 186,061	4 012 214,380
72	1+775,00	831,321	826,23	482 163,599	4 012 203,403
73	1+800,00	831,189	824,613	482 141,138	4 012 192,426
74	1+825,00	832,672	822,875	482 118,677	4 012 181,448
75	1+850,00	835,61	821,012	482 096,216	4 012 170,471
76	1+875,00	838,821	819,026	482 073,755	4 012 159,494
77	1+900,00	838,032	816,998	482 051,294	4 012 148,517
78	1+925,00	834,322	814,971	482 028,833	4 012 137,540
79	1+950,00	830,411	812,943	482 006,372	4 012 126,563
80	1+975,00	824,964	810,916	481 983,911	4 012 115,585
81	2+000,00	820,533	808,888	481 961,449	4 012 104,608
82	2+025,00	816,163	806,861	481 938,988	4 012 093,631
83	2+050,00	812,427	804,833	481 916,527	4 012 082,654
84	2+075,00	809,673	802,805	481 894,066	4 012 071,677
85	2+100,00	806,344	800,778	481 871,605	4 012 060,699
86	2+125,00	803,067	798,75	481 849,144	4 012 049,722
87	2+150,00	798,864	796,723	481 826,697	4 012 038,715

88	2+175,00	794,984	794,695	481 804,390	4 012 027,430
89	2+200,00	790,1	792,667	481 782,410	4 012 015,522
90	2+225,00	786,886	790,64	481 760,971	4 012 002,667
91	2+250,00	784,325	788,612	481 740,315	4 011 988,591
92	2+275,00	786,726	786,585	481 720,579	4 011 973,253
93	2+300,00	786,319	784,557	481 701,839	4 011 956,712
94	2+325,00	783,855	782,53	481 684,169	4 011 939,032
95	2+350,00	785,823	780,502	481 667,637	4 011 920,284
96	2+375,00	781,262	778,474	481 652,309	4 011 900,539
97	2+400,00	780,934	776,447	481 638,244	4 011 879,876
98	2+425,00	782,39	774,419	481 625,497	4 011 858,375
99	2+450,00	777,26	772,392	481 614,117	4 011 836,119
100	2+475,00	772,761	770,364	481 604,150	4 011 813,196
101	2+500,00	767,845	768,337	481 595,630	4 011 789,697
102	2+525,00	766,174	766,309	481 588,424	4 011 765,761
103	2+550,00	762,978	764,281	481 582,189	4 011 741,552
104	2+575,00	758,305	762,254	481 576,553	4 011 717,196
105	2+600,00	751,214	760,226	481 571,143	4 011 692,788
106	2+625,00	746,736	758,199	481 565,745	4 011 668,378
107	2+650,00	744,695	756,171	481 560,347	4 011 643,968
108	2+675,00	740,835	754,144	481 554,949	4 011 619,557
109	2+700,00	736,782	752,116	481 549,552	4 011 595,147
110	2+725,00	733,868	750,088	481 544,115	4 011 570,745
111	2+750,00	731,985	748,061	481 538,243	4 011 546,446
112	2+775,00	730,902	746,033	481 531,349	4 011 522,418
113	2+800,00	730,366	744,006	481 522,866	4 011 498,908
114	2+825,00	729,62	741,978	481 512,301	4 011 476,262
115	2+850,00	725,884	739,951	481 499,531	4 011 454,781
116	2+875,00	725,413	737,923	481 484,681	4 011 434,683
117	2+900,00	722,599	735,895	481 467,898	4 011 416,167
118	2+925,00	718,575	733,868	481 449,351	4 011 399,420
119	2+950,00	715,828	731,844	481 429,232	4 011 384,596
120	2+975,00	716,669	729,91	481 407,898	4 011 371,575
121	3+000,00	717,719	728,101	481 385,784	4 011 359,920
122	3+025,00	718,577	726,416	481 363,236	4 011 349,124
123	3+050,00	721,261	724,857	481 340,536	4 011 338,650
124	3+075,00	722,658	723,423	481 317,828	4 011 328,193
125	3+100,00	723,158	722,114	481 295,120	4 011 317,736
126	3+125,00	723,668	720,929	481 272,412	4 011 307,279
127	3+150,00	723,611	719,87	481 249,704	4 011 296,822
128	3+175,00	721,37	718,936	481 226,996	4 011 286,365
129	3+200,00	719,257	718,06	481 204,288	4 011 275,909
130	3+225,00	718,214	717,184	481 181,580	4 011 265,452
131	3+250,00	717,529	716,308	481 158,872	4 011 254,995
132	3+275,00	716,098	715,432	481 136,164	4 011 244,538
133	3+300,00	713,808	714,556	481 113,456	4 011 234,081
134	3+325,00	710,759	713,68	481 090,748	4 011 223,624
135	3+350,00	714,524	712,804	481 068,040	4 011 213,167
136	3+375,00	716,775	711,928	481 045,332	4 011 202,711

137	3+400,00	716,546	711,053	481 022,624	4 011 192,254
138	3+425,00	714,44	710,177	480 999,916	4 011 181,797
139	3+450,00	710,863	709,301	480 977,208	4 011 171,340
140	3+475,00	708,064	708,425	480 954,500	4 011 160,883
141	3+500,00	704,958	707,549	480 931,792	4 011 150,426
142	3+525,00	701,553	706,673	480 909,084	4 011 139,969
143	3+550,00	700,124	705,797	480 886,376	4 011 129,513
144	3+575,00	699,697	704,921	480 863,668	4 011 119,056
145	3+600,00	698,862	704,045	480 840,960	4 011 108,599
146	3+625,00	697,594	703,189	480 818,252	4 011 098,142
147	3+650,00	696,752	702,444	480 795,544	4 011 087,685
148	3+675,00	696,579	701,825	480 772,824	4 011 077,255
149	3+700,00	696,853	701,331	480 749,981	4 011 067,096
150	3+725,00	697,452	700,962	480 726,869	4 011 057,570
151	3+750,00	697,963	700,718	480 703,368	4 011 049,051
152	3+775,00	698,606	700,599	480 679,417	4 011 041,899
153	3+800,00	699,128	700,605	480 655,066	4 011 036,257
154	3+825,00	699,717	700,736	480 630,410	4 011 032,146
155	3+850,00	700,286	700,992	480 605,546	4 011 029,581
156	3+875,00	700,338	701,373	480 580,576	4 011 028,415
157	3+900,00	700,316	701,825	480 555,578	4 011 028,280
158	3+925,00	700,867	702,278	480 530,583	4 011 028,784
159	3+950,00	700,54	702,73	480 505,595	4 011 029,541
160	3+975,00	700,671	703,183	480 480,607	4 011 030,315
161	4+000,00	700,392	703,636	480 455,618	4 011 031,089
162	4+025,00	699,625	704,089	480 430,630	4 011 031,863
163	4+050,00	700,263	704,541	480 405,642	4 011 032,636
164	4+075,00	701	704,994	480 380,654	4 011 033,410
165	4+100,00	702,498	705,447	480 355,666	4 011 034,184
166	4+125,00	703,722	705,899	480 330,678	4 011 034,958
167	4+150,00	704,202	706,341	480 305,690	4 011 035,732
168	4+175,00	703,252	706,663	480 280,702	4 011 036,506
169	4+200,00	701,876	706,835	480 255,714	4 011 037,279
170	4+225,00	701,668	706,859	480 230,726	4 011 038,053
171	4+250,00	702,124	706,734	480 205,737	4 011 038,789
172	4+275,00	702,565	706,46	480 180,740	4 011 039,148
173	4+300,00	702,132	706,038	480 155,748	4 011 038,645
174	4+325,00	700,819	705,466	480 130,820	4 011 036,797
175	4+350,00	699,519	704,754	480 106,081	4 011 033,234
176	4+375,00	698,674	704,01	480 081,659	4 011 027,915
177	4+400,00	697,919	703,266	480 057,678	4 011 020,866
178	4+425,00	696,816	702,521	480 034,262	4 011 012,124
179	4+450,00	693,51	701,777	480 011,527	4 011 001,738
180	4+475,00	694,798	701,032	479 989,486	4 010 989,948
181	4+500,00	697,393	700,288	479 967,982	4 010 977,200
182	4+525,00	699,042	699,543	479 946,796	4 010 963,928
183	4+550,00	698,528	698,799	479 925,695	4 010 950,521
184	4+575,00	697,431	698,055	479 904,595	4 010 937,112
185	4+600,00	694,979	697,31	479 883,495	4 010 923,704

186	4+625,00	695,414	696,566	479 862,395	4 010 910,295
187	4+650,00	694,391	695,821	479 841,294	4 010 896,887
188	4+675,00	693,737	695,077	479 820,194	4 010 883,479
189	4+700,00	693,64	694,333	479 799,094	4 010 870,070
190	4+725,00	693,504	693,588	479 777,994	4 010 856,662
191	4+750,00	693,804	692,844	479 756,894	4 010 843,253
192	4+775,00	693,921	692,099	479 735,794	4 010 829,845
193	4+800,00	692,435	691,355	479 714,694	4 010 816,437
194	4+825,00	688,116	690,61	479 693,594	4 010 803,028
195	4+850,00	686,576	689,866	479 672,494	4 010 789,620
196	4+875,00	689,388	689,122	479 651,393	4 010 776,211
197	4+900,00	689,347	688,377	479 630,293	4 010 762,803
198	4+925,00	690,102	687,633	479 609,193	4 010 749,395
199	4+950,00	689,971	686,945	479 588,093	4 010 735,986
200	4+975,00	688,617	686,432	479 566,994	4 010 722,575
201	5+000,00	685,767	686,098	479 546,001	4 010 709,001
202	5+025,00	683,971	685,942	479 525,179	4 010 695,165
203	5+050,00	684,003	685,965	479 504,531	4 010 681,070
204	5+075,00	684,515	686,167	479 484,061	4 010 666,719
205	5+100,00	687,949	686,547	479 463,707	4 010 652,202
206	5+125,00	690,735	687,105	479 443,356	4 010 637,683
207	5+150,00	686,227	687,843	479 423,004	4 010 623,164
208	5+175,00	686,308	688,741	479 402,652	4 010 608,645
209	5+200,00	696,458	689,667	479 382,301	4 010 594,125
210	5+225,00	703,591	690,593	479 361,949	4 010 579,606
211	5+250,00	700,949	691,519	479 341,597	4 010 565,087
212	5+275,00	696,995	692,444	479 321,245	4 010 550,568
213	5+300,00	697,547	693,37	479 300,894	4 010 536,048
214	5+325,00	700,576	694,277	479 280,542	4 010 521,529
215	5+350,00	699,565	695,048	479 260,190	4 010 507,010
216	5+375,00	701,721	695,662	479 239,839	4 010 492,491
217	5+400,00	705,884	696,12	479 219,487	4 010 477,972
218	5+425,00	702,715	696,422	479 199,135	4 010 463,452
219	5+450,00	684,69	696,568	479 178,784	4 010 448,933
220	5+475,00	689,238	696,557	479 158,431	4 010 434,416
221	5+500,00	697,929	696,39	479 138,024	4 010 419,974
222	5+525,00	695,149	696,067	479 117,445	4 010 405,779
223	5+550,00	689,458	695,587	479 096,576	4 010 392,014
224	5+575,00	692,447	694,952	479 075,312	4 010 378,870
225	5+600,00	696,228	694,16	479 053,567	4 010 366,539
226	5+625,00	695,259	693,211	479 031,328	4 010 355,122
227	5+650,00	695,128	692,11	479 008,633	4 010 344,642
228	5+675,00	695,962	690,956	478 985,521	4 010 335,116
229	5+700,00	692,43	689,803	478 962,032	4 010 326,560
230	5+725,00	687,091	688,649	478 938,207	4 010 318,991
231	5+750,00	681,194	687,496	478 914,088	4 010 312,421
232	5+775,00	678,858	686,342	478 889,716	4 010 306,861
233	5+800,00	677,033	685,188	478 865,137	4 010 302,302
234	5+825,00	673,452	684,035	478 840,414	4 010 298,596

235	5+850,00	672,245	682,881	478 815,603	4 010 295,532
236	5+875,00	671,657	681,728	478 790,743	4 010 292,896
237	5+900,00	671,158	680,592	478 765,860	4 010 290,474
238	5+925,00	670,382	679,657	478 740,975	4 010 288,086
239	5+950,00	668,832	678,972	478 716,089	4 010 285,698
240	5+975,00	667,579	678,537	478 691,203	4 010 283,310
241	6+000,00	666,99	678,352	478 666,317	4 010 280,922
242	6+025,00	669,535	678,417	478 641,432	4 010 278,534
243	6+050,00	673,366	678,733	478 616,546	4 010 276,146
244	6+075,00	680,244	679,298	478 591,660	4 010 273,759
245	6+100,00	693,338	680,113	478 566,775	4 010 271,371
246	6+125,00	704,491	681,084	478 541,889	4 010 268,983
247	6+150,00	708,84	682,058	478 517,003	4 010 266,595
248	6+175,00	711,91	683,032	478 492,118	4 010 264,207
249	6+200,00	714,006	684,006	478 467,232	4 010 261,819
250	6+225,00	713,227	684,98	478 442,346	4 010 259,431
251	6+250,00	711,214	685,953	478 417,460	4 010 257,043
252	6+275,00	708,337	686,927	478 392,575	4 010 254,655
253	6+300,00	705,931	687,901	478 367,689	4 010 252,267
254	6+325,00	702,739	688,875	478 342,803	4 010 249,879
255	6+350,00	696,734	689,848	478 317,918	4 010 247,492
256	6+375,00	695,771	690,822	478 293,032	4 010 245,104
257	6+400,00	700,191	691,796	478 268,146	4 010 242,716
258	6+425,00	701,15	692,77	478 243,261	4 010 240,328
259	6+450,00	701,747	693,744	478 218,375	4 010 237,940
260	6+475,00	701,594	694,717	478 193,489	4 010 235,552
261	6+500,00	699,232	695,691	478 168,603	4 010 233,164
262	6+525,00	695,349	696,665	478 143,718	4 010 230,776
263	6+550,00	696,566	697,639	478 118,832	4 010 228,388
264	6+575,00	697,505	698,613	478 093,946	4 010 226,000
265	6+600,00	698,528	699,586	478 069,061	4 010 223,612
266	6+625,00	703,488	700,56	478 044,175	4 010 221,225
267	6+650,00	708,522	701,534	478 019,289	4 010 218,837
268	6+675,00	713,642	702,508	477 994,404	4 010 216,449
269	6+700,00	719,554	703,482	477 969,518	4 010 214,061
270	6+725,00	721,826	704,455	477 944,632	4 010 211,673
271	6+750,00	726,144	705,377	477 919,747	4 010 209,285
272	6+775,00	731,007	706,072	477 894,861	4 010 206,897
273	6+800,00	722,763	706,526	477 869,975	4 010 204,509
274	6+825,00	722,14	706,74	477 845,089	4 010 202,121
275	6+850,00	711,983	706,714	477 820,204	4 010 199,733
276	6+875,00	706,765	706,447	477 795,318	4 010 197,345
277	6+900,00	712,333	705,941	477 770,432	4 010 194,958
278	6+925,00	704,534	705,328	477 745,547	4 010 192,570
279	6+950,00	698,539	704,793	477 720,661	4 010 190,182
280	6+975,00	688,551	704,558	477 695,775	4 010 187,794
281	7+000,00	689,251	704,634	477 670,890	4 010 185,406
282	7+025,00	692,413	705,024	477 646,004	4 010 183,018
283	7+050,00	698,232	705,726	477 621,118	4 010 180,630

284	7+075,00	702,465	706,74	477 596,232	4 010 178,242
285	7+100,00	706,271	708,067	477 571,347	4 010 175,854
286	7+125,00	711,034	709,706	477 546,461	4 010 173,466
287	7+150,00	716,041	711,658	477 521,575	4 010 171,078
288	7+175,00	722,004	713,829	477 496,690	4 010 168,691
289	7+200,00	728,317	716,008	477 471,804	4 010 166,303
290	7+225,00	732,921	718,187	477 446,918	4 010 163,918
291	7+250,00	736,974	720,366	477 422,023	4 010 161,635
292	7+275,00	742,151	722,545	477 397,101	4 010 159,664
293	7+300,00	739,732	724,714	477 372,143	4 010 158,222
294	7+325,00	736,836	726,659	477 347,154	4 010 157,527
295	7+350,00	735,057	728,29	477 322,157	4 010 157,786
296	7+375,00	736,085	729,61	477 297,192	4 010 159,084
297	7+400,00	739,549	730,616	477 272,304	4 010 161,422
298	7+425,00	742,909	731,31	477 247,534	4 010 164,793
299	7+450,00	744,216	731,692	477 222,926	4 010 169,194
300	7+475,00	740,817	731,914	477 198,523	4 010 174,616
301	7+500,00	742,242	732,136	477 174,366	4 010 181,045
302	7+525,00	744,548	732,358	477 150,462	4 010 188,364
303	7+550,00	747,12	732,579	477 126,776	4 010 196,361
304	7+575,00	748,895	732,801	477 103,254	4 010 204,827
305	7+600,00	748,334	733,023	477 079,826	4 010 213,554
306	7+625,00	746,76	733,245	477 056,425	4 010 222,351
307	7+650,00	745,55	733,467	477 033,025	4 010 231,149
308	7+675,00	743,776	733,689	477 009,624	4 010 239,947
309	7+700,00	742,187	733,91	476 986,223	4 010 248,745
310	7+725,00	737,626	734,132	476 962,822	4 010 257,543
311	7+750,00	744,867	734,354	476 939,422	4 010 266,341
312	7+775,00	749,479	734,576	476 916,021	4 010 275,139
313	7+800,00	750,071	734,798	476 892,620	4 010 283,937
314	7+825,00	745,887	735,02	476 869,219	4 010 292,735
315	7+850,00	741,34	735,241	476 845,818	4 010 301,531
316	7+875,00	734,684	735,463	476 822,344	4 010 310,132
317	7+900,00	737,694	735,685	476 798,754	4 010 318,407
318	7+925,00	740,126	735,907	476 775,050	4 010 326,353
319	7+950,00	739,282	736,129	476 751,256	4 010 334,023
320	7+975,00	737,722	736,35	476 727,452	4 010 341,663
321	8+000,00	737,223	736,572	476 703,648	4 010 349,302
322	8+025,00	737,165	736,794	476 679,844	4 010 356,942
323	8+050,00	737,303	737,016	476 656,040	4 010 364,582
324	8+075,00	740,001	737,238	476 632,236	4 010 372,222
325	8+100,00	742,431	737,46	476 608,431	4 010 379,862
326	8+125,00	741,932	737,681	476 584,627	4 010 387,501
327	8+150,00	741,528	737,903	476 560,823	4 010 395,141
328	8+175,00	737,404	738,125	476 537,019	4 010 402,781
329	8+200,00	744,354	738,347	476 513,215	4 010 410,421
330	8+225,00	746,492	738,569	476 489,411	4 010 418,061
331	8+250,00	745,891	738,791	476 465,607	4 010 425,700
332	8+275,00	744,833	739,012	476 441,803	4 010 433,340

333	8+300,00	740,837	739,234	476 417,999	4 010 440,980
334	8+325,00	736,913	739,456	476 394,195	4 010 448,620
335	8+350,00	732,189	739,678	476 370,391	4 010 456,260
336	8+375,00	729,422	739,9	476 346,587	4 010 463,899
337	8+400,00	733,435	740,122	476 322,783	4 010 471,539
338	8+425,00	739,414	740,343	476 298,979	4 010 479,179
339	8+450,00	746,225	740,595	476 275,175	4 010 486,819
340	8+475,00	747,599	740,992	476 251,371	4 010 494,459
341	8+500,00	747,723	741,546	476 227,566	4 010 502,098
342	8+525,00	743,641	742,255	476 203,779	4 010 509,790
343	8+550,00	738,896	743,121	476 180,153	4 010 517,961
344	8+575,00	738,36	744,127	476 156,923	4 010 527,190
345	8+600,00	738,178	745,155	476 134,401	4 010 538,025
346	8+625,00	739,463	746,184	476 113,001	4 010 550,928
347	8+650,00	742,707	747,212	476 093,056	4 010 565,983
348	8+675,00	745,233	748,24	476 074,785	4 010 583,029
349	8+700,00	741,695	749,162	476 058,385	4 010 601,884
350	8+725,00	738,698	749,907	476 044,034	4 010 622,341
351	8+750,00	736,778	750,472	476 031,857	4 010 644,163
352	8+775,00	738,913	750,859	476 021,608	4 010 666,959
353	8+800,00	740,956	751,068	476 012,780	4 010 690,346
354	8+825,00	742,008	751,098	476 004,811	4 010 714,041
355	8+850,00	738,43	750,949	475 997,131	4 010 737,832
356	8+875,00	737,299	750,622	475 989,460	4 010 761,626
357	8+900,00	735,024	750,116	475 981,789	4 010 785,420
358	8+925,00	731,326	749,431	475 974,118	4 010 809,214
359	8+950,00	724,775	748,568	475 966,447	4 010 833,008
360	8+975,00	730,872	747,571	475 958,776	4 010 856,802
361	9+000,00	736,023	746,567	475 951,077	4 010 880,587
362	9+025,00	740,703	745,563	475 943,016	4 010 904,251
363	9+050,00	745,183	744,558	475 934,078	4 010 927,596
364	9+075,00	749,276	743,554	475 923,770	4 010 950,367
365	9+100,00	751,056	742,549	475 911,704	4 010 972,254
366	9+125,00	747,116	741,545	475 897,858	4 010 993,061
367	9+150,00	744,805	740,54	475 882,328	4 011 012,643
368	9+175,00	742,403	739,536	475 865,222	4 011 030,865
369	9+200,00	741,005	738,531	475 846,659	4 011 047,599
370	9+225,00	741,822	737,488	475 826,767	4 011 062,730
371	9+250,00	743,191	736,323	475 805,685	4 011 076,154
372	9+275,00	744	735,033	475 783,562	4 011 087,783
373	9+300,00	746,948	733,617	475 760,650	4 011 097,773
374	9+325,00	745,54	732,079	475 737,253	4 011 106,576
375	9+350,00	746,701	730,498	475 713,608	4 011 114,695
376	9+375,00	745,971	728,917	475 689,898	4 011 122,621
377	9+400,00	743,332	727,336	475 666,187	4 011 130,545
378	9+425,00	737,816	725,755	475 642,476	4 011 138,469
379	9+450,00	731,192	724,174	475 618,765	4 011 146,392
380	9+475,00	728,864	722,593	475 595,053	4 011 154,315
381	9+500,00	729,933	721,012	475 571,308	4 011 162,134

382	9+525,00	729,003	719,431	475 547,421	4 011 169,508
383	9+550,00	725,975	717,85	475 523,296	4 011 176,058
384	9+575,00	721,528	716,269	475 498,876	4 011 181,396
385	9+600,00	712,142	714,688	475 474,176	4 011 185,234
386	9+625,00	703,424	713,107	475 449,297	4 011 187,661
387	9+650,00	707,133	711,526	475 424,336	4 011 189,037
388	9+675,00	712,474	709,945	475 399,347	4 011 189,750
389	9+700,00	713,523	708,364	475 374,351	4 011 190,189
390	9+725,00	712,87	706,783	475 349,354	4 011 190,605
391	9+750,00	711,622	705,202	475 324,358	4 011 191,021
392	9+775,00	710,945	703,621	475 299,361	4 011 191,437
393	9+800,00	715	702,04	475 274,365	4 011 191,853
394	9+825,00	710,366	700,458	475 249,368	4 011 192,269
395	9+850,00	706	698,877	475 224,371	4 011 192,685
396	9+875,00	709,357	697,296	475 199,375	4 011 193,101
397	9+900,00	708,345	695,715	475 174,378	4 011 193,517
398	9+925,00	704,996	694,134	475 149,382	4 011 193,934
399	9+950,00	704,947	692,553	475 124,385	4 011 194,350
400	9+975,00	703,282	691,018	475 099,389	4 011 194,766
401	10+000,00	696,455	689,605	475 074,392	4 011 195,182
402	10+025,00	683,842	688,318	475 049,396	4 011 195,598
403	10+050,00	670,816	687,156	475 024,399	4 011 196,014
404	10+075,00	669,131	686,119	474 999,403	4 011 196,430
405	10+100,00	672,804	685,207	474 974,406	4 011 196,846
406	10+125,00	678,33	684,42	474 949,410	4 011 197,262
407	10+150,00	687,789	683,758	474 924,414	4 011 197,755
408	10+175,00	694,197	683,221	474 899,436	4 011 198,767
409	10+200,00	698,338	682,808	474 874,526	4 011 200,851
410	10+225,00	702,785	682,521	474 849,808	4 011 204,551
411	10+250,00	706,483	682,359	474 825,472	4 011 210,245
412	10+275,00	704,239	682,322	474 801,695	4 011 217,946
413	10+300,00	703,93	682,41	474 778,642	4 011 227,598
414	10+325,00	707,478	682,623	474 756,472	4 011 239,136
415	10+350,00	709,622	682,961	474 735,339	4 011 252,480
416	10+375,00	708,5	683,424	474 715,390	4 011 267,536
417	10+400,00	708,915	684,011	474 696,764	4 011 284,200
418	10+425,00	710,057	684,724	474 679,583	4 011 302,352
419	10+450,00	711,381	685,562	474 663,765	4 011 321,706
420	10+475,00	709,611	686,525	474 648,955	4 011 341,845
421	10+500,00	708,737	687,613	474 634,735	4 011 362,407
422	10+525,00	705,461	688,826	474 620,682	4 011 383,082
423	10+550,00	700,289	690,164	474 606,630	4 011 403,760
424	10+575,00	693,55	691,627	474 592,578	4 011 424,437
425	10+600,00	689,423	693,213	474 578,527	4 011 445,114
426	10+625,00	688,439	694,845	474 564,475	4 011 465,792
427	10+650,00	693,196	696,477	474 550,424	4 011 486,469
428	10+675,00	690,564	698,108	474 536,372	4 011 507,147
429	10+700,00	687,431	699,74	474 522,320	4 011 527,824
430	10+725,00	687,084	701,372	474 508,269	4 011 548,501

431	10+750,00	695,611	703,004	474 494,211	4 011 569,174
432	10+775,00	705,138	704,635	474 479,985	4 011 589,732
433	10+800,00	713,677	706,267	474 465,282	4 011 609,950
434	10+825,00	722,442	707,899	474 449,803	4 011 629,578
435	10+850,00	730,391	709,531	474 433,281	4 011 648,335
436	10+875,00	736,552	711,163	474 415,625	4 011 666,030
437	10+900,00	739,275	712,794	474 396,899	4 011 682,587
438	10+925,00	739,342	714,426	474 377,176	4 011 697,942
439	10+950,00	742,175	716,058	474 356,532	4 011 712,035
440	10+975,00	745,712	717,69	474 335,047	4 011 724,811
441	11+000,00	748,993	719,321	474 312,807	4 011 736,220
442	11+025,00	749,405	720,953	474 289,898	4 011 746,218
443	11+050,00	747,35	722,585	474 266,409	4 011 754,766
444	11+075,00	751,05	724,212	474 242,444	4 011 761,873
445	11+100,00	752,88	725,729	474 218,160	4 011 767,805
446	11+125,00	756,142	727,141	474 193,692	4 011 772,932
447	11+150,00	744,748	728,549	474 169,138	4 011 777,631
448	11+175,00	744,595	729,958	474 144,566	4 011 782,242
449	11+200,00	742,977	731,366	474 119,995	4 011 786,852
450	11+225,00	741,16	732,775	474 095,424	4 011 791,463
451	11+250,00	742,343	734,183	474 070,853	4 011 796,073
452	11+275,00	745,884	735,592	474 046,282	4 011 800,684
453	11+300,00	748,449	737	474 021,712	4 011 805,303
454	11+325,00	749,39	738,408	473 997,199	4 011 810,211
455	11+350,00	747,55	739,817	473 972,884	4 011 816,012
456	11+375,00	746,026	741,225	473 948,981	4 011 823,315
457	11+400,00	746,55	742,634	473 925,815	4 011 832,685
458	11+425,00	749,293	744,042	473 903,776	4 011 844,462
459	11+450,00	754,716	745,451	473 883,146	4 011 858,560
460	11+475,00	756,707	746,859	473 864,166	4 011 874,813
461	11+500,00	754,759	748,234	473 847,062	4 011 893,029
462	11+525,00	756,138	749,462	473 832,034	4 011 912,994
463	11+550,00	753,684	750,534	473 819,261	4 011 934,470
464	11+575,00	750,652	751,45	473 808,879	4 011 957,199
465	11+600,00	748,214	752,209	473 800,688	4 011 980,812
466	11+625,00	749,069	752,812	473 794,153	4 012 004,939
467	11+650,00	753,37	753,259	473 788,678	4 012 029,331
468	11+675,00	755,822	753,55	473 783,650	4 012 053,820
469	11+700,00	757,67	753,715	473 778,658	4 012 078,317
470	11+725,00	760,067	753,869	473 773,666	4 012 102,813
471	11+750,00	757,261	754,023	473 768,674	4 012 127,310
472	11+775,00	751,216	754,177	473 763,682	4 012 151,806
473	11+800,00	744,405	754,331	473 758,689	4 012 176,303
474	11+825,00	739,984	754,485	473 753,697	4 012 200,799
475	11+850,00	747,569	754,639	473 748,705	4 012 225,296
476	11+875,00	756,061	754,793	473 743,713	4 012 249,793
477	11+900,00	759,536	754,947	473 738,721	4 012 274,289
478	11+925,00	762,008	755,101	473 733,729	4 012 298,786
479	11+950,00	764,378	755,255	473 728,737	4 012 323,282

480	11+975,00	766,001	755,409	473 723,736	4 012 347,777
481	12+000,00	766,217	755,563	473 718,493	4 012 372,220
482	12+025,00	765,202	755,717	473 712,562	4 012 396,505
483	12+050,00	762,983	755,871	473 705,495	4 012 420,482
484	12+075,00	763,547	756,026	473 696,893	4 012 443,950
485	12+100,00	751,7	756,18	473 686,639	4 012 466,744
486	12+125,00	748,114	756,334	473 674,784	4 012 488,749
487	12+150,00	748,839	756,488	473 661,390	4 012 509,852
488	12+175,00	744,008	756,642	473 646,523	4 012 529,944
489	12+200,00	732,099	756,796	473 630,261	4 012 548,925
490	12+225,00	737,925	756,95	473 612,685	4 012 566,697
491	12+250,00	747,706	757,104	473 593,886	4 012 583,168
492	12+275,00	754,428	757,258	473 573,959	4 012 598,257
493	12+300,00	758,163	757,412	473 553,006	4 012 611,884
494	12+325,00	753,544	757,566	473 531,154	4 012 624,020
495	12+350,00	743,929	757,72	473 508,657	4 012 634,917
496	12+375,00	741,897	757,874	473 485,768	4 012 644,971
497	12+400,00	741,929	758,028	473 462,698	4 012 654,603
498	12+425,00	738,891	758,182	473 439,633	4 012 664,245
499	12+450,00	739,553	758,336	473 416,758	4 012 674,329
500	12+475,00	738	758,49	473 394,284	4 012 685,275
501	12+500,00	744,814	758,644	473 372,469	4 012 697,477
502	12+525,00	749,451	758,798	473 351,562	4 012 711,175
503	12+550,00	751,878	758,984	473 331,685	4 012 726,329
504	12+575,00	754,161	759,247	473 312,941	4 012 742,864
505	12+600,00	756,287	759,589	473 295,425	4 012 760,694
506	12+625,00	759,12	760,008	473 279,225	4 012 779,728
507	12+650,00	761,99	760,506	473 264,426	4 012 799,870
508	12+675,00	763,887	761,082	473 251,102	4 012 821,018
509	12+700,00	762,826	761,736	473 239,320	4 012 843,062
510	12+725,00	758,245	762,468	473 229,143	4 012 865,890
511	12+750,00	759,194	763,278	473 220,620	4 012 889,387
512	12+775,00	770,246	764,166	473 213,796	4 012 913,432
513	12+800,00	774,233	765,133	473 208,705	4 012 937,903
514	12+825,00	774,266	766,177	473 205,374	4 012 962,675
515	12+850,00	773,663	767,3	473 203,820	4 012 987,621
516	12+875,00	772,312	768,501	473 204,049	4 013 012,615
517	12+900,00	769,172	769,78	473 206,062	4 013 037,528
518	12+925,00	771,697	771,127	473 209,847	4 013 062,234
519	12+950,00	773,449	772,484	473 215,387	4 013 086,608
520	12+975,00	773,164	773,841	473 222,651	4 013 110,523
521	13+000,00	773,303	775,198	473 231,604	4 013 133,859
522	13+025,00	772,916	776,555	473 242,200	4 013 156,497
523	13+050,00	774,877	777,912	473 254,384	4 013 178,321
524	13+075,00	778,424	779,269	473 268,014	4 013 199,274
525	13+100,00	781,832	780,626	473 282,700	4 013 219,504
526	13+125,00	784,452	781,983	473 298,035	4 013 239,247
527	13+150,00	785,147	783,34	473 313,640	4 013 258,779
528	13+175,00	785,181	784,697	473 329,267	4 013 278,292

529	13+200,00	785,623	786,054	473 344,895	4 013 297,806
530	13+225,00	786,709	787,411	473 360,523	4 013 317,319
531	13+250,00	787,926	788,768	473 376,151	4 013 336,832
532	13+275,00	789,396	790,125	473 391,779	4 013 356,345
533	13+300,00	791,641	791,477	473 407,407	4 013 375,859
534	13+325,00	794,637	792,715	473 423,001	4 013 395,399
535	13+350,00	801,976	793,797	473 438,220	4 013 415,232
536	13+375,00	800,892	794,723	473 452,537	4 013 435,722
537	13+400,00	797,553	795,493	473 465,379	4 013 457,163
538	13+425,00	795,782	796,106	473 476,119	4 013 479,725
539	13+450,00	795,228	796,564	473 484,361	4 013 503,315
540	13+475,00	796,155	796,864	473 489,996	4 013 527,659
541	13+500,00	794,038	797,009	473 492,956	4 013 552,470
542	13+525,00	791,238	796,998	473 493,207	4 013 577,457
543	13+550,00	785,516	796,83	473 490,746	4 013 602,323
544	13+575,00	782,426	796,506	473 485,602	4 013 626,776
545	13+600,00	785,851	796,025	473 477,835	4 013 650,526
546	13+625,00	786,454	795,389	473 467,538	4 013 673,293
547	13+650,00	785,46	794,596	473 454,832	4 013 694,809
548	13+675,00	785,309	793,71	473 439,895	4 013 714,842
549	13+700,00	783,697	792,824	473 423,198	4 013 733,440
550	13+725,00	783,921	791,938	473 405,319	4 013 750,911
551	13+750,00	782,434	791,051	473 386,760	4 013 767,659
552	13+775,00	781,489	790,165	473 367,965	4 013 784,145
553	13+800,00	780,539	789,279	473 349,364	4 013 800,846
554	13+825,00	778,489	788,392	473 331,397	4 013 818,226
555	13+850,00	774,341	787,506	473 314,559	4 013 836,697
556	13+875,00	769,804	786,62	473 299,421	4 013 856,580
557	13+900,00	766,785	785,738	473 286,485	4 013 877,958
558	13+925,00	766,4	785,011	473 275,945	4 013 900,614
559	13+950,00	768,885	784,507	473 267,924	4 013 924,280
560	13+975,00	773,334	784,226	473 262,518	4 013 948,676
561	14+000,00	777,441	784,168	473 259,791	4 013 973,514
562	14+025,00	780,627	784,333	473 259,771	4 013 998,502
563	14+050,00	782,411	784,722	473 262,237	4 014 023,372
564	14+075,00	783,247	785,334	473 266,572	4 014 047,989
565	14+100,00	783,616	786,169	473 272,127	4 014 072,363
566	14+125,00	783,185	787,227	473 278,271	4 014 096,596
567	14+150,00	772,958	788,508	473 284,502	4 014 120,807
568	14+175,00	769,987	790,013	473 290,733	4 014 145,018
569	14+200,00	779,279	791,741	473 296,964	4 014 169,229
570	14+225,00	785,397	793,664	473 303,195	4 014 193,440
571	14+250,00	788,967	795,614	473 309,426	4 014 217,651
572	14+275,00	792,704	797,565	473 315,657	4 014 241,862
573	14+300,00	797,095	799,515	473 321,888	4 014 266,073
574	14+325,00	800,472	801,466	473 328,119	4 014 290,284
575	14+350,00	803,416	803,416	473 334,349	4 014 314,495
576	14+350,00	803,416	803,416	473 334,350	4 014 314,497