République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة

فرنسـيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Matériaux et Structure

Thème

Etude en APD du dédoublement de la RN 127 reliant la wilaya de Tissemsilte et l'autoroute Nord-Sud du PK 58+800 Au PK 69+000

Avec conception d'un échangeur

Présenté par

BENCHIKH Abdelhak Nourelislem
FETTAH Islem

Encadré par :

Mr. BENBOUZID Mohamed
Mr. DAKHMOUCHE Mohamed

Promotion 2023/2024

© ENSTP FJ . Garidi . Vieux Kouba


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu 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 : BENBOUZID Mohamed et Co-encadreur Mr : DAKHMOUCHE MOHAMED pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

À l'issue de mes trois mois de stage, je tiens à adresser mes remerciements au chef du projet, Mr. KOUSSA Mohamed, ainsi qu'à tous les membres du pole COSIDER TP T 157, pour leur chaleureux accueil et leur aide précieuse.

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

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

Un Grand Remerciant a MME BOUREBIA AMINA et MME BOUREBIA MAHDIA et Mr Mustapha ZOUGGARI pour leur encouragement et soutiens le long de notre formation au sein de l'école.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions.

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

Dédicace

Je dédie ce travail accompagné d'un Profond amour :

A ma très chère maman, à la source d'amour et d'affection, à celle qui s'est tant sacrifiée pour nous voir réussir, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotes a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager que ce travail traduit ma gratitude et mon affection

En l'honneur de ma sœur Assia décédée en 2020 pour m'avoir guidé dans mon parcours.

A mes chers grands parents, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A mes chères sœurs Amina et Houda pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chers frères, Tarek et Ayoub pour leur appui et leur encouragement.

A mes oncles : Abderrahmane, Abdelkader et Kamel.

A mes enfants de mes sœurs : Rayane et Rahaf

A mon cher ami Fadi qui était mon soutien et ma force. Que dieu me le garde.

Sans oublier mes chers amis MEHAIA Youcef et BOUKIRAT Islem.

A ma binôme FETTAH Islem pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

BENCHIKH Abdelhak Nourelislem

Dédicace

Je dédie ce travail accompagné d'un Profond amour :

A celle qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, qui m'a guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, la lune de ma vie,

Ma chère mère : Nassira.

A celle qui a passé sa vie pour mon confort et mes études, qui a fait de moi un homme fort, à mon ami proche, mon refuge après Allah, ma joie et mon bonheur,

Mon cher Père : Ahmed.

A mes chers grands parents, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A mes chères sœurs Ikram, Imen et Afaf pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon cher frère, Abdelouadoud pour leur appui et leur encouragement.

A mes oncles : Azzedine et Hocine.

A mes chers amis Mouloud, Bilel et Djeloul qui était mon soutien et ma force. Que dieu me le garde.

Sans oublier mes chers amis MEHAIA Youcef et BOUKIRAT Islem.

A ma binôme BENCHIKH Abdelhak pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

FETTAH Islem

Résumé :

Ce travail consiste à étudier un projet routier, sous-titre (étude en APD du dédoublement de la RN°127 du PK 58+800 au PK 60+000 avec la conception d'un échangeur).

Dans ce résumé, nous allons rédiger un bref succinct qui englobe tous les chapitres qui composent notre projet de fin d'études.
Afin de réaliser ce petit effort, nous avons suivi un plan de travail établi par l'encadreur. Cette approche commence par une introduction générale, une étude de trafic et son extrapolation. Ensuite, nous avons dimensionné la structure du corps de chaussée. Ensuite, nous avons tracé géométriquement l'axe en plan à l'aide du logiciel COVADIS en respectant les normes du tracé. Enfin, nous avons élaboré le profil en long et le profil en travers.
Suite à ces étapes précédentes, nous avons réalisé un rapport géotechnique afin de déterminer toutes les caractéristiques de notre sol de base, ainsi qu'une étude d'assainissement de notre route. Ensuite on a passé au choix de type de l'échangeur et prévoir la signalisation. Un calcul de cubature.
Enfin, on a terminé par l'étude d'impact sur l'environnement et le devis estimatif et quantitatif

الملخص:

هذا العمل يتضمن دراسة عملية للمشروع الذي يحمل عنوان 'دراسة ازدواجية الطريق الوطني رقم 127 على طول 10.2 كم مع تصميم مبادل.

في هذا الملخص سوف نسرد موجز مختصرا يشمل الفصول التي تطرقنا اليها في هذه الدراسة، قمنا باتباع مخطط العمل المقدم من الطرف المشرف والذي يبدا بمقدمة عامة تليها دراسة حركة المرور بعد ذلك قمنا بتصميم محور الطريق بالاستعانة برنامج كوفاديس مع احترام المعايير الدولية لتصميم. واتبعنا هذا المسار بمقطعه الطولي والعرضي.

بعد هذه المراحل انتقلنا الى انجاز تقرير جي وتقني بهدف معرفة خصائص التربة المخصصة للمشروع، اضافة الى دراسة الصرف الصحي للطريق ثم اخترنا نوع المبادل مع تحديد اشارات المرور.

في الاخير أنهينا عن طريق دراسة تأثير المشروع على البيئة واستخراج التقدير الكمي للمشروع.

Abstract :

This work consists in studying a road project, under title (study in APD of the duplication of the RN°127 from PK 58+800 to PK 69+000 with design of an exchanger.

In this resume, we'll cry a brief summary, which includes all chapters that make up this final project study.

For the development of this modest effort we followed a work plan proposed by our supervisor which begins with a general introduction, a traffic study and its extrapolation, dimensioning of the structure of the body pavement of the planned road, a geometric study using the COVADIS software respecting the standards of the track, then we end the development of the long section and cross section.

After the previous steps we madea geotechnical study to know the characteristics of the supporting soil, a hydraulic study, and then we past the choice of type of heat exchanger and provide signage, a calculation of cubature. Finally, it was completed by the environment impact assessment and cost estimate and quantitative.

Liste des abréviations :

APD : Avant-projet détaillé.

RN : route nationale

PK : Point kilométrique

DTP : direction des travaux publics

ADA : Algérienne des autoroutes

SETS : Société D'étude Technique Sétif

TJMA : Trafic journalière moyen annuelle.

PL : poids lourds.

RHm : rayon horizontal minimal absolu

RHn : rayon horizontal normal

Rhd : rayon au devers minimal

Rhnd : rayon minimal non-déversé

BAU : Bande d'arrêt d'urgence

GTR : Guide de terrassement routier.

VB : vitesse de base

BV : bassin versant

Rh : rayon hydraulique

Ø : pour les diamètres

OA : ouvrage d'art

BB : béton bitumineux

GB : Grave bitume

GNT : Grave non-traitée

CBR : California - Bearing – Ratio.

Liste des figures

Figure I-1 localisation du projet 1

Figure I-2 Début de projet pk 0+000 Figure I-3 fin de projet pk69+700 2

Figure I-4 Chaussé existante 3

Figure I-5 Situation géographique de la wilaya de médéa 5

Figure I-6 Carte topographique de la wilaya de médéa 6

Figure I-7 Zones sismiques et degré de vulnérabilité des territoires en Algérie 7

Figure III-1 Eléments de clothoïde. 17

Figure IV-1 Exemple de raccordement du profil en long (cas convexe). 28

Figure V-1 Différents types de profil en travers 31

Figure V-2 Eléments constitutifs du profil en travers en section courante. 32

Figure VI-1 Explique la méthode SARRAUS 35

Figure VI-2 Méthode de la moyenne des aires (projection verticale). 36

Figure VI-3 Méthode de la moyenne des aires (projection horizontale). 36

Figure VII-1 Carte géologique de la zone d'étude 38

Figure VII-2 Température moyenne maximal et minimale à Médéa 40

Figure VII-3 réalisation des essais pressiométrique 44

Figure VII-4 Abaque de la classification GTR des matériaux selon leur nature 47

Figure VIII-1 Schéma récapitulatif types de chaussée 51

Figure VIII-2 démarche du catalogue 52

Figure VIII-3 la carte climatique de l'Algérie. 53

Figure VIII-4 Classes TPLi pour RP1 54

Figure VIII-5 Mode de fonctionnement de la structure 58

Figure VIII-6 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC) 60

Figure VIII-7 La structure de chaussée adoptée 61

Figure IX-1 dalot 70
Figure IX-2 Caractéristiques d'un fossé 73
Figure IX-3 Dimensions d'un fossé standard. 74
Figure X-1 Schéma des types de bretelle 76
Figure X-2 schémas différents types d'échangeurs 76
Figure X-3 Dispositif de sortie de l'autoroute. 79
Figure X-4 Dispositif d'entrée sur l'autoroute. 79
Figure X-5 Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute 81
Figure X-6 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute 81
Figure X-7 Conception en plan de l'échangeur 82
Figure XII-1 Types de marquages longitudinaux (section courante). 88
Figure XII-2 Marquage de notre projet en section courante 89
Figure XII-3 Types de marquages longitudinaux (échangeur). 90
Figure XII-4 Signalisation de l'échangeur 93

Listes des tableaux

Tableau I-1 les grandes pentes inscrites à la RN127 4

Tableau II-1 Coefficient d'équivalence. 10

Tableau II-2 Les valeurs de K1. 11

Tableau II-3 Les valeurs de K2. 11

Tableau II-4 Les valeurs de la capacité théorique 11

Tableau II-5 Résultat de calcul du nombre de voies. 12

Tableau III-1 Rayons du tracé en plan. 16

Tableau III-2 Paramètres fondamentaux. 21

Tableau III-3 Les données de l'axe à calculer 22

Tableau IV-1 Caractéristiques du profil en long. 27

Tableau V-1 Profil en travers type proposé. 34

Tableau VII.1 géologie de la RN127 39

Tableau VII.2 Puits de reconnaissance. 41

Tableau VII.3 Les sondages carottés. 42

Tableau VII.4 résultats des sondages pressiométriques 44

Tableau VII.5 Résultats de l'essai Limites d'Atterberg 45

Tableau VII.6 Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau 45

Tableau VII.7 Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène 46

Tableau VII.8 Résultats de l'essai Proctor modifié 47

Tableau VII.9 Tableau de classification GTR 48

Tableau VII.10 conditions d'utilisation de nos sols en remblais 48

Tableau VIII-1 Choix de la température équivalente. 53

Tableau VIII-2 Détermination du type du réseau principal. 53

Tableau VIII-3 Valeurs de coefficient d'agressivité selon le réseau principal (CTTP, 2001)..... 55

Tableau VIII-4 les classes de portance des sol-support (fascicule N°1). 55

Tableau VIII-5 Classe de portance de sol support. (Fascicule N°1)..... 56

Tableau VIII-6 Classe du sol support. 56

Tableau VIII-7 Epaisseur du matériau de couche de forme. 56

Tableau VIII-8 Choix de dimensionnement de la chaussée avec le fascicule 3 57

Tableau VIII-9 le corps de chaussée adopté de notre projet..... 58

Tableau VIII-10 Performances mécaniques des matériaux bitumineux... 59

Tableau VIII-11 Tableau de comparaison des résultats..... 61

Tableau IX-1 Les ouvrages existants..... 62

Tableau IX-2 La station de DERRAG. 64

Tableau IX-3 Coefficient C1 66

Tableau IX-4 Coefficient C2 66

Tableau IX-5 Coefficient C3 66

Tableau IX-6 valeurs des coefficients de Strickler. 66

Tableau IX-7 Caractéristiques des bassins versants. 67

Tableau IX-8 Résultats de calcul des débits. 68

Tableau IX-9 Les ouvrages busé proposés. 70

Tableau IX-10 Les dalots proposées..... 72

Tableau IX-11 Débit des eaux drainées dans la plate-forme et les talus. 73

Tableau X-1 valeurs limites des rayons en plan 78

Tableau X-2 les valeurs limites des paramètres du profil en long. 80

Tableau X-3 caractéristique des bretelles..... 82

Tableau XII-1 Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées. 88

Tableau XII-2 marquage longitudinal utilisé dans notre projet..... 89

Table des matières

CHAPITRE I Présentation du projet 1

I.1 INTRODUCTION 1

I.2 Présentation du projet 1

I.3 Objective du projet: 2

I.4 Description de la route actuelle 3

I.5 Présentation de la wilaya: 4

I.5.1 Situation géographique 4

I.6 Relief: 5

I.7 Ressources hydriques: 6

I.8 Sismicité : 6

I.9 Présentation du tronçon à étudier : 7

CHAPITRE II Etude de trafic 8

II.1 Introduction: 8

II.2 Les différents types de trafic: 8

II.3 Les données de trafic: 8

II.4 Calcul de capacité: 8

II.4.1 Calcul du (TJMA) horizon : 8

II.4.2 Calcul des trafics effectifs : 9

II.4.3 Débit de pointe horaire normale : 9

II.4.4 Débit horaire admissible : 9

II.4.5 Calcul du nombre des voies : 10

II.5 Application au projet: 10

II.5.1 Le trafic à l'année horizon : 10

II.5.2 Calcul du trafic effectif : 10
II.5.3 Débit admissible :..... 10
II.5.4 Le nombre des voies : 11
II.5.5 Calcul de l'année de saturation :..... 12
II.6 Conclusion:..... 12
CHAPITRE III Tracé en plan 13
III.1 Définition: 13
III.2 Règles à respecter dans le tracé en plan: 13
III.3 Les éléments du tracé en plan: 13
III.3.1 Les Alignements..... 13
III.3.2 Arcs De Cercle : 14
III.3.3 Les Courbes De Raccordement..... 16
III.3.4 Notion de devers : 19
III.3.5 Paramètres fondamentaux :..... 20
III.4 Justification du tracé en plan..... 21
III.5 Calcul d'axe: 22
III.5.1 Exemple De Calcul D'axe Manuellement : droite 1 et 2 22
CHAPITRE IV : Profil en Long..... 25
IV.1 Définition: 25
IV.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long: 25
IV.3 Les éléments de composition du profil en long:..... 25
IV.4 Coordination du tracé en plan et le Profil en long:..... 25
IV.5 Déclivités:..... 26
IV.5.1 Déclivité Minimum :..... 26
IV.5.2 Déclivité Maximum : 26

IV.6 Raccordements en profil en long: 26
IV.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) : 26
IV.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) : 27
IV.7 Caractéristiques des rayons du profil en long: 27
IV.8 Justification du tracé de profil en long: 27
IV.9 Détermination pratique du profil en long: 27
IV.9.1 Détermination de la position du point de rencontre (s) : 28
IV.9.2 Calcul de la tangente : 28
IV.9.3 Projection horizontale de la longueur de raccordement : 29
IV.9.4 Calcul de la flèche : 29
IV.9.5 Calcul des cordonnées du sommet de la courbe : 29
CHAPITRE V Profile en travers 31
V.1 Introduction: 31
V.2 Types de profiles en travers: 31
V.3 Les éléments d'un profil en travers: 31
V.4 Profils en travers au droit des ouvrages d'art (B40 paragraphe4.8.1): 32
V.5 Pentes transversales: 33
V.6 Application au projet: 33
CHAPITRE VI Cubature des terrassements 35
VI.1 Introduction: 35
VI.2 Méthode de calcul des cubatures: 35
VI.2.1 Exemple : 36
CHAPITRE VII Etude géotechnique 37
VII.1 Introduction: 37
VII.2 Contexte géologique: 37

VII.2.1 Géologie du site : 37
VII.3 Climat et hydrogéologie : 39
VII.3.1 Climat : 39
VII.4 Moyens de la reconnaissance: 40
VII.4.1 L'étude des archives et documents existants : 40
VII.4.2 Essais in situ : 40
VII.4.3 Essais de laboratoire : 40
VII.5 Résultats et interprétation des essais géotechnique: 41
VII.5.1 Essais in situ : 41
VII.5.2 Les essais de laboratoire : 44
VII.6 CLASSIFICATION DES SOLS: 47
VII.6.1 Classification GTR : 47
VII.7 Conditions d'utilisation des matériaux en remblai: 48
CHAPITRE VIII Dimensionnement du corps de chaussée: 50
VIII.1 Introduction: 50
VIII.2 Définition de la chaussée: 50
VIII.3 Différents types des chaussées: 50
VIII.4 Principales méthodes de Dimensionnement: 51
VIII.4.1 Méthode du catalogue du dimensionnement des chaussées neuves : 51
VIII.5 Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC: 60
CHAPITRE IX Assainissement 62
IX.1 Introduction: 62
IX.2 Objectifs de l'assainissement routier: 62
IX.3 Les ouvrages d'assainissement existants: 62
IX.4 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement: 63

IX.4.1 Le débit d'apport : 63
IX.4.2 Estimation des débits de saturation Qs : 66
IX.5 Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet: 66
IX.5.1 Caractéristiques des bassins versants : 67
IX.5.2 Données climatiques : 67
IX.5.3 Calcul du débit d'apport : 68
IX.5.4 Dimensionnement des buses : 68
IX.5.5 Dimensionnement des dalots 70
IX.5.6 Dimensionnement des fossés à projeter sur le projet : 72
CHAPITRE X Conception de l'échangeur 75
X.1 Introduction: 75
X.2 Rôle de l'échangeur: 75
X.3 Constituants de l'échangeur: 75
X.3.1 Ouvrage d'art : 75
X.3.2 Bretelle : 76
X.4 Les différents types d'échangeurs: 76
X.4.1 Echangeur majeur 76
X.4.2 Echangeur mineur 76
X.5 Etape à suivre pour le choix d'un échangeur: 77
X.6 Choix du type de l'échangeur: 77
X.7 Normes de conception: 77
X.8 Caractéristiques géométriques des bretelles: 77
X.8.1 Tracé en plan des bretelles : 77
X.8.2 Profil en long d'une bretelle : 79
X.8.3 Profil en travers d'une bretelle : 80

X.9 Condition de visibilité: 80
X.9.1 Visibilité sur une sortie d'autoroute : 80
X.9.2 Visibilité sur une entrée d'autoroute 81
X.9.3 Distance de visibilité sur marquage : 81
X.9.4 Distance de lecture (lc): 81
X.10 Application au projet: 82
X.10.1 Caractéristique des brettèles: 82
CHAPITRE XI Ouvrage d'art 83
XI.1 Introduction: 83
XI.2 Définition d'un pont: 83
XI.3 Conception des ouvrages: 83
XI.4 Paramètres intervenants dans le choix du type d'ouvrage: 83
XI.5 Présentation du L'ouvrage: 84
XI.5.1 . Choix et type d'ouvrage : 84
XI.6 Conclusion: 85
CHAPITRE XII signalisation routière 86
XII.1 Introduction: 86
XII.2 Objectif de la signalisation: 86
XII.3 Règles à respecter pour la signalisation: 86
XII.4 Les types de signalisation: 86
XII.4.1 Signalisation verticale 86
XII.4.2 Signalisation horizontale 87
XII.5 Application au projet: 89
XII.5.1 Signalisation horizontale : 89
XII.5.2 Signalisation verticale : 91

XII.5.3 Signalisation de l'échangeur (PK69+700): 93

CHAPITRE XIII impact sur l'environnement 94

XIII.1 Introduction 94

XIII.2 Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement 94

XIII.3 Impact du projet sur l'environnement 94

XIII.3.1 Impacts positifs : 94

XIII.3.2 Impacts négatifs 95

XIII.4 Mesures prises pour minimiser les impacts: 97

XIII.4.1 Mesures en phase travaux 97

XIII.4.2 Mesures en phase exploitation 97

XIII.5 Conclusion 98

CHAPITRE XIV **Devis quantitatif et estimatif 99**

Conclusion générale.

Bibliographie.

ANNEXES.

Présentation du projet

CHAPITRE I Présentation du projet

I.1 INTRODUCTION

La route nationale la RN127 ex CW19 joue un rôle moteur dans le développement économique et social de l'est de la wilaya de Tissemsilt.

La RN127 est considérée comme un axe stratégique reliant la wilaya de Tissemsilt et l'autoroute Nord-Sud, elle prend naissance au croisement de la RN14 au niveau du PK76+000 commune de Laâyoune wilaya de Tissemsilt et elle se termine au niveau de l'échangeur de l'autoroute Nord-Sud dans la commune de Ksar El Boukhari wilaya de Médéa sur 70km.

La RN 127 est une liaison directe à l'autoroute Nord-Sud, d'une importance majeure dans le réseau routier Algérien et stratégique pour le développement économique régional, en reliant les régions méditerranéennes au sud du pays et profite à une dizaine de wilayas

La direction des travaux publics de la wilaya de Tissemsilt a confié au bureau

« Société d'Etudes Techniques de Sétif » par un marché relative à l'étude du dédoublement de la RN127 sur 72.7km

I.2 Présentation du projet

Le projet objet de la présente étude est situé dans la partie Est de la wilaya de Tissemsilt, il constitue un axe de transit vers la wilaya de Médéa, entre Laâyoune wilaya de Tissemsilt et Ksar El Boukhari wilaya de Médéa.

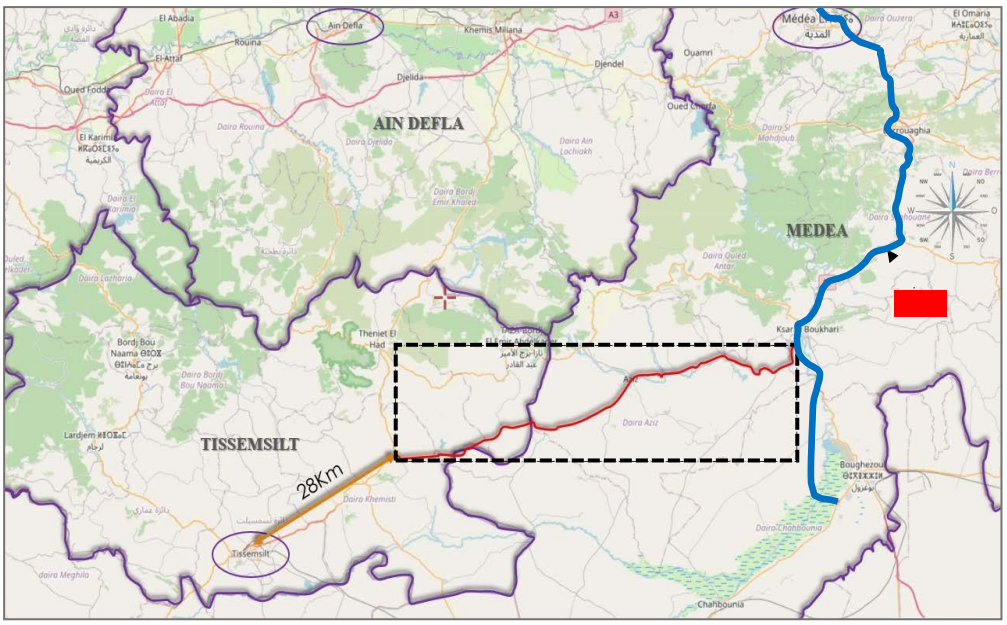


Figure I-1 localisation du projet

Le projet s'étende sur 70km dont 23 km est inscrit dans le territoire de de la wilaya de Tissemsilt du PK00+000 au croisement de la RN14 jusqu'au PK22+900 limites wilayas, et environ 47 km pour celui de la wilaya de Médéa du PK22+900 au PK69+700 au niveau de l'échangeur de l'autoroute Nord-Sud commune Ksar El Boukhari.

En traversant des agglomérations et zones urbaines telles que

Village de M'ghila

- Village de Ain El Baidha ;
- Village de EL Katar ;
- Ville de Sebt Aziz ;
- Village de Boukmouri ;
- Village de Souafine ;
- Village de Maimia.

Trois évitements sont introduits dans le projet, le premier c'est celui du village de Ain El Baidha sur 2.3km, le deuxième c'est l'évitement de la ville de Sebt Aziz sur 2.8km, et le troisième pour celui du village de Boukmouri sur un linéaire de 3.9km



Figure I-2 Début de projet pk 0+000



Figure I-3 fin de projet pk69+700

I.3 Objective du projet:

La route nationale 127 (RN 127) revêt une grande importance dans le réseau routier algérien en tant que liaison directe avec l'autoroute Nord-Sud. Elle joue un rôle stratégique dans le développement économique régional en connectant les régions méditerranéennes dupays au sud.

Vu l'importance de cette infrastructure routière, la route bidirectionnelle pose de sérieux problèmes sur les déplacements, la sécurité, le confort des usagers ainsi que sur la fluidité du trafic.

A cet effet le projet de dédoublement de RN127 à une grande importance sur l'aspect économique et social de la région.

Le projet objet de la présente étude a pour buts de :

- Appuyer le développement économique local et régional, cela par l'amélioration dela mobilité des personnes et des marchandises
- Désenclaver plusieurs wilayas ;
- Créer une attractivité de la région ;
- Améliorer la qualité de service pour les usagers de la route ;
- Rectification des virages dont le rayon de courbure ne répond pas aux normesminimales de sécurité ;
- Réduire le nombre d'accidents sur ce tronçon ;
- Réduire le temps de parcours.

I.4 Description de la route actuelle

La route existante comporte un profil en travers défini comme suit :

- Largeur de la chaussée 2 x 3m = 6m, sauf qu'il y a des sections où la largeur est endeçà de cette valeur.
- Deux accotements d'une largeur variable entre 0,5m et 2m

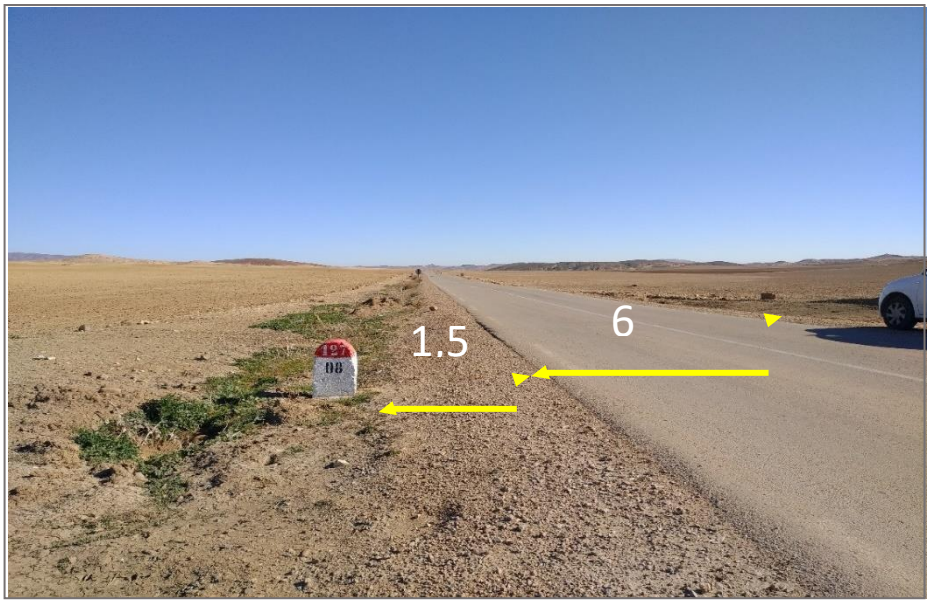


Figure I-4 Chaussé existante

L'analyse de la géométrie planimétrique de la route existante fait ressortir que le tracéen plan dans la majorité des sections ne répond pas aux exigences minimales des critères de la conception géométrique indiqués ultérieurement et sont par conséquence non acceptables.

Généralement le tracé se développe dans un terrain peu vallonné à plat, le profile en long est caractérisé par sa pente faible à moyenne, s auf des exceptions présentes dans quelques sections

Les grandes pentes sur la RN127 sont localisées au niveau de sections suivantes :

Tableau I-1 les grandes pentes inscrites à la RN127

N°	Section	Pente	N°
1	Du PK22+600 au PK22+800	7.20%	1
2	Du PK18+600 au PK19+000	10.50%	2
3	Du PK45+580 au PK46+060	10 %	3

I.5 Présentation de la wilaya:

I.5.1 Situation géographique

La wilaya de Médéa est située dans le centre du pays au cœur de l'Atlas tellien dans la région du titterie, elle consiste une zone de transit et un trait d'union entre le Tell et le Sahara, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, Elle est délimitée :

- **Au nord, par la wilaya de Blida ;**
- **A l'ouest, par les wilayas de Aïn Defla et Tissemsilt ;**
- **Au sud, par la wilaya de Djelfa ;**
- **A l'est, par Msila et Bouira**

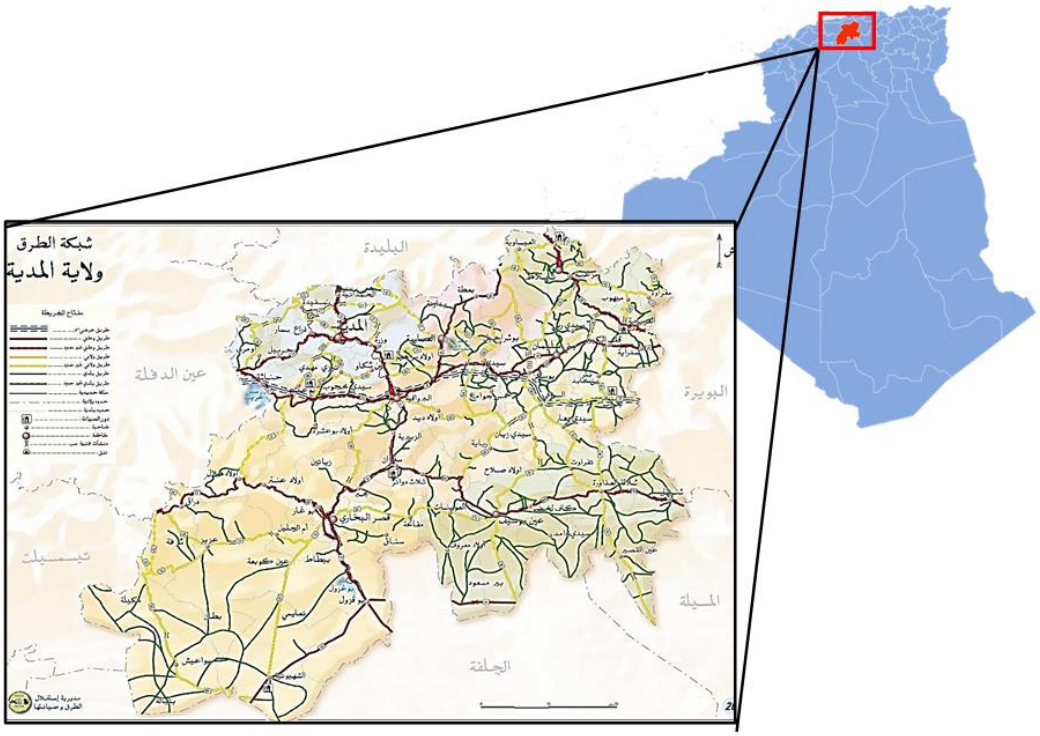


Figure I-5 Situation géographique de la wilaya de médéa

I.6 Relief:

La wilaya de Médéa est une wilaya montagneuse qui fait partie intégrante de la région du Tell est située dans l'Atlas tellien et se caractérise ainsi par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines de faible extension. Au sud, elle s'étend aux confins des hautes plaines steppiques. La wilaya se caractérise par quatre principales zones géographiques :

- **Le Tell montagneux :** région forestière au relief marqué, au climat rude et peu peuplée, ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat.

- **Le Tell collinien :** région de peuplement à vocation agricole, située dans le centre de la wilaya,

- **Les plaines du Tell :** situées à l'intérieur du Tell collinien, elles sont consacrées à la céréaliculture, toutefois la polyculture est récemment implémentée.

- **Le piémont méridional du Tell :** zone de transition vers les hautes plaines steppiques, il est caractérisé par une pluviométrie irrégulière.

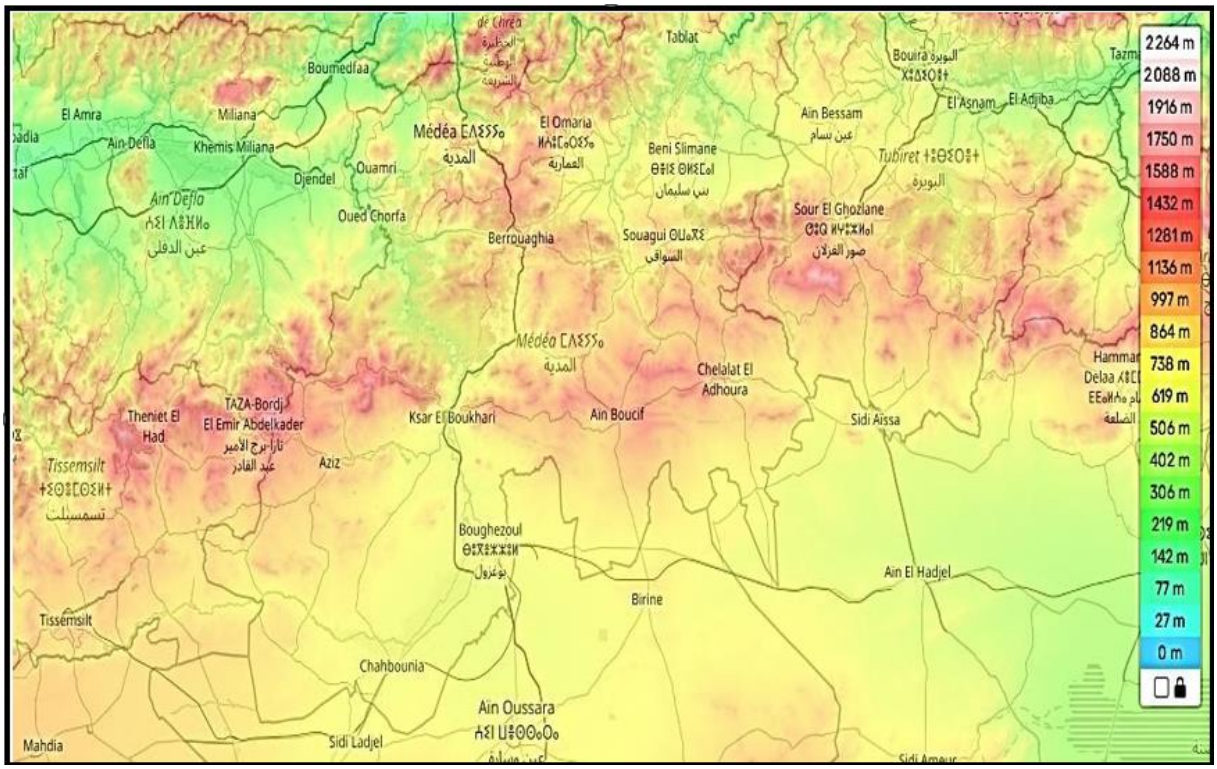


Figure I-6 Carte topographique de la wilaya de médéa

I.7 Ressources hydriques:

Cette wilaya comprend les barrages suivants :

- **Barrage de Béni Slimane.**
- **Barrage de Boughezoul.**
- **Barrage de Bouromi.**
- **Barrage de Ghribe.**
- **Barrage de koudia aserthoun.**

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015.

I.8 Sismicité :

Le bassin méditerranéen est une zone où la plaque Africaine et Eurasique sont en perpétuel mouvement de convergence, ce rapprochement se traduit par de nombreux séisme, faibles($M \leq 4$) modérés ($4<M<6.5$) ou violents ($M>6.5$).

Le contexte tectonique ainsi défini, et le résultat du mouvement compressif nord-sud induisant des formations en grande majorité sur les éléments de déformation (faible).

D'après le C.G.S (RPA 99 /version 2003), (l'Algérie est divisée en 05 zones de sismicité croissante :

- **Zone 0 :** sismicité négligeable
- **Zone I :** sismicité faible
- **Zone II a :** sismicité moyenne
- **Zone II b :** sismicité moyenne
- **Zone III :** sismicité élevée.

La wilaya de Médéa fait partie de la zone II-b (Sismicité moyenne).

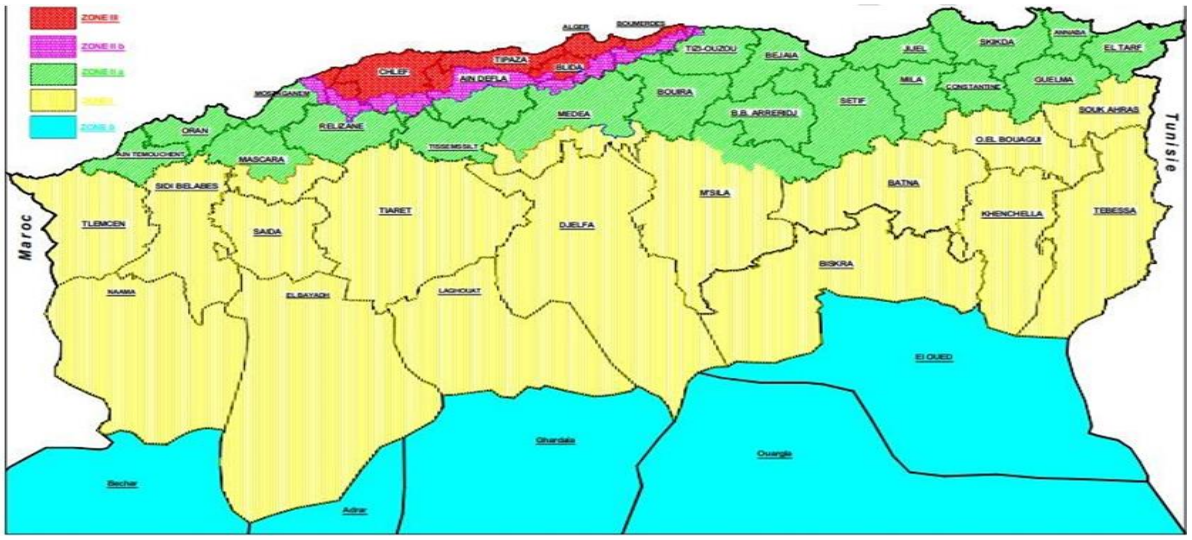


Figure I-7 Zones sismiques et degré de vulnérabilité des territoires en Algérie

I.9 Présentation du tronçon à étudier :

Notre projet consiste à étudier un tronçon autoroutier au niveau de point départ PK 58+800 allant vers le point d'arriver soit le PK 69+000. Cette section à étudier s'étend sur une longueur de 10.2 Km,

Se compose de :

- Ouvrage d'art (VIADUC) entre les PK 68+400 et PK 68+544 traversées de l'oued Beni Amrane.
- ECHANGEUR TROMPETTE AU PK 69+700

Etude de trafic

CHAPITRE II Etude de trafic

II.1 Introduction:

Dans tous les projets d'étude d'infrastructures routières il est essentiel d'inclure une évaluation et une analyse précise du trafic supporté puisque le dimensionnement de la chaussée (nombre de voies, épaisseur du corps de chaussée) est lié directement à cette sollicitation, pour résoudre ce problème il est nécessaire de déterminer la largeur des voies et leur nombre on se référant aux données actuelles du présent.

L'analyse du trafic joue un rôle crucial dans la conception des réseaux routiers. Son objectif est d'éclairer les décisions concernant la politique des transports.

II.2 Les différents types de trafic:

On distingue quatre types de trafic :

- **Le trafic normal :** C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- **Le trafic dévié :** C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Le trafic induit :** C'est le trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Le trafic total :** C'est la somme des trois trafics précédents : le trafic normal, induit et dévié.

II.3 Les données de trafic:

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service : TJMA=7000 v/j.
- Année de mise en service : 2024
- Le pourcentage des poids lourds : Z =30 %
- Taux de croissance annuelle de trafic : τ=4 %.
- La durée de vie : 20ans.
- Route de catégorie C2 dans un environnement E2

II.4 Calcul de capacité:

- **Définition :**

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période bien déterminée, elle s'exprime sous forme d'un débit horaire.

II.4.1 Calcul du (TJMA) horizon :

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

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

- **$TJMA_h$** : le trafic à l'année horizon.
- **$TJMA_0$** : le trafic à l'année de référence « année de comptage ».
- **n :** nombre d'année.

τ : taux d'accroissement du trafic (%).

II.4.2 Calcul des trafics effectifs :

- C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction du type et l'environnement de la route. Pour convertir les PL en (U.V.P), on utilise des coefficients d'équivalence, la formule pour exprimer le trafic effectif est :

$$Teff = [(1 - Z) + PZ]. TJMAh$$

- **Teff** : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P**: coefficient d'équivalence.

II.4.3 Débit de pointe horaire normale :

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il et exprimé en uvp/h, il est donné par la relation :

$$Q= (1 /n). Teff$$

Avec :

- **1/n**=0.12
- **Q** : débit de pointe horaire
- **n** : nombre d'heure.

II.4.4 Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est donné par la formule :

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

Avec :

- **K1** : coefficient lié à l'environnement.
- **K2** : coefficient de réduction de capacité.
- **C_{th}** : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable (pour une chaussée séparée C=1800 UVP/h).

II.4.5 Calcul du nombre des voies :

Pour déterminer le nombre de voie par chaussée, on prend le nombre le plus proche du rapport : $S.Q / Q_{adm}$

Avec :

- **S :** coefficient de dissymétrie = 2/3.
- **Q adm** : débit admissible par voie

II.5 Application au projet:

II.5.1 Le trafic à l'année horizon :

Trafic à l'année horizon (2044) pour une durée de vie de 20 Ans :

$TJMA\ (2044) = (1+ \tau)^{20}$ x TJMA (2024)

$= (1+0.04)^{20}$ x7000véh/j

= 15 338 véh/j

II.5.2 Calcul du trafic effectif :

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

Tableau II-1 Coefficient d'équivalence.

Environnement	E_1	E_2	E_3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-16
Route étroite	3-6	6-16	16-24

P=5 car on a « une route à bonne caractéristique et E2.

$$T_{eff2044} = [(1-Z) +PZ] \times TJMA_{2044}$$

$$= [(1-0.3) +4x\ 0.3] \times 15\ 338 = 29\ 142\ uvp/j$$

- **Débit de pointe horaire normale**

$$Q_{2044} = (1/n).\ Teff_{2044} \qquad \text{avec } (1/n) = 0.12$$

$$Q_{2044} = 0{,}12 \times 29\ 142 = 3643\ (uvp/h)$$

II.5.3 Débit admissible :

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

Les coefficients K_1, K_2 et la capacité théorique sont donnés par les tableaux suivants :

Tableau II-2 Les valeurs de K1.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau II-3 Les valeurs de K2.

Environnement	E1	E2	E3
Cat 1	1	0.99	0.91
Cat 2	1	0.99	0.95
Cat 3	1	0.99	0.97
Cat 4	1	0.98	0.96
Cat 5	1	0.98	0.96

Tableau II-4 Les valeurs de la capacité théorique

	Capacité théorique (UVP/h)
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200
Route a chaussée séparée	1500 à 1800

D'âpres les tableaux, on utilise les valeurs suivantes :

- $\mathbf{K_1}$=0.85 ;
- $\mathbf{K_2}$=0.99 ;
- $\mathbf{C_{th}}$=1800uvp/h ;

Qadm = 0.85 x 0.99 x 1800= 1515 (uvp/h) par voie.

II.5.4 Le nombre des voies :

$n = S.\ Q_{2044}/Q_{adm} = (2 / 3) \times (3350 / 1515) = 1.6 \approx 2.$

Donc : n= 2 voies /sens

II.5.4.1 Résultats de calcul:

Tableau II-5 Résultat de calcul du nombre de voies.

TJMA 2024 **Véh /j**	**TJMA 2024** **Véh /j**	Teff Uvp/j	Q (uvp/h)	Qadm (uvp/h)	N° des Voies Par sens
7000	15338	29142	3643	1515	2

II.5.5 Calcul de l'année de saturation :

On a :

$Teff_{2024} = [(1 - 0,3) + 5 \times 0,3]. 7000 = 13\,300$ (uvp/j).

$Q_{2024} = 0,12 \times 13\,300 = 1596$ (uvp/j).

$Q_{Saturation} = 2 \times Q_{adm}$

$\Rightarrow Q_{Saturation} = 2 \times 1800 \times 0.85 \times 0.99 = 3030$ (uvp/j).

$Q_{Saturation} = (1+\tau)^{n} \times 2/3 \times Q_{2024} \Rightarrow n = \log (Q_{Saturation} / (2/3). Q_{2024}) / \log (1+\tau)$

$\Rightarrow n = \log (3030 / (2/3).1596) / \log (1+0,04) \approx 27$ ans.

Donc l'année de saturation sera égale à :

+27=**2051.**

II.6 Conclusion:

Après le calcul de trafic, notre route sera donc de **2*2 voies** avec une largeur de chaussée de 7m pour chaque sens.

Tracé en plan

CHAPITRE III Tracé en plan

III.1 Définition:

Le tracé en plan d'une route est la projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, c'est une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Ce tracé se distingue par une vitesse initiale à partir de laquelle on évalue les caractéristiques géométriques de la route qui devront garantir la sécurité et le confort.

III.2 Règles à respecter dans le tracé en plan:

- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Se raccorder au réseau routier existant.
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants.
- Appliquer les normes du **B40** si possible.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter les propriétés privées.
- Respecter la longueur minimale et maximale des alignements droits si c'est possible.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

III.3 Les éléments du tracé en plan:

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

La norme de conception utilisée pour l'étude géométrique du dédoublement de la RN127 est celle définie par les instructions sur les conditions techniques du B40.

Compte tenu du relief dans lequel s'inscrit le projet : un terrain vallonné et de sinuosité moyenne, notre route et d'environnement E2.

III.3.1 Les Alignements

L'alignement droit est l'élément géométrique le plus simple, cependant, son emploi dans le tracé des routes est restreint à cause des problèmes qu'il pose :

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

Il existe toutefois des cas ou l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées (comme dans notre cas).
- Dans les vallées étroites.
- Pour assurer la possibilité de dépassement.

La longueur des alignements est fonction de :

- La vitesse de base (la durée du parcours rectiligne pour être précis).
- Les sinuosités qui précédent et suivent l'alignement.
- Les rayons de courbure de ces sinuosités.

III.3.1.1 Règles concernant la longueur des alignements

- Une longueur minimale d'alignement **Lmin** devra séparer deux courbes circulaires de mêmesens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **cinq (5) secondes** à lavitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs

$$\mathbf{L_{min}} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$$

VB : vitesse de base en km/h.

Lorsque cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, on passe à un raccordement en C ou Ove.

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

$$\mathbf{L_{max}} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$$

III.3.2 Arcs De Cercle :

Pour limiter la courbe, il faut assurer la stabilité des véhicules, la visibilité dans les tranchésen courbe.

C'est pour ça qu'on essaie toujours de choisir les rayons les plus grands possibles et ne jamais descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

III.3.2.1 Stabilité En Courbe

Le véhicule en courbe subit une instabilité à l'effet de la force centrifuge, pour réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage d'une pente dite 'devers',elle est exprimée par sa tangente.

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

a) Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

C'est le rayon au devers maximal :

$$RHM = \frac{VB^2}{127\times(ft+dmax)}$$

ft: coefficient de frottement transversal.

Ainsi pour chaque vitesse de base, on définit une série de couple **(R, d)**

Avec d : le devers

b) Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant la vitesse de base de **20km/h** de rouler en sécurité.

$$RHd = \frac{VB^2}{127\times(ft+dmax)}$$

c) 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 subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé $\mathbf{d_{min} = 2.5\%}$ pour les catégories **1–2**

$$RHd=\frac{(VB+20)^2}{127\times2\times dmin}$$

d) 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.

Cat. **1 – 2 →**

$$RHnd = \frac{VB^2}{127\times0.0035}$$

D'âpres le B40, Pour notre projet de dédoublement de la **RN127** situé dans un environnement **(E2)**, et classé en catégorie **(C2)** avec une vitesse de base de **80km/h**, on a :

Tableau III-1 Rayons du tracé en plan.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

III.3.2.2 Règles pour l'utilisation des rayons en plan:

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs derayon ≥ à RHn.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R.
- Les rayons compris entre Rhd et Rhnd sont en dévers minimal d_{min}.
- Ne pas utiliser deux rayons successifs de rapport supérieur à 2.
- Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.
- Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m ou 100 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

III.3.3 Les Courbes De Raccordement

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

La clothoïde est la courbe de raccordement la plus utilisée grâce à son accroissement linéairede courbure.

III.3.3.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Le confort des passagers du véhicule.
- La transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

➢ **Clothoïde :**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul, sa courbure est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la **clothoïde** maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

- **Expression mathématique de la clothoïde**

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne

$$K = C.L : K = \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R} = C.L$$

$$\text{On pose : } \frac{1}{C} = A^2 \quad \Rightarrow L.R = A^2$$

III.3.3.2 Eléments de la clothoïde :

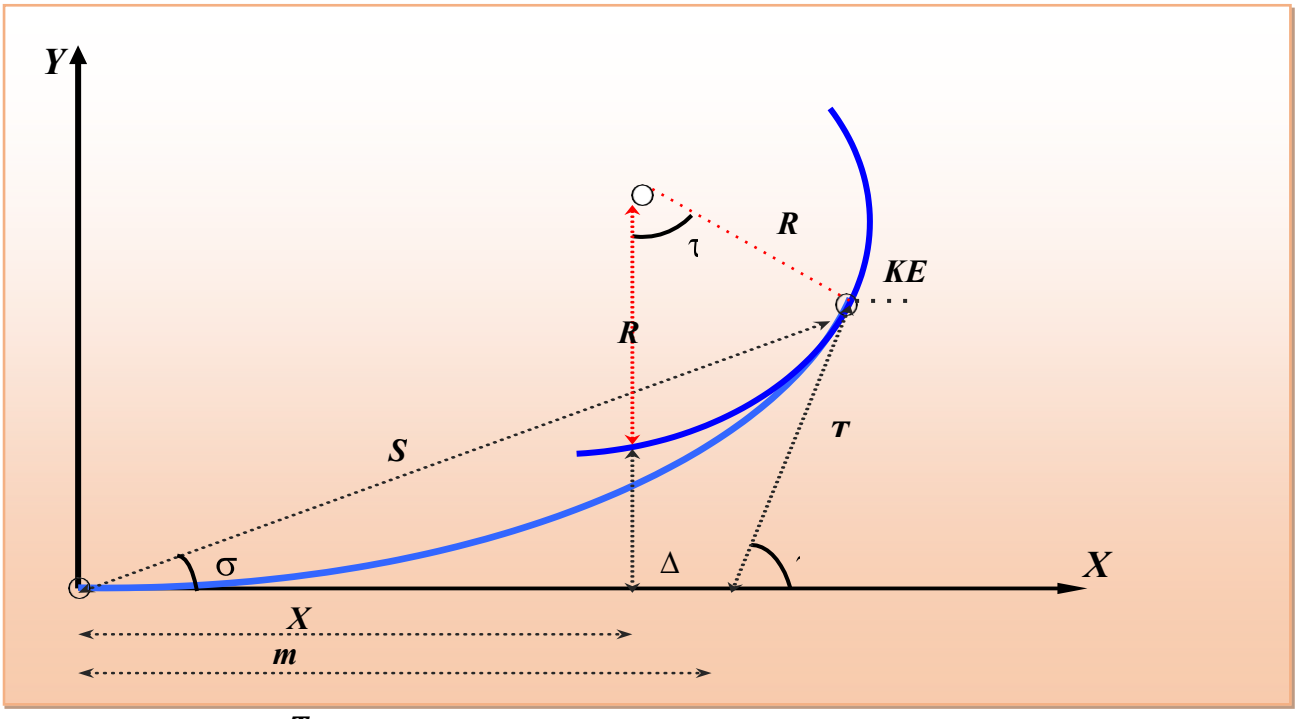


Figure III-1 Eléments de clothoïde.

- **R :** rayon du cercle.
- **L :** longueur de la branche de clothoïde.
- **A :** paramètre de la clothoïde.
- **KA :** origine de la clothoïde.
- **KE :** extrémité de la clothoïde.
- **ΔR :** ripage.
- **τ:** angle des tangentes.
- **TC :** tangente courte.
- **TL :** tangente longue

- **σ :** angle polaire.
- **SL :** corde **KE** –**KA**.
- **M :** centre du cercle d'abscisse **Xm**.
- **Xm :** abscisse du centre du cercle **M** à partir de **KA**.
- **Ym :** ordonnée du centre du cercle **M** à partir de **KA**.
- **X :** abscisse de **KE**
- **Y :** ordonnée de **KE**

III.3.3.3 Les conditions de raccordement:

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

a) Condition de confort optique :

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

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

$$\tau \geq 3° \text{ soit } \tau \geq 1/18 \textbf{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \textbf{rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3$$

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

- **Règle générale (B40) :**

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

Pour $1500 < R < 5000$ m $\tau = 3°$ c'est-à- dire $L \geq R/9$

Pour $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7.75(R)^{1/2}$

b) Condition de confort dynamique :

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

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

- **VB :** vitesse de base **(km/h)**
- **R :** rayon en **(m)**.
- **Δd :** variation de dévers.

c) Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.

$$\mathbf{L \geq l.\ \Delta d.\ VB}$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

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

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

III.3.4 Notion de devers :

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

III.3.4.1 Devers en alignement:

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles dela chaussée. Il est pris égal à : **dmin =2.5%**

III.3.4.2 Devers en courbe:

En courbe, il permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- Améliorer le guidage optique.

III.3.4.3 Calcul des devers:

Dans les alignements droits et dans les courbes de **R ≥ RHnd** le devers est égal à **2.5%** et pour les courbes de rayon **R < RHnd** un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « 1/R ».

Si RHm < R < RHN :

$$d = d_{max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}\right) \times \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

Si RHN < R< RHd :

$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right) \times \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$$

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

Raccordement de devers :

- En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes **(2.5%)**, encourbe ils ont des valeurs supérieures **(de 3 à 7%).**
- Le dévers doit régner sur la totalité de la partie circulaire de la courbe ; il doit être introduit par un raccordement à courbure progressive d'une longueur au moins égale à ce qui est nécessaire pour limiter la variation de devers de 2% par seconde (condition de confort) soitpour 1% de variation de devers, une longueur de 11m pour une vitesse de base de 80km/h.

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des **Clothoïdes :**

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance
- **Dmin :** appelée longueur de gauchissement.

  $D_{min} = \frac{5}{36} \times V_B \, \Delta d$
- Pour les courbes en **S**, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le deverspeut unique peut être conservé.

III.3.5 Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E2** et une catégorie **C2**, avec une vitesse de base de **80km/h**, on définit les paramètres suivants :

Tableau III-2 Paramètres fondamentaux.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	L_{min}	111.11
Longueur maximale (m)D	L_{max}	1333.33
Devers minimal (%)	D_{min}	2.5
Devers maximal (%)	D_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
Frottement longitudinal	f_L	0.39
Frottement transversal	f_t	0.13
Distance de freinage (m)	d_0	65
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d_m	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_n	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement(m)	dmd	200

III.4 Justification du tracé en plan

A partir des visites du site, et du levé topographique fait par le SETS ; etâpres avoir tracer à peu près l'axe existant, on a trouvé qu'elle présente des bonnes caractéristiques dans quelques tronçons et de mauvaises caractéristiques dans d'autres.

Du point de vue géométrique, notre tracé et composé de trois tronçons (Il faut bien respecterles normes de conception concernant les longueurs maximales et minimales et les différents rayons du tracé en plan sans oublier de suivre au maximum la chaussée existante) :

- **Du PK 58+800 au PK 61+720**

Dédoublement de la RN127 du côté droite, amélioration des conditions de la circulation en améliorant le tracé en plan par adaptation des rayons et aussi le profil en long.

- **Du PK61+720 au PK63+020**

Cette section contient dans sa totalité une succession des courbes en forme C et S, cette conception est rétablie par un 02 rayons tel que R=250m

- **Du PK63+020 au PK64+740**

Le dédoublement le long de cette section à droite de la chaussée existante avec rectification deux rayons à l'intérieur sont valeurs R=190m et 140m par un seul rayon de 450m.

- **Du PK63+020 au PK67+040**

Dédoublement côté gauche de la route existante

- **Du PK63+020 au PK67+480**

Dédoublement côté droite de la route existante

- **Du PK67+480 au PK69+000**

Tracé neuf en traversant oued Boukmouri au PK68+400 passant par la future zone industrielle.

III.5 Calcul d'axe:

Le calcul d'axe se fait après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont onconnaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- 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

III.5.1 Exemple De Calcul D'axe Manuellement : droite 1 et 2

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe.

La liaison que l'on a choisie se situe à la fin de notre projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit :

Tableau III-3 Les données de l'axe à calculer

V_B=80Km/h	X (m)	Y (m)	R =4000m
S0	473696.822	3966081.99	**4000**
S1	474428.391	3966336.948	
S2	474965.329	3966570.074	

- **Calcul des gisements**

$$\begin{cases} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 731.569\text{m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 254.958\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 536.938\text{m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 233.126\text{m} \end{cases}$$

$$\overline{S_1 S_0} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = 774.72$$

$$\overline{S_2 S_1} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = 50.51$$

D'ou :

$$G_{s1}^{s0} = \text{arctg}\,\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|} = 78.65 \text{ grades}$$

$$G_{s2}^{s1} = \text{arctg}\frac{|\Delta x_1|}{|\Delta y_1|} = 73.92 \text{ grades}$$

- **Calcul de l'angle γ :**

$$\boldsymbol{\gamma = \left| G_{s2}^{s1} - G_{s1}^{s0} \right|} = 4.73$$

- **Calcul de Tangente $\boldsymbol{T}$:**

$$T = R \times \tan(\gamma/2) = 279.74 \text{ m}$$

- **Calcul des coordonnées des points de tangente :**

β = 78.65 gr

$$\begin{cases} X_{A0} = X_{S1} + T\sin(\beta) = \mathbf{474692.5468} \quad \mathbf{m} \\ Y_{A0} = Y_{S1} + T\cos(\beta) = \mathbf{3966538.261} \quad \mathbf{m} \end{cases}$$

$\boldsymbol{\theta = 73.92\text{gr}}$

$$\begin{cases} X_{A1} = X_{S1} + T\sin(\theta) = \mathbf{474684.9839} \ \mathbf{m} \\ Y_{A1} = Y_{S1} - T\sin(\theta) = \mathbf{3966189.602} \ \mathbf{m} \end{cases}$$

- **Calcul des coordonnées de centre :**

$$\mathbf{G_{Al-C}} = 300 - \beta = \mathbf{221.35}$$

$$\begin{cases} Xc = X_{A1} - R\sin(G_{A1-C}) = \mathbf{46009.0023} \quad \boldsymbol{m} \\ Yc = YA1 + R\sin(G_{A1-C}) = \mathbf{3964873.147}\ \boldsymbol{m} \end{cases}$$

Larc $= \pi R\left(\frac{\gamma}{200}\right) = \mathbf{279.19}$m

- **Calcul les coordonnées des points singuliers**

$$\begin{cases} \text{XA0} = \text{Xs1} - \text{Tsin}\left(G\frac{S_1}{S_0}\right) = \mathbf{474154.1218}\ \boldsymbol{m} \\ \text{YA0} = \text{Ys1} - \text{Tcos}\left(G\frac{S_1}{S_0}\right) = \ \mathbf{3966281.895}\ \boldsymbol{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{XA1} = \text{Xs1} + \text{Tsin}\left(G\frac{S_2}{S_1}\right) = \mathbf{474697.1864\ m} \\ \text{YA1} = \text{Ys1} + \text{Tcos}\left(G\frac{S_2}{S_1}\right) = \mathbf{3966414.43}\ \ \mathbf{m} \end{cases}$$

Les résultats du calcul d'axe sont faits automatiquement par le logiciel autopiste et sont joints en annexe.

Profil en long

CHAPITRE IV : Profil en Long

IV.1 Définition:

Le profil en long d'une route est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. Il est composé d'éléments de lignes droites raccordées par des raccordements circulaires ou paraboliques.

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

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement (les déclivités minimales et maximales, les rayons minimums en angle saillant ou entrant).
- Eviter les angles entrants en déblai (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, car ce dernier complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Eviter les hauteurs excessives en remblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

IV.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 parabolique ou circulaires, on doit déterminer pour chaque point du profil en long :

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

IV.4 Coordination du tracé en plan et le Profil en long:

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

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

IV.5 Déclivités:

La déclivité d'une route est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

IV.5.1 Déclivité Minimum :

Pour assurer un bon écoulement des eaux pluviales, on n'emploie normalement jamais de pente nulle.

On adopte en général une pente longitudinale minimale de **0,5% (**de préférences **1 %**, si possible).

IV.5.2 Déclivité Maximum :

La déclivité maximale est acceptée à titre particulier 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 (cas de pente max.).

La déclivité maximale est fonction de :

- La condition d'adhérence.
- La vitesse minimum de **PL**.
- La condition économique.

Pour notre cas, pour la catégorie 2 et l'environnement 2 la pente maximale est de $\mathbf{I_{max}}$ **=5 % (paragraphe 2.7.1)**

IV.6 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 visibilités et de confort, on distingue deux types raccordements :

IV.6.1 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, il faut que la conception doive satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

IV.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

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

IV.7 Caractéristiques des rayons du profil en long:

Selon le b40 et pour le cas de la **RN127**, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, ils sont donnés par le tableau suivant :

Tableau IV-1 Caractéristiques du profil en long.

Catégorie		C2
Environnement		E2
Vitesses de base (Km/h)		80
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	R_{Vm1} (minimal absolu) en m	2500
	R_{Vn1} (minimal normal) en m	6000
Rayon en angle rentrant RV	Route unidirectionnelle :(2x2 voies)	
	R'_{Vm1} (minimal absolu) en m	2400
	R'_{Vn1} (minimal normal) en m	3000
Déclivité maximale	I_{max} (%)	5

IV.8 Justification du tracé de profil en long:

Le tracé du profil en long de l'ancien axe de la RN127 suit exactement le niveau du terrain naturel (une différence de 30cm a été acceptée).

On a essayé de suivre le même profil en long de la route, sauf dans les nouveaux tronçons qu'on a créés (du PK 59+850 au PK 60+450 et du PK 61+700 AU PK 62+750 et de PK 66+700 au PK 69+000) et quand les rayons existants sont inférieurs aux rayons saillants et rentrant minimums.

IV.9 Détermination pratique du profil en long:

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

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

A l'équation de la parabole : $X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = X^2/2R$

Le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, B.
- Donner La pente P1 de la droite (AS).
- Donner la pente P2 de la droite (SB).
- Donner le rayon R.

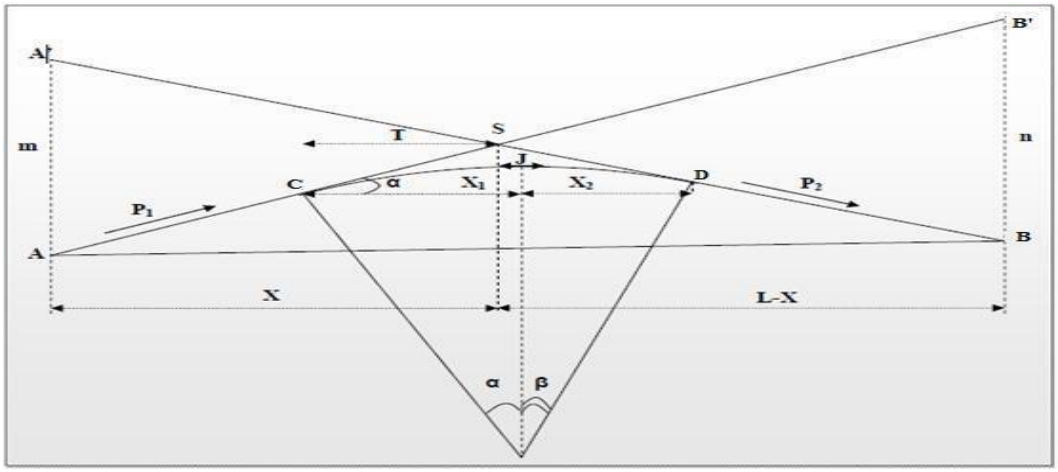


Figure IV-1 Exemple de raccordement du profil en long (cas convexe).

IV.9.1 Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a : $Z_{A'} = Z_B + LP_2$; $m = Z_{A'} - Z_A$

$Z_{B'} = Z_A + LP_1$; $n = Z_{B'} - Z_B$

Les deux triangles SAA‟ et SBB‟ sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{X}{L-X} \quad \Rightarrow X = \frac{m.L}{m+n}$$

$$\Rightarrow \quad S \begin{cases} X_S = X + XA \\ Z_S = P1X + ZA \end{cases}$$

IV.9.2 Calcul de la tangente :

$$T = \frac{R}{2} \ |P1 \pm P2|$$

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

$$C \begin{cases} X_C = X_S - T \\ Z_C = Z_S - TP2 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} X_D = X_S + T \\ Z_D = Z_S + TP2 \end{cases}$$

IV.9.3 Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$L_R = 2T$$

IV.9.4 Calcul de la flèche :

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

IV.9.5 Calcul des cordonnées du sommet de la courbe :

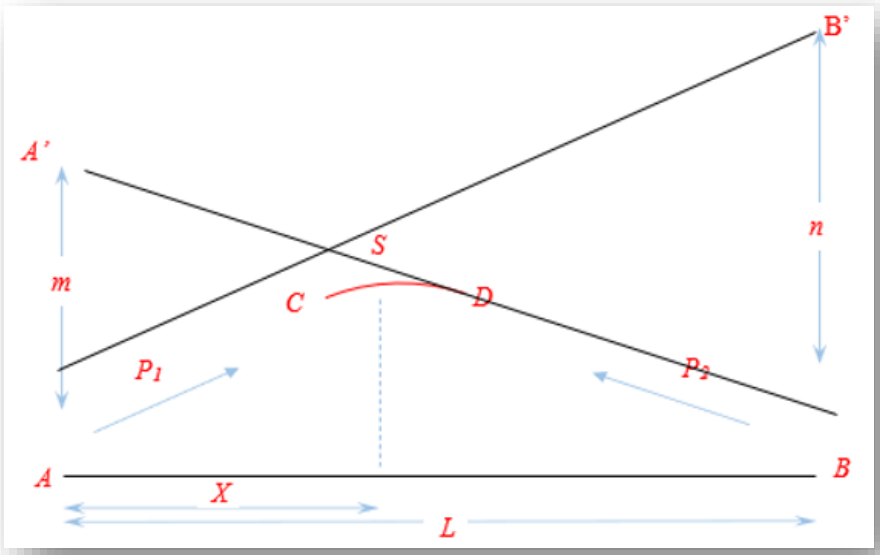
Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$X_{J/A} = R \times P_1$

$Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R}$

$$J \begin{cases} X_J = X_S + X_{J/A} \\ Z_J = Z_S - Z_{J/A} \end{cases}$$

- **Exemple de calcul manuel : (Cas d'un rayon convexe)**



R = 10000 m

$$A \begin{cases} X_A = 60987.025\ m \\ Z_A = 670.588\ m \end{cases} \qquad S \begin{cases} X_S = 61124.731\ m \\ Z_S = 671.295\ m \end{cases} \qquad B \begin{cases} X_B = 61273.945\ m \\ Z_B = 670.909\ m \end{cases}$$

a) - Calcul des pentes :

$P_1 = \Delta Z_1 / S_1$ $\qquad P_1 = \frac{671.295 - 670.588}{61124.731 - 60987.025} = 0.0051$ $\qquad \mathbf{P_1} = 0.51\%$

$P_2 = \Delta Z_2/S_2$ $P_2 = \frac{670.949-671.295}{61273.945-61124.731} = -0.0023$ $\mathbf{P_2} = -0.23\%$

b) - Calcul de la tangente :

$T = \frac{R}{2}|P1 \pm P2| = \frac{10000}{2} \times (0.0051 + 0.0023)$

T = **37 m**

c)- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

C $\begin{cases} X_C = X_S - T = 61124.731 - 37 = 61087.731 \\ Z_C = Z_S - T \times P1 = 671.295 - 37 \times 0.0051 = 671.1063 \end{cases}$

D $\begin{cases} X_D = X_S + T = 61124.731 + 37 = 61161.731 \\ Z_D = Z_S - T \times P2 = 671.295 - 37 \times 0.0023 = 671.2099 \end{cases}$

d) - Calcul de la longueur de raccordement :

L=2×T =2×37=**74 m**

f) -Calcul de la flèche :

$H = \frac{T^2}{2R} = \frac{37^2}{2\times10000} = 0.068$ m

e) - Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P1 = 10000 \times 0.0051 = \mathbf{51\ m} \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} = 51 \times 0.051 - \frac{51^2}{2 \times 10000} = \mathbf{1.3\ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_J = X_S + X_{J/A} = 61124.731 + 51 = 61175.731 \\ Z_J = Z_S - Z_{\frac{J}{A}} = 671.295 - 1.3 = 669.995 \end{cases}$$

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel autopiste et sont joints dans l'annexe.

Profil en travers

CHAPITRE V Profile en travers

V.1 Introduction:

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il établit en particulier la largeur et le dévers des chaussées ainsi que les zones non roulables de la route.

La sélection d'un profil en travers est dépendante principalement du trafic prévu sur la route, ce qui détermine le nombre de voies.

Le profil en travers est divisé en deux types: le profil en travers courant et le profil en travers type

- **Profil En Travers Type :** Il renferme tous les éléments de construction de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais ou mixte).
- **Profil en travers courant :** Il s'agit d'un élément essentiel dessiné dans les projets de construction de nouvelles routes ou d'aménagement des routes existantes.

V.2 Types de profiles en travers:

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

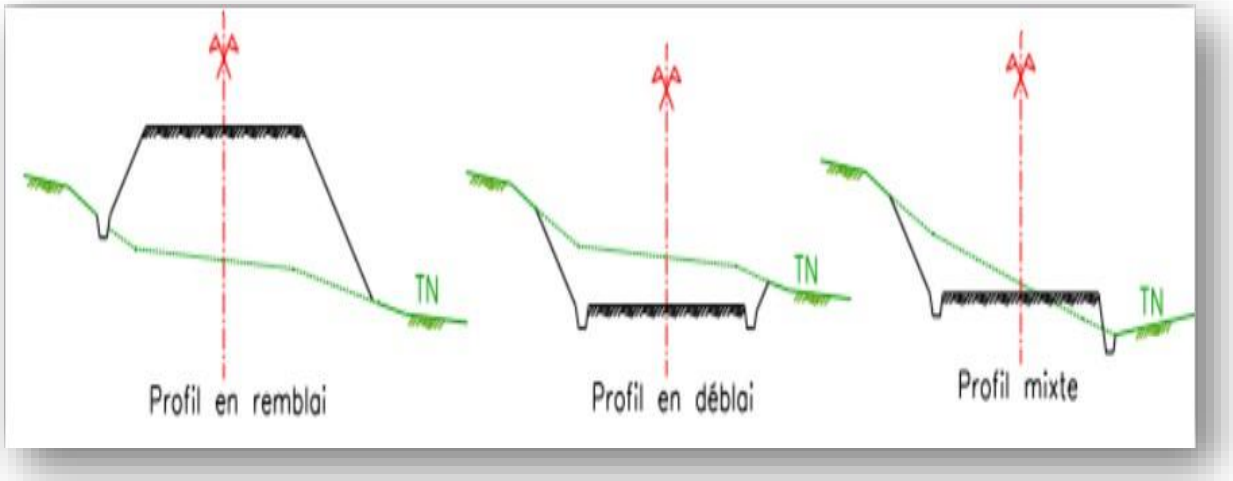


Figure V-1 Différents types de profil en travers

V.3 Les éléments d'un profil en travers:

- **La chaussée :** C'est la zone qui est utilisée pour la circulation des véhicules, d'après l'étude de trafic, la chaussée est de type 2×2voies de largeur 3,50 m**.**
- **La largeur roulable :** englobe les surlargeurs de chaussée, la chaussée et les bandes d'arrêt.
- **La plate-forme :** C'est l'espace de la route situé entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, qui comprend la chaussée et les accotements.

- **Assiette** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements. Elle est limitée par les pieds de talus en remblai et la crête de talus en déblai.
- **L'emprise :** c'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à laroute et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public
- **Les accotements :** En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

- **La bande d'arrêt d'urgence :** elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussé d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée.

D'après le **B40** (paragraphes 4.6.2 et 4.5.2) et pour une chaussée sans piétons, On prend une largeurde 2m revêtue.

- **La berme :** elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place, D'après le B40 (paragraphe4.6.2), on prend une largeur de 0.75m.

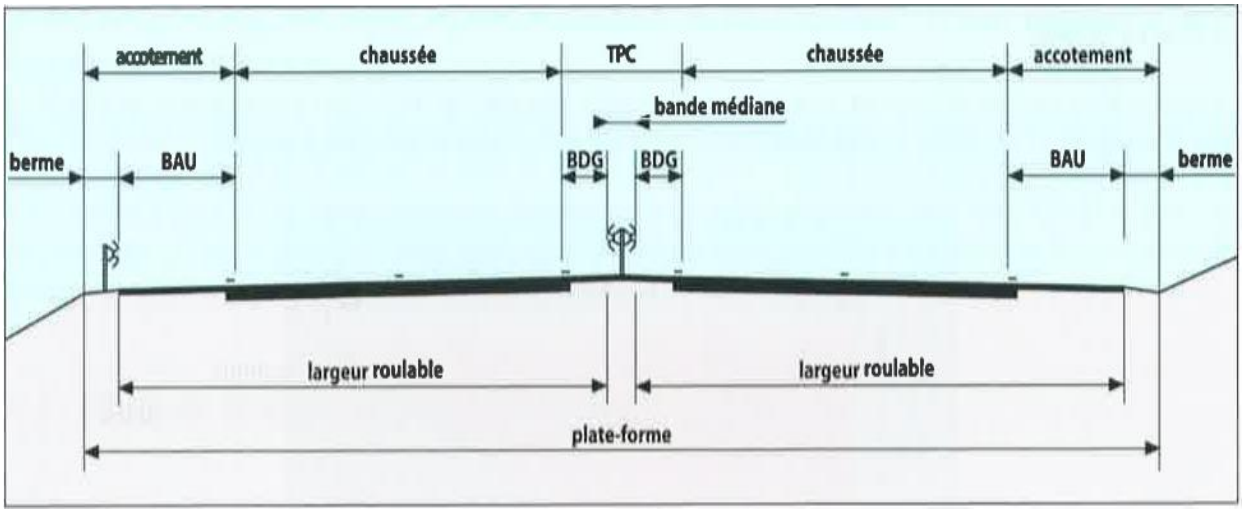


Figure V-2 Eléments constitutifs du profil en travers en section courante.

V.4 Profils en travers au droit des ouvrages d'art (B40 paragraphe4.8.1):

La largeur de la chaussée est soit conservée soit augmentée de certaines surlargeurs.

Pour un passage supérieur, les bandes d'arrêt sont soit supprimés soit conservés à leur largeurcourante.

Le reste des accotements est remplacée par les éléments du tablier qui sont strictement nécessaires pour y remplacer les dispositifs de sécurité éventuels et les gardes corps, et pour y assurer le passage des piétons.

V.5 Pentes transversales:

Les courbes de rayon inférieur à Rnd sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

- **En alignement et en courbe non déversée :**

La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.La pente de l'accotement est de 4%.

Les pentes du versant en toit du T.P.C revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.

La berme extérieure présente une pente transversale de 8% qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

- **En courbe déversée :**

La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5% pour Rnd et 7% pour Rm.

La pente de l'accotement est de 4% lorsque le devers de la chaussée est inférieur à 4%.

Lorsque le devers de la chaussée est supérieur à 4% ; à l'intérieur de la courbe, la pente de l'accotement doit être égale au devers ; à l'extérieur de la courbe, la pente est une valeur comprise entre le devers et 2% à l'intérieur, la surface étant traitée pour éviter la formation des boues **(paragraphe 4.5.4 du B40).**

- **Changement de dévers :**

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif (clothoïde).

- **Point de rotation des dévers :**

Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plate-forme ; sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord gauche de la chaussée.

Dans notre cas le TPC n'est revêtu. Le point de rotation des dévers se situe sur le bord gauche de la chaussée.

V.6 Application au projet:

Tableau V-1 Profil en travers type proposé.

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale(m)
Voie de circulation 2x2	3.5	4	14
Terre-plein centrale (T.P.C)	3.6	1	3.6
Bande de guidage	0.3	2	0.6
Bande médiane	3.0	1	3.0
Accotement	2.75	2	5.5
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	2.5	2	5.0
La berme	0.75	2	1.5
Dévers en section droite			
Chaussée	2.5% vers l'extérieur.		
TPC	Identique à celle de la chaussée.		
L'accotement	4%.		
Dévers en courbe			
ChausséeTPC	7% (maximum)		
L'accotement	Identique à celle de la chaussée. Selon le devers mais au minimum 4%		

Cubature des terrassements

CHAPITRE VI Cubature des terrassements

VI.1 Introduction:

La cubature des terrassements implique le calcul des volumes de terre à enlever (déblais) et des volumes à apporter (remblai) afin de créer une allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permet aux véhicules de circuler en toute sécurité et sérénités à partir de :

- Les surfaces de remblai ou de déblais obtenues par le profil en travers.
- Les distances entre les profils en travers, indiquées sur le profil en long.

VI.2 Méthode de calcul des cubatures:

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures, les plus utilisées sont :

- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- Méthode de l'aire moyenne (méthode par défaut).
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

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

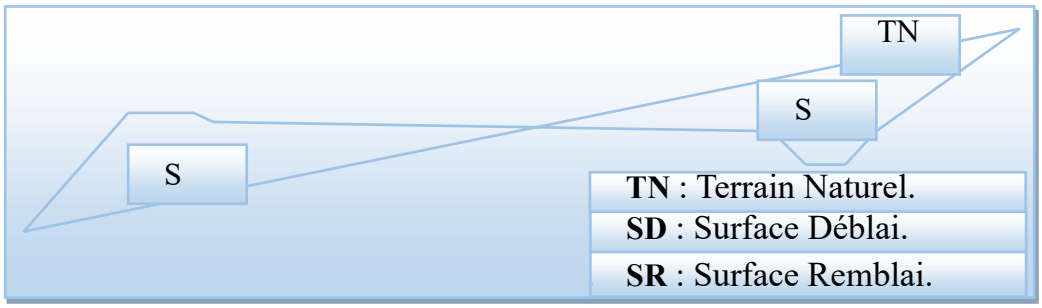


Figure VI-1 Explique la méthode SARRAUS

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

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

Tel que :

- **H** : Hauteur entre deux profils.
- $Smoy$: Surface limitée à mi- distances des profils.
- $S1$: Surface de profil en travers P1.
- $S2$: Surface de profil en travers P2.

- Pour éviter des calculs très longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions : $\frac{S1+S2}{2}$ et Smoy.
- Donc : $Vi = \frac{Li}{2}(Si + S_{i+1})$
- Et le volume total de terrassement sera donc : $V = \sum Vi$

VI.2.1 Exemple :

Soit le profil en long de terrain naturel et la ligne de projet suivante :

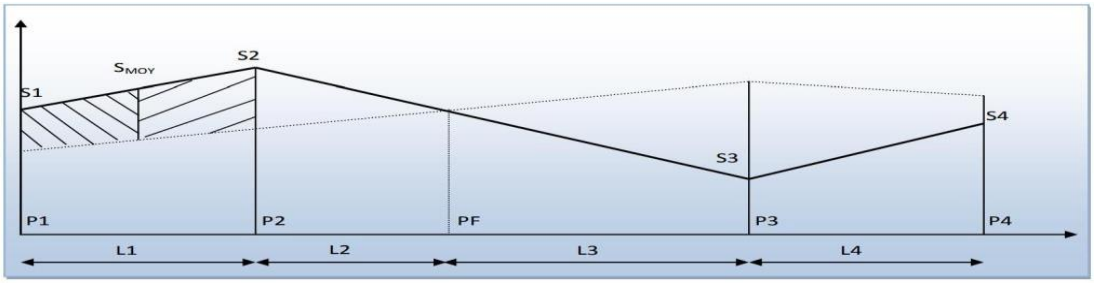


Figure VI-2 Méthode de la moyenne des aires (projection verticale).

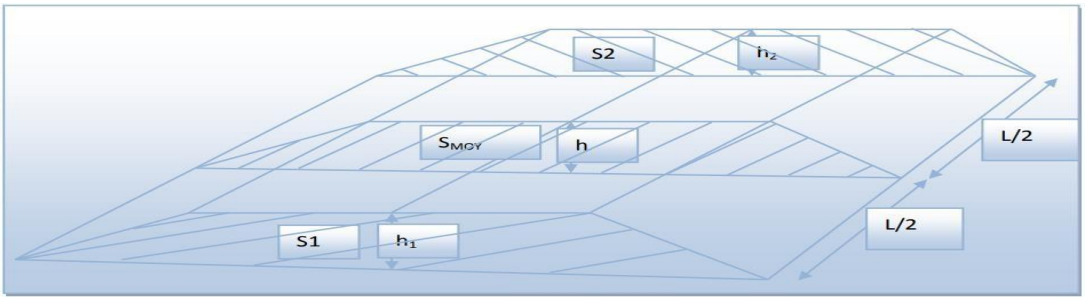


Figure VI-3 Méthode de la moyenne des aires (projection horizontale).

- Entre $P1$ et $P2$: $V1 = \frac{L1}{2}(S1 + S_2)$
- Entre $P2$ et PF : $V2 = \frac{L2}{2}(S2 + S_3)$
- Entre PF et $P3$: $V3 = \frac{L3}{2}(S3 + S_4)$
- Entre $P3$ et $P4$: $V4 = \frac{L4}{2}(S3 + S_4)$

Donc : $V = V1 + V2 + V3 + V4$

Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide du logiciel «COVADIS » qui nous donne :

- Volume total de remblai : 330 652.3 m3.
- Volume total de déblai : 66520.1 m3.

Les résultats du calcul des cubatures sont joints en annexe

Etude géotechnique

CHAPITRE VII Etude géotechnique

VII.1 Introduction:

L'objet de la géotechnique routière est de prévoir le comportement des sols ou des matériaux granulaires. Elle se détermine par l'exécution des travaux de reconnaissance le long et autour de la zone à l'étude

Les travaux de reconnaissance ont pour but de définir la stratigraphie sur le long du tracé, de caractériser les propriétés géotechniques des matériaux rencontrés afin de réaliser le dimensionnement du corps de chaussée, de préciser la stabilité des talus des déblais et remblais et les conditions de réutilisation des sols excavés.

La campagne de reconnaissance géologique et géotechnique comprenait :

- L'étude des archives et documents existants.
- L'exécution de puits d'exploration et de forages.
- L'installation de piézomètres.
- Une série d'essais mécaniques in situ.
- Ainsi qu'une batterie d'essais en laboratoire.

VII.2 Contexte géologique:

VII.2.1 Géologie du site :

L'étude géologique du site est la première étape permettant la mise au point des études sommaire :

- En identifiant le contexte géologique général du tracé ainsi que les avoisinants susceptibles d'être concernés (par les interactions avec les travaux ou le projet),
- En définissant un modèle géologique sommaire du tracé,
- En réalisant une première identification et évaluation des risques liés aux aléas géologiques, ainsi qu'une première approche de l'étendue des terrains et avoisinants susceptibles d'être concernés.

La zone d'étude s'inscrit dans Le Massif de L'Ouarsenis, correspond à la partie du tell méridional comprise entre les méridiens de Boghari et de Relizane c'est-à-dire entre la vallée transversale de l'oued Chlef à l'est et celle de l'oued mina à l'ouest.

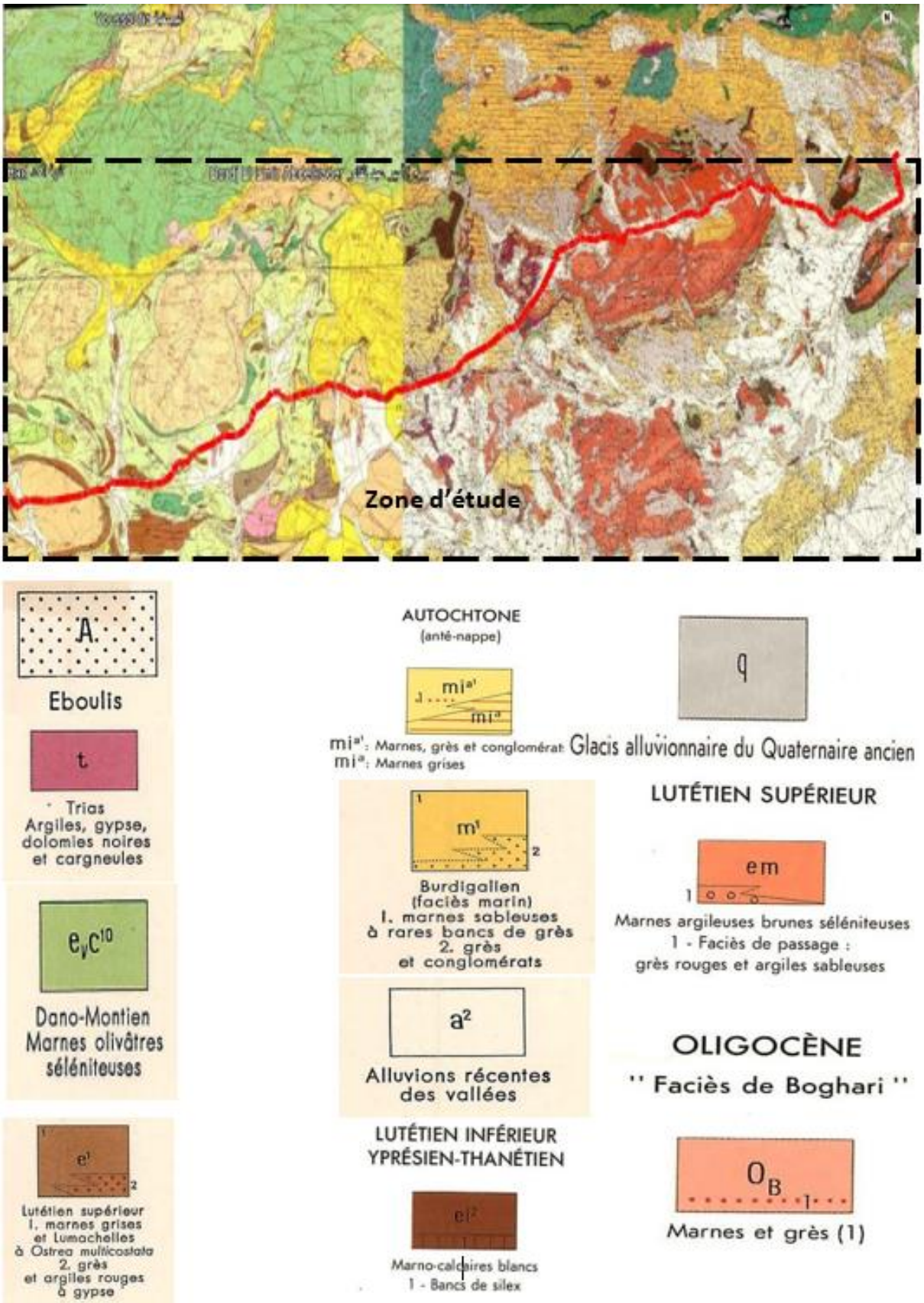


Figure VII-1 Carte géologique de la zone d'étude

Tableau VII.1 géologie de la RN127

Légende		Formations géologiques	%
Quaternaire récenta		Alluvions récentes des vallées	75 %
Quaternaire ancien q		Ancien éboulis consolide, suspendus sur les croupes marneuses	09 %
Miocène inférieur autochtone ante-nappe mi	**mi**	Marnes grises, Grès et Conglomérats	03 %
	mi[a]	Marne, Grès et Conglomérats	
	mi[b]	Marnes grises	
Oligocène O_B		Conglomérats à galets de calcaires	02 %
em		Marne Argileuses	05 %
e_vc^{10}		Marne Séléniteuses	05 %
Des terrains moins détermine		Trace	01 %

VII.3 Climat et hydrogéologie :

VII.3.1 Climat :

VII.3.1.1 Température :

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 18 juin au 12 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Médéa est août, avec une température moyenne maximale de 32 °C et minimale de 17 °C.

La saison fraîche dure 4,1 mois, du 18 novembre au 21 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 16 °C. Le mois le plus froid de l'année à Médéa est janvier, avec une température moyenne minimale de 1 °C et maximale de 11 °C.

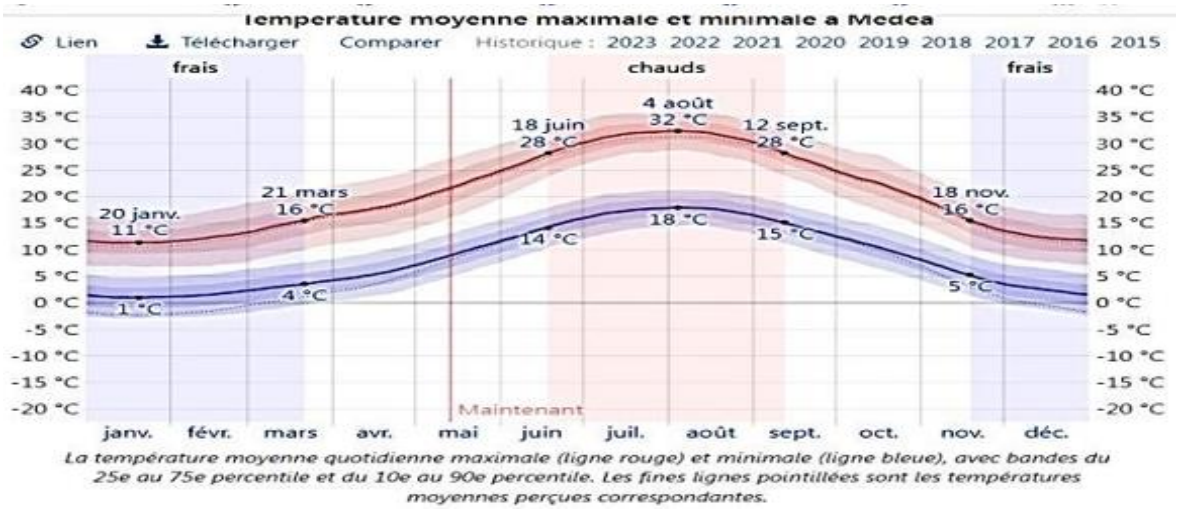


Figure VII-2 Température moyenne maximal et minimale à Médéa

VII.4 Moyens de la reconnaissance:

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

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

VII.4.1 L'étude des archives et documents existants :

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

Les cartes géologiques et géotechniques de la région peuvent parfois apporter des indications précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques.

VII.4.2 Essais in situ :

- Les méthodes géophysiques : la prospection sismique, la prospectionélectrique…
- Les sondages carottés (équipé d'un piézomètre pour déterminer le niveau dela nappe).
- Les sondages pressiométriques.
- Les puits de reconnaissance

VII.4.3 Essais de laboratoire :

- **Essais d'identification :**

Limite d'Atterberg **NF P94-051**

- Granulométrie – Sédimentométrie **NF P94-056 et NF P94-057**

- Densité sèche et humide **NF P94-053**
- Teneur en eau et degré de saturation **NF P94-050**

- **Essais chimiques:**

  - La Valeur du bleu de méthylène. **NF P94-568/1993**

- **Essais mécaniques:**

  - Essai Proctor Modifie
  - Essai de Poiçonnement CBR

VII.5 Résultats et interprétation des essais géotechnique:

VII.5.1 Essais in situ :

- **A partir des puits de reconnaissance** :

Tableau VII.2 Puits de reconnaissance.

N° Puits	PK	Profondeur (m)	Interprétation
15	56+000	0.00 – 0.60 m	Une terre végétale.
		0.60 – 2.00 m	Une Argile fortement sableuse jaunâtre gypsifère.
16	60+000	0.00 – 0.60 m	Un sol remanie + une terre végétale.
		0.60 – 2.00 m	Une Argile fortement sableuse jaunâtre gypsifère.
17	63+000	0.00 – 0.40 m	Un sol remanie + une terre végétale.
		0.40 – 2.00 m	Une Argile fortement sableuse jaunâtre à traces blanchâtres gypsifère.
18	68+000	0.00 – 0.50 m	Un sol remanie + une terre végétale.
		0.50 – 2.10 m	Une Argile fortement sableuse jaunâtre à traces blanchâtres gypsifère.

- **A partir des sondages carottés :**

Tableau VII.3 Les sondages carottés.

Sondage carotté	N°	P K	Profondeur (m)	Description des sols
SC9	PK 56+580		**0,00 - 0,20**	Terre végétale.
			0,20 - 1,30	Argile limono-sableuse marron verdâtre.
			1,30- 5,00	Argile sableuse à silto-sableuse verdâtre, gypsifère.
			5,00-18,50	Argile silto-sableuse verdâtre gypsifère à aspect schisteux.
			18,50-20,00	Argile silteuse grisâtre.
SC11	PK 46+390		**0,00 – 0,60**	Terre végétale.
			0,60 – 9,00	Argile limono-sableuse marron verdâtre.
			9,00 – 10,00	Terrasse d'oued formé d'argile sableuse verdâtre.

		11,50 – 13,00	Dépôt d'oued formé de cailloux hétérogènes à matrice sableuse.
SC14	PK 48+445	**0,00 – 0,30**	Terre végétale.
		0,30 – 14,00	Argile sableuse marron verdâtre, gypsifère.
		14,00 – 20,00	Argile silto-sableuse verdâtre, plastique.
SC15	PK 49+820	**0,00 – 0,30**	Terre végétale.
		0,30 – 6,00	Argile sableuse marron jaunâtre à traces blanchâtre, présences des gravelles au sommet.
		6,00 – 10,50	Argile silto-sableuse jaunâtre, plastique.
SC18	PK 62+010	**0,00 – 0,30**	Terre végétale.
		0,30 – 2,00	Argile limono-sableuse marron.
		2,00 – 9,00	Argile silto-sableuse verdâtre.
		9,00 – 13,00	Argile silteuse grisâtre.

- **A partir des sondages pressiométriques :**
- **Pressiomètre :**

Des essais pressiométriques ont été réalisés dans le sondage pressiométrique SP2, avec des mises en pression tous les 1.00 mètres. Dont les résultats obtenus sont répertoriés dans les tableaux suivants :



Figure VII-3 réalisation des essais pressiométrique

Tableau VII.4 résultats des sondages pressiométriques

SP N°	Prof. en (m)	Nature du sol	Pl (bar)	E (bar)	E/Pl
SP2 (PK 40+790)	1.00	Argile limono-sableuse marron.	2.3	21	9.5
	2.00		5.8	123	22
	3.00		7.3	85	12.1
	4.00		3.4	37	12.4
	5.00	Argile silto-sableuse grisverdâtre, plastique.	3.4	48	16.5
	6.00		4.3	63	16.8
	7.00		25.6	2455	97.1
	8.00	Argile silteuse grisâtre	27.9	2242	82.3
	9.00		26.3	2980	116.8

VII.5.2 Les essais de laboratoire :

VII.5.2.1 Essais d'identification:

- **Limites d'Atterberg : (NF P94-051)**

L'indice de plasticité **IP** représente la plage de la teneur en eau pour laquelle le sol agit comme un matériau plastique, les limites de liquidité et de plasticité étant les bornes inferieures et supérieures du comportement plastique. L'intervalle de variation de ces paramètres est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau VII.5 Résultats de l'essai Limites d'Atterberg

N° Puits	Profondeur (m)	WL (%)	WP (%)	IP	Nature
P15	**0.60 – 2.00**	59.80	35.76	24.04	Sol peu plastique
P16	**0.60 – 2.00**	50.62	26.27	24.35	Sol peu plastique
P17	**0.40 – 2.00**	57.79	29.35	28.44	Sol plastique
P18	**0.40 – 2.00**	70.36	33.24	37.12	Sol plastique

La liquidité WL varie entre 50% à 70.00%, devant un indice de plasticité IP oscille entre 24 à 37.00 % le couple de valeur WL et IP localise le sol dans des argiles peu plastique à plastique, selon la classification de Casagrande.

12<IP ≤ 25% => sol peu plastique

25<IP ≤ 40% => sol plastique

IP ≥ 40% => Très Plastique

- **Essais Granulométriques (NF P94-056 et NF P94-057) et Teneur en eau :**

Les analyses granulométriques permettant de donner une idée sur la distribution des particules suivant la taille géométrique constituant la matrice du sol en place.

Elle se mesure par tamisage, se fait en utilisant une série de tamis par voie sèche après lavage pour les sols dont les éléments sont supérieurs à 80 µm (NF P94-056) et par sédimentation pour les éléments inférieurs ou égaux à 80 µm (NF P94-057), les résultats des essais sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau VII.6 Résultats d'essais granulométrique et Teneur en eau

N° Puits	Profondeur (m)	Analyse granulométrique		Teneur en eau (%)
		<5 mm (%)	<0.08 mm (%)	
P15	**0.60 – 2.00**	100	59	35.76
P16	**0.60 – 2.00**	100	92	26.27
P17	**0.40 – 2.00**	100	88	29.35
P18	**0.40 – 2.00**	100	62	33.24

A l'issu des analyses physiques dans notre tronçon, le sol présente un pourcentage de fines qui varient de 60 à 92% (Élément inférieurs à 80µm), les courbes granulométriques sont en général étalées, uniformes avec une teneur en eau qui varient de 26 à 35.76%.

VII.5.2.2 Essais chimiques:

- **Valeur au bleu de méthylène : (NF P94-568/1993)**

- Le but de l'essai est d'évalué la richesse d'un sol en argile et cela d'une façon globale.
- Le résultat de l'essai dépend directement de la nature des argiles et de leur quantité dans le sol.
- Ces dernières absorbent une quantité de bleu de méthylène proportionnelle à la somme de leurs surfaces.

On sélectionne dans le sol total une fraction (0/D) sur laquelle sera prélevé l'échantillon soumis à l'essai.

La surface active (Sa) de la fraction argileuse qui se définie par :

$$\mathbf{Sa = V/m_0 * 20.9}$$

- **V :** Volume de solution de bleu de méthylène utilisé.
- **m_0 :** Masse de matériau sec.
- **20.93 :** Surface correspondant à 1 cm^3 de bleu.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau VII.7 Résultats de l'essai Valeur au bleu de méthylène

N° Puits	Profondeur (m)	Fraction (%)	VBS (gr/100gr)	Sa (m^2/g)	Nature
P15	**0.60 – 2.00**	100	2.81	58.81	Un sol renferme des minéraux argileux sensibles à l'eau Active du type kaolinite à Illite
P16	**0.60 – 2.00**	100	2.94	61.53	
P17	**0.40 – 2.00**	100	3.01	63.00	
P18	**0.40 – 2.00**	100	4.00	83.72	

VII.5.2.3 Essais de portance:

Tableau VII.8 Résultats de l'essai Proctor modifié

N° Puits & (profondeur)	Proctor modifié				CBR à 95% (%)
	W (%)	ɣd (t/m^3)	W‘ (%)	ɣ‘d (t/m^3)	
Puits N°15 (0.60-2.00m)	21.71	1.54	/	/	4.65
Puits N°16 (0.60-2.00m)	16.72	1.70	/	/	5.12
Puits N°17 (0.40-2.00m)	20.42	1.66	/	/	4.95
Puits N°18 (0.40-2.00m)	17.53	1.64	/	/	3.40

VII.6 CLASSIFICATION DES SOLS:

VII.6.1 Classification GTR :

Selon le Guide des terrassements routiers (GTR – SETRA/LCPC- Fascicules I et II), les paramètresretenus pour la classification des sols se rangent en deux (2) catégories :

Paramètres de nature : Ce sont la granularité et l’argilosité ;

Paramètres d’état :

- État humide (h) ;
- État très humide (th) ;
- État humide moyenne (m) ;
- État sec (s) ;
- Etat très sec (ts) ;

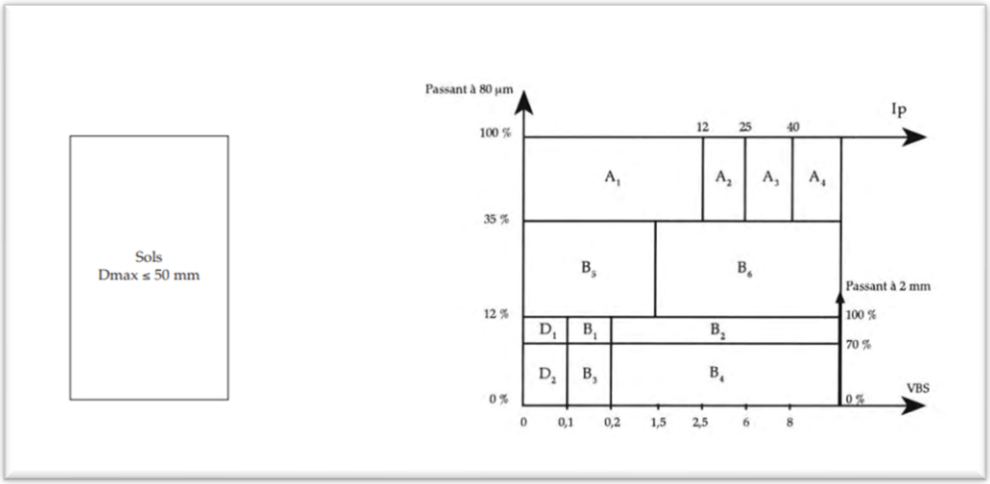


Figure VII-4 Abaque de la classification GTR des matériaux selon leur nature

Tableau VII.9 Tableau de classification GTR

N° Puits	Condition	ClassificationGTR	Nature de sol
P15	**Dmax<50mm et tamisât à80µm>35%** **12<IP<25** **2.5<VBS<6** **IC>1.4**	A2ts	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques
P16	**Dmax<50mm et tamisât à80µm>35%** **12<IP<25** **2.5<VBS<6** **1.2<IC<1.4**	A2s	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques
P17 & P18	**Dmax<50mm et tamisât à80µm>35%** **25<IP<40** **IC>1.3**	A3ts	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques

VII.7 Conditions d'utilisation des matériaux en remblai:

Tableau VII.10 conditions d'utilisation de nos sols en remblais

Sol	Observation Générale	Situation météorologique	Condition d'utilisation en remblai
A2ts & A3ts	Sols normalement inutilisables en l'état		

<table>
<tr><td rowspan="5">A2s</td><td rowspan="5">La teneur en eau faible de ces sols

oblige à un compactage intense. Il

faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des

remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est

nécessaire

L'humidification dans la masse exige

un malaxage soigné avec apport

d'importantes quantités d'eau</td><td>Pluit fort</td><td>Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes</td></tr>
<tr><td>Pluie faible</td><td>E: extraction en couches
R: couches minces
C: compactage intense
H: remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ni pluie

Ni évaporation importante</td><td>Solution 1:
humidification dans la masse
W: humidification pour changer l'état
R: couches minces
C: compactage moyen</td></tr>
<tr><td>Solution 2: utilisation en l'état
C: compactage intense
H: remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Evaporation

importante</td><td>Solution 1:
humidification W: humidification pour changer d'état
R: couches minces
C: compactage intense</td></tr>
<tr><td>Solution 2: arrosage
W: arrosage superficiel pour maintien de l'état
C: compactage intense
H: remblai de hauteur faible (≤ 5 m)</td></tr>
</table>

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

CHAPITRE VIII Dimensionnement du corps de chaussée:

VIII.1 Introduction:

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier. Il s'agit simultanément de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Afin d'assurer de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

- Le trafic.
- L'environnement de la route (le climat essentiellement)
- Le sol support.

VIII.2 Définition de la chaussée:

- **Au sens géométrique** : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : l'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges

VIII.3 Différents types des chaussées:

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

- **Chaussée souple** : est constituée de deux éléments constructifs :

Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.

Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

- **Chaussée rigide :**se compose d'une dalle de ciment portland fléchissant élastiquement sous les charges, reposant sur un sol compacté ou sur une mince fondation de pierre ou de gravier concassé, ou sur une fondation stabilisée.
- **Chaussée semi-rigide :** C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et leschaussées rigides.

Le schéma ci-dessous (figure 1) représente les différents types de chaussées :

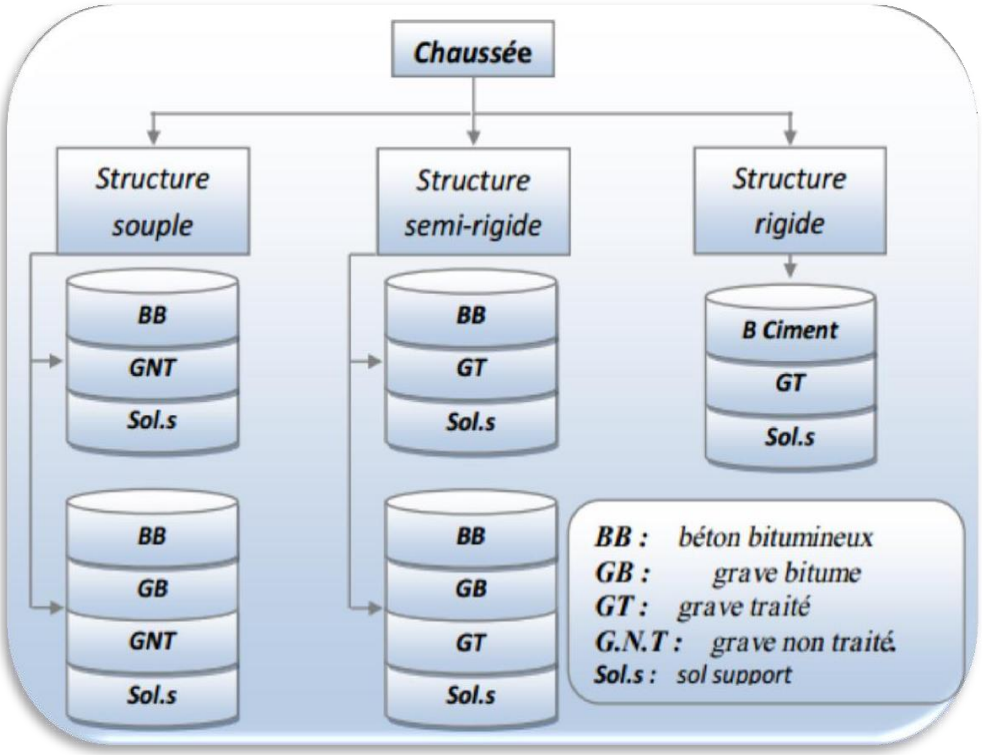


Figure VIII-1 Schéma récapitulatif types de chaussée

VIII.4 Principales méthodes de Dimensionnement:

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

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

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser La méthode de catalogue algérienne.

VIII.4.1 Méthode du catalogue du dimensionnement des chaussées neuves :

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà prés calculés. Ces structures pré calculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de Documents d'accompagnement (normes, guide techniques, recommandations…).

L'utilisation du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fait appel aux paramètres suivants :

- Type de réseau principal ;
- Durée de vie ;
- Les données climatiques ;
- Le trafic ;
- Le sol support de chaussée ;
- Les caractéristiques des matériaux.

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.

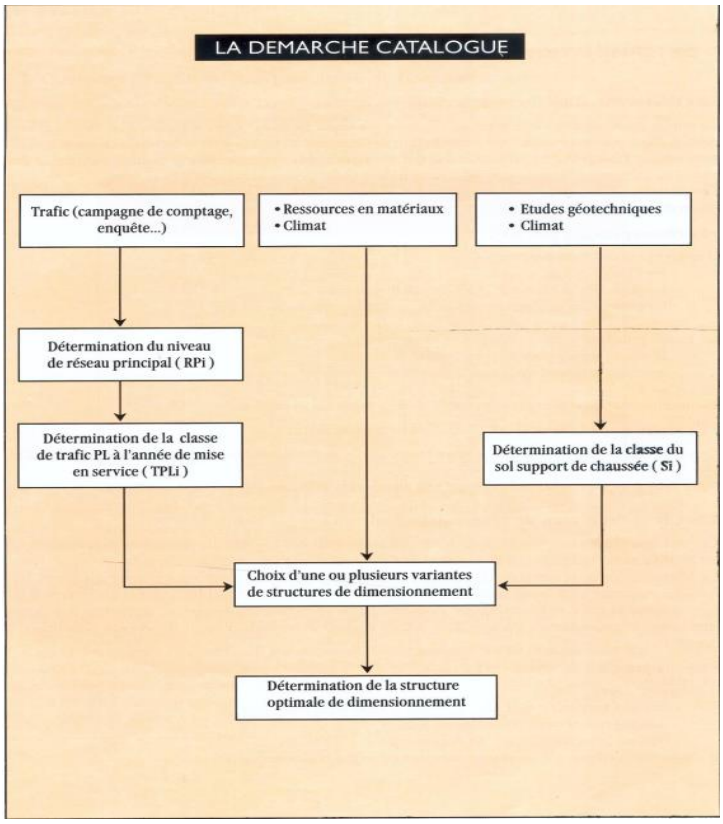


Figure VIII-2 démarche du catalogue

- **Application au notre projet :**

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistante, c'est à-dire température équivalente θeq, en tenant compte du cycle de variation de température de chaque année.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site d'après le « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP 2001) », le site de projet est classé en zone II (Wilaya de TISSEMSILT) avec :

Tableau VIII-1 Choix de la température équivalente.

	Zone climatique		
Température équivalente θeq (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

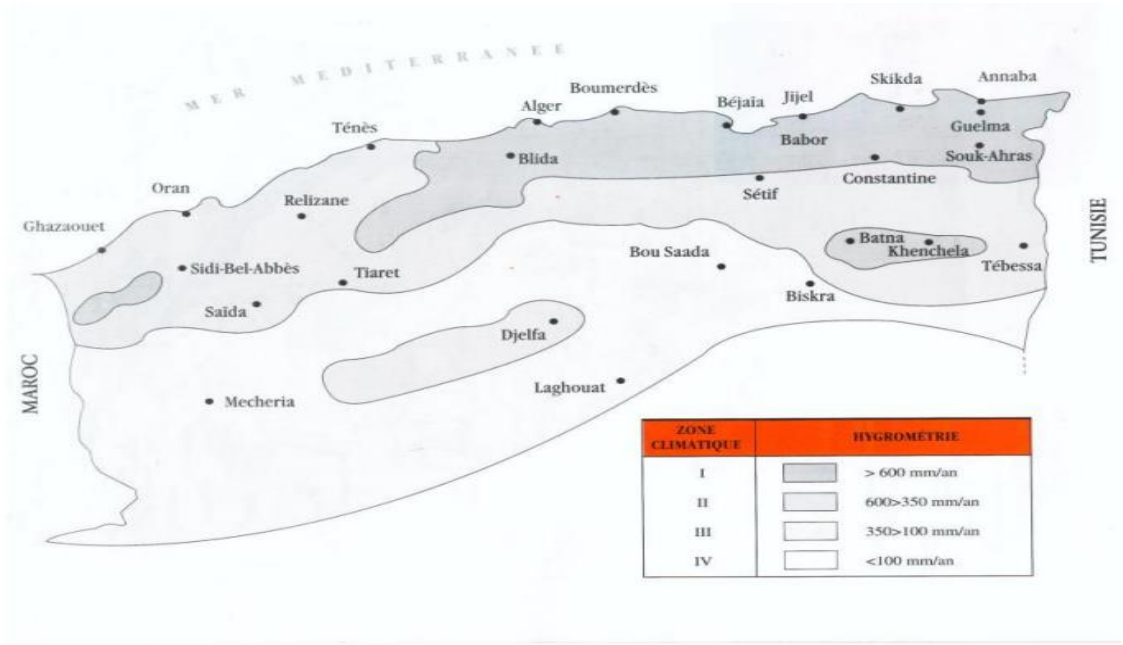


Figure VIII-3 la carte climatique de l'Algérie.

- Donc on prend une température équivalente égale à 20°C.
- L'hygrométrie entre 350 et 600 mm\an.

VIII.4.1.1 Les données du trafic:

- **Détermination du type du réseau principal**

Tableau VIII-2 Détermination du type du réseau principal.

Réseau principale	Trafic(véhicule/jour)	Réseau principale
RP1	>1500	RP1
RP2	<1500	RP2

TJMA2020=7000v/j dans les deux sens > 1500(V/j) Le réseau principal est RP1

VIII.4.1.2 Classe De Trafic (TPLi):

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service Les données du trafic :

• Année de mise en service : 2024

• Le pourcentage des poids lourds : Z =30%.

• Taux de croissance annuelle de trafic : τ= 4%

• La durée de vie : 20ans.

• TJMA2025 = 7000 v/j

TPL2024 = % PL x TJMA = $0.3 \times \frac{2}{3} \times 7000 = 1400$ Pl/j/sens

Pour une chaussée unidirectionnelle à 2 voies 90% du trafic PL sur la voie lente de droite Donc :

• TPL2024= 0.9 × 1400= 1260 PL/j/voie plus chargé

D'après le catalogue, on a la classification suivante :

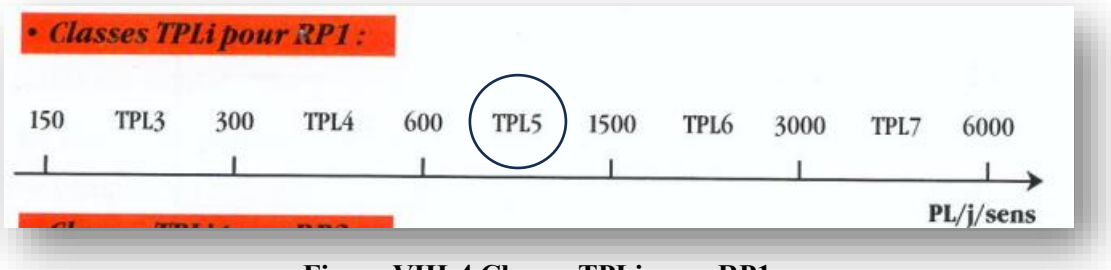


Figure VIII-4 Classes TPLi pour RP1

Donc la classe de trafic est : TPL5.

VIII.4.1.3 Le Trafic cumulé des poids lourds (TCI):

Le TC_i est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie),il est donné par la formule suivante :

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

$TC2024 = 13.7 \times 10^6$ PL/j/sens

VIII.4.1.4 Le Trafic cumulé équivalent TCEi:

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

considérée.

$$TEC_i = TC_i \times A$$

A : coefficient d'agressivité de poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes.

En fonction de réseau principal **RPi.**

Valeurs de coefficient d'agressivité selon le réseau La structure type sera en matériaux traitéau bitume, d'après le tableau le coefficient **A=0.6**

Tableau VIII-3 Valeurs de coefficient d'agressivité selon le réseau principal (CTTP, 2001).

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB , GB/Tuf , GB/SG...	0 ,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL , BCg/GC	1
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0,6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0,4
RP1 et RP2	Sol support (Calcul de $\varepsilon_{z,ad}$)	0,6

Donc TCE2024=$13.7\times10^6\times0.6=8.22\times 10^6$ essieux équivalent de 13t.

VIII.4.1.5 Présentation des classes de portance des sols:

Le tableau ci-dessous regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0.

Tableau VIII-4 les classes de portance des sol-support (fascicule N°1).

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

A partir de la relation empirique : E(MPa)=5×CBR, on a les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous :

Tableau VIII-5 Classe de portance de sol support. (Fascicule N°1)

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

Tableau VIII-6 Classe du sol support.

Numéro de puit	CBR	E(MPA)=5×CBR	Classe de sol support
15	4.65	23.25	S4
16	5.12	25.6	S3
17	4.95	24.75	S4
18	3.40	17	S4

On a :

E (MPA) = [17 ;24]

De point de vue global, nous sommes devant un sol de classe S4 (mauvaise portance)

VIII.4.1.6 Amélioration de la portance du sol support:

Selon le catalogue, pour les sols de classe S4 (les sols avec un indice de CBR moins de 5) on utilise une couche de forme pour le ramener à S2 ou à S1 (le recours à une couche de forme dans ce cas est nécessaire)

Tableau VIII-7 Epaisseur du matériau de couche de forme.

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

Donc : on ajoute une couche de forme de TUF de 60 cm d'épaisseur en deux couches de 30cm, pour passer de S4 vers S2

VIII.4.1.7 Choix de la structure de la chaussée:

- Le réseau principal (RP1) ;
- La zone climatique II ;
- Durée de vie de 20 ans ;
- Taux d'accroissement (4%) ;
- Portance de sol S2 ;
- Classe de trafic TPL5.

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

Tableau VIII-8 Choix de dimensionnement de la chaussée avec le fascicule 3

TPLi / Si / PL/j/sens	S2 (50 MPa)	S1 (125 MPa)	S0 (200 MPa)
6000 TPL7 3000			
3000 TPL6 1500			
1500 TPL5 600	6 BB / 20 GB / 30 GNT	6 BB / 14 GB / 30 GNT	6 BB / 12 GB / 30 GNT
600 TPL4 300	6 BB / 15 GB / 35 GNT	6 BB / 10 GB / 35 GNT	6 BB / 10 GB / 20 GNT
300 TPL3 150	6 BB / 15 GB / 30 GNT	6 BB / 10 GB / 25 GNT	6 BB / 10 GB / 15 GNT

D'après le catalogue de dimensionnement des corps de chaussée (fascicule 1 ,2,3) on aboutit au corps de chaussée suivant :

Tableau VIII-9 le corps de chaussée adopté de notre projet

Matériaux	Béton bitumineux	Grave bitumineux	Grave non traité
Epaisseur (cm)	6	20	30

VIII.4.1.8 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support:

Il faudra vérifier que εt et εz calculées à l'aide d'ALIZE LCPC, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à εt,adm et εz,adm.

εt : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.

εz : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

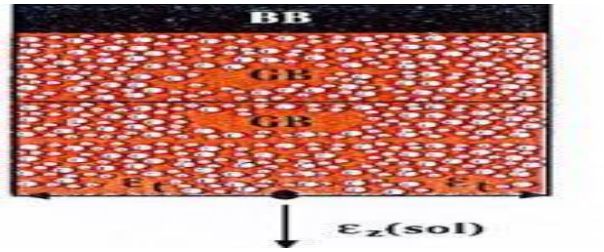


Figure VIII-5 Mode de fonctionnement de la structure

VIII.4.1.9 Calcul de déformation admissible sur le sol support:

$$\varepsilon z, \text{adm} = 22 \times 10^{-3} \times TCE^{-0.235} = 22 \times 10^{-3} \times (8.22 \times 10^{6})^{-0.235} = 521.7 \times 10^{-6}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon z, adm = 521.7 \times 10^{-6}}$$

VIII.4.1.10 Calcul de la déformation admissible « εt,ad » à la base de la GB :

Avec : εt,adm = ε6(10º ,25HZ) × Kne × Kθ × Kr × Kc

Où:

- **ε6(10º ,25HZ)** : Déformation limitée à 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de50% à 10°C et 25Hz.
- ***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.

$$kne = \left(\frac{10^6}{\text{TCEi}}\right)^b ; k\theta = \sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta_{eq})}} ; kr = 10^{-tb\delta} ; \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}S_h\right)^2}$$

- **b** : Pente de la droite de fatigue.

- **E (10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- **E(θeq)** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} S_h\right)^2}$$

- **δ** : La dispersion
- **SN** : dispersion sur la loi de fatigue.
- **Sh** : dispersion sur les épaisseurs.
- **C** : coefficient égal à 0.02.
- **t** : fractile de la loi normale, qui est en fonction du risque adopté (r%).

VIII.4.1.11 Performances mécaniques des matériaux bitumineux:

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données dansle tableau suivant

Tableau VIII-10 Performances mécaniques des matériaux bitumineux

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

Alors d'après Catalogue de dimensionnement des Chaussées Neuves et le tableau ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- **θéq** : Température équivalente (θéq = 20c°) ========> E (20° ,10HZ)=7000 MPA.
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adopté pour le réseau RP1 et la classe du trafic TPL5 (r%=10).
- **C** : coefficient égal 0.02
- **t** : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc(t = -1.282)
- ε6(10º ,25HZ) =100× 10^{-6}
- **δ**= $\sqrt{Sn^2 + (\frac{c}{b} Sh)^2} = \sqrt{0.45^2 + (\frac{0.02}{-0.146} \times 3)} = 0.61$
- ***K***c= 1.3
- **b** = 6.84 => b = - 0.146

- $kn_e = \left(\frac{10^6}{TCEi}\right)^b = \left(\frac{10^6}{8.22\times10^6}\right)^{-0.146} = 1.36$
- $k\theta = \sqrt{\frac{E(10^o)}{E(\theta eq)}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.34$
- $kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-1.282\times0.146\times0.61} = 0.77$

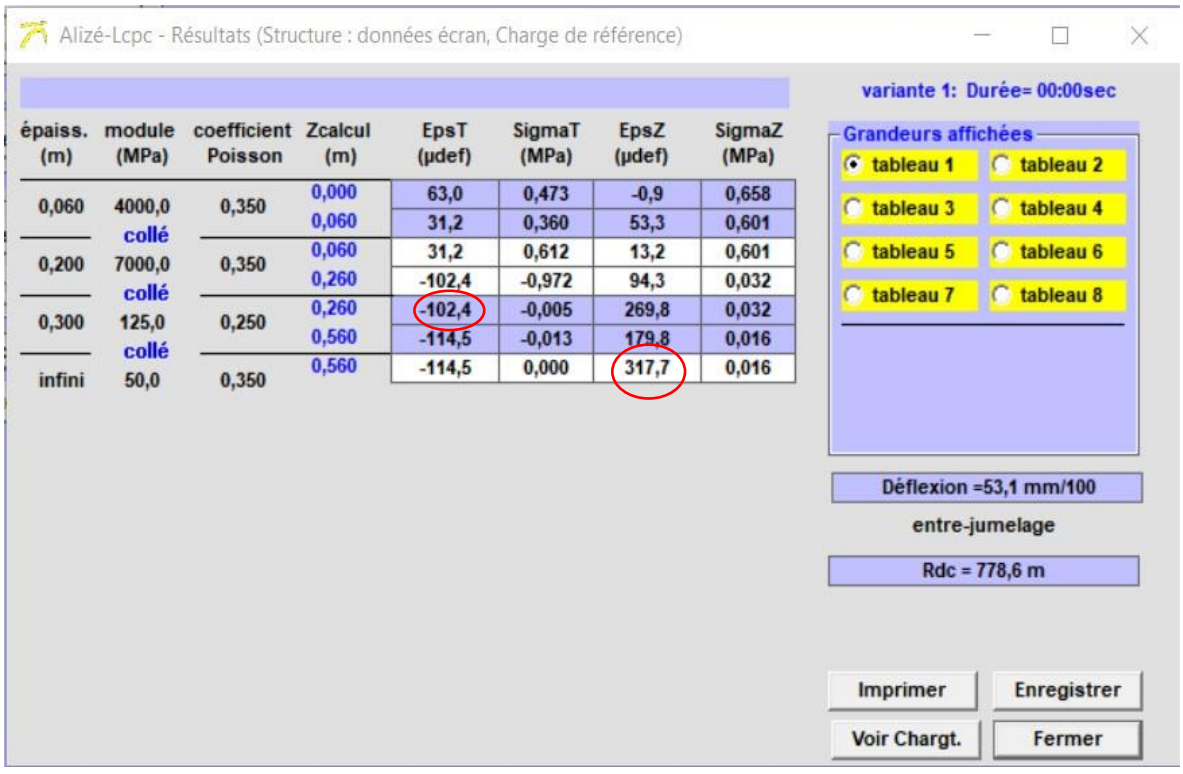
εt,ad = ε6(10º,25HZ) ×Kne × Kθ × Kr × Kc = 100× 10^{-6}× 1.36 x 1.34 x 0.77 x 1.3=**182.42×10^{-6}**

donc $\varepsilon t,adm = \mathbf{182.42\times10^{-6}}$

VIII.5 Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC:

Le logiciel ALIZE-LCPC est le programme de référence utilise pour les calculs de dimensionnement des chaussées. Donc à l'aide d'Alizé LCPC, on vérifie que :

$$\boldsymbol{\xi t < \xi tadm}$$
$$\boldsymbol{\xi z < \xi zad}$$



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	63,0	0,473	-0,9	0,658
	collé		0,060	31,2	0,360	53,3	0,601
0,200	7000,0	0,350	0,060	31,2	0,612	13,2	0,601
	collé		0,260	-102,4	-0,972	94,3	0,032
0,300	125,0	0,250	0,260	-102,4	-0,005	269,8	0,032
	collé		0,560	-114,5	-0,013	179,8	0,016
infini	50,0	0,350	0,560	-114,5	0,000	317,7	0,016

Figure VIII-6 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC).

Tableau VIII-11 Tableau de comparaison des résultats

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ξ_z	317.7×10^{-6}	521.7×10^{-6}
ξ_t	102.4×10^{-6}	182.42×10^{-6}

- **La structure est vérifiée**

- En final la structure retenue pour notre projet est :

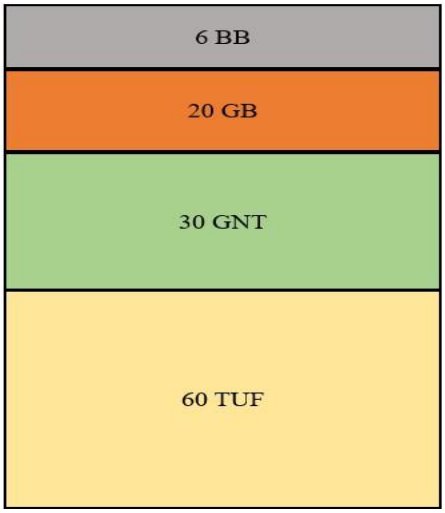


Figure VIII-7 La structure de chaussée adoptée

Assainissement

CHAPITRE IX Assainissement

IX.1 Introduction:

L'assainissement routier est l'ensemble de moyens mises en œuvre pour la collecte et l'évacuation des eaux superficielles et internes dans l'emprise de la route, ainsi que pour le rétablissement des écoulements superficiels extérieurs à la route ?

IX.2 Objectifs de l'assainissement routier:

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux pluviales qui s'écoulent directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- L'évacuation des eaux qui s'infiltrent à travers le corps de chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amant de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

IX.3 Les ouvrages d'assainissement existants:

Les ouvrages rencontrés sont les suivants :

Tableau IX-1 Les ouvrages existants

Endroit des ouvrages (PK)	Type de l'ouvrage	Observation
PK 60+920	Dalot en maçonnerie 2 * 1 Demi-bouchée	A démolir et à remplacer
PK 61+990	Dalot en maçonnerie 1.2 * 1.2 Bon état	A démolir et à remplacer
PK 62+980	Ouvrage busé (Ø=600 mm) Complétement bouchée	A démolir et à remplacer
PK 63+207	Ouvrage busé (Ø=800 mm) Bon état	A démolir et à remplacer
PK 63+347	Ouvrage busé (Ø=600 mm) Demi-bouchée	A démolir et à remplacer
PK 63+554	Ouvrage busé (Ø=800 mm) Bon état	A démolir et à remplacer

PK 63+760	Ouvrage busé (Ø=800 mm) Bon état	A démolir et à remplacer
PK 64+820	Dalot en maçonnerie 3 * 3.5 Bon état	A conserver et à prolonger
PK 65+360	Dalot 2 ouverture en maçonnerie Complétement bouchée	A démolir et à remplacer
PK 65+880	Ouvrage busé (Ø=600 mm) Demi-bouchée	A démolir et à remplacer
PK 66+500	Ouvrage en maçonnerie Complétement bouchée	A démolir et à remplacer
PK 66+626	Ouvrage en maçonnerie Complétement bouchée	A démolir et à remplacer
PK 66+928	Dalot en maçonnerie Complétement bouchée	A démolir et à remplacer
PK 67+300	Ouvrage busé (Ø=600 mm) Complétement bouchée	A démolir et à remplacer

IX.4 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement:

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage et vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, on utilise la formule :

$$Qa=Qs$$

Avec :

Qa : débit d'apport en provenance du bassin versant (m^3/s).

Qs : débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

IX.4.1 Le débit d'apport :

En utilisant la méthode rationnelle, le débit est donné par la formule :

$$Qa=0,278.\ C.I.\ A$$

Avec

- **Qa :** débit d'apport en m^3/s.
- **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 (Km^2).

- **Détermination de l'intensité**

Les courbes intensités-durée-fréquence (IDF) sont dérivées sur la base des enregistrements des chroniques de pluies horaires dépouillées aux pas de temps compris entre 1h à 24h à cela ajoutée une autre hauteur de pluie correspondant au maximum journalier précipité entre 8h et 8h le jour suivant, cette valeur permet de comparer les informations du pluviographe à celle d'un pluviomètre.

Sur la base des ajustements statiques à des lois mathématiques usuelles (loi exponentielle pour les courbes IDF, loi de Gumbel pour les pluies journalières maximales que les intensités de pluie à 1h sont déterminées en mm/h) on détermine les coefficients de Montana a et b pour pouvoir calculer l'intensité de pluie.

Les données et les résultats sont donnés par la station DERRAG (à MEDEA).

Tableau IX-2 La station de DERRAG.

Nom de la station	DERRAG
Code	01-13-02
X(Lambert)	472.15
T(Lambert)	289.85
Altitude (m)	1150

Pour la détermination de l'intensité on utilise la formule suivante,

$$I\,(t, T) = a\,(t)/\ tc^{b}$$

Avec :

- **I :** intensité de pluie exprimée en mm/h.
- **T :** période de retour exprimé en ans (elle dépend de l'ouvrage à réaliser)
- **Tc :** temps de concentration en heures.
- **a et b :** paramètres de Montana.

- **La période de retour**

La période de retour, ou temps de retour, est la durée moyenne au cours de laquelle, statistiquement un événement d'une même intensité se reproduit.

- Les buses sont dimensionnées pour une période de retour de 10 ans.
- Les dalots sont dimensionnés pour une période de retour de 50 ans.
- Les ponts sont dimensionnés pour une période de retour de 100 ans.

- **Le temps de concentration**

Le temps de concentration est un concept utilisé en hydrologie pour mesurer la réponse d'un bassin versant à un événement pluvieux. Il est défini comme le temps nécessaire à une goutte d'eau de pluie pour parcourir la distance depuis le point le plus éloigné de l'exutoire d'un bassin jusqu'à celui-ci. Il existe plusieurs méthodes pour estimer sa valeur mais les plus utilisées sont les méthodes de Ventura, Giandotti et Passini :

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad \Longrightarrow \text{Si A} < 5\ km^2\text{, selon } \textbf{(Ventura).}$$

$$Tc = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}} \Longrightarrow \text{Si 5 km}^2 < A < 25\ km^2 \textbf{ (Passini).}$$

$$Tc = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{Hmoy - Hmin}} \Longrightarrow \text{Si 25 km}^2 < A < 200\ km^2 \textbf{ (Giandotti).}$$

Avec :

- **Tc :** temps de concentration (heures).
- **A :** surface du bassin versant (Km^2).
- **L :** longueur de bassin versant (Km)
- **P :** pente moyenne de bassin versant (m/m)

H : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

- **Coefficient de ruissellement 'C'**

Le coefficient de ruissellement est le rapport exprimé en pourcentage, entre la quantité d'eau écoulée (ruisselée) par la quantité d'eau précipitée.

Le coefficient de ruissellement est estimé par la méthode préconisée de KENESSEY qui est la somme de trois (03) coefficients partiels :

C1 : dépendant de la pente du bassin versant.

C2 : dépendant de la nature du sol (perméabilité).

C3 : dépendant de la couverture végétale du bassin versant.

Tableau IX-3 Coefficient C1

Pente	C1		
≤ 3,5 %	0,01	0,03	0,05
Entre 3,5 et 11 %	0,06	0,08	0,10
Entre 11 et 35 %	0,12	0,16	0,20
> à 35 %	0,22	0,26	0,30

Tableau IX-4 Coefficient C2

Nature du sol	C2		
Imperméable	0,22	0,26	0,30
Peu perméable	0,10	0,15	0,20
Perméable	0,06	0,08	0,10
Très perméable	0,03	0,04	0,05

Tableau IX-5 Coefficient C3

Couverture végétale	C3		
Rocheux	0,22	0,26	0,30
Prairie	0,17	0,21	0,25
Labours champs	0,07	0,11	0,15
Forêt et territoire sableux	0,03	0,04	0,05

IX.4.2 Estimation des débits de saturation Qs :

Le débit de saturation est donné par la formule de MANNING STRICKLER :

$$Q_s = S_M . S_T . R_H^{2/3} . J^{1/2} . K_{ST}$$

- **Kst :** coefficient de Strickler qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.
- **S :** section mouillée.
- **R :** rayon hydraulique (m).
- **J :** la pente moyenne de l'ouvrage.

Tableau IX-6 valeurs des coefficients de Strickler.

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses métallique	Maçonnerie	Dalot (béton)	Béton (buses préfabriquées)
K_{st}	30	40	50	70	80

IX.5 Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet:

IX.5.1 Caractéristiques des bassins versants :

Tableau IX-7 Caractéristiques des bassins versants.

BV	S Km²)	P (Km)	Z max (m)	Z min (m)	Pente moyenne du BV (%)	Longueur du cours d'eau (Km)
BV1	2,901	9.103	793	668	3.1	3,996
BV2	2,66	7.616	717	660	2.1	2,778
BV3	0,179	1.780	715	672	6.3	0,686
BV4	0,053	1.037	700	670	9.6	0,311
BV5	0,076	1.310	702	669	7.2	0,458
BV6	0,19	1.949	714	665	12.4	0,396
BV7	0,273	2.455	714	659	6.2	0,885
BV8	0,777	3.872	700	638	0,042	1,49
BV9	0,335	2.813	695	641	6.2	0,867
BV10	0,458	2.853	675	634	3.7	1,104
BV11	3,658	9.509	721	632	2.3	3,808
BV12	1,301	5.223	696	629	3.2	2,092
BV13	0,229	2.019	650	626	3.0	0,811
BV14	0,163	5.801	697	624	3.2	2,259
BV15	608,969	126.680	1706	609	1.5	72,05
BV16	0,05	971.72	622	619	1.1	0,277

IX.5.2 Données climatiques :

L'analyse des courbes IDF de la pluviométrie de la région a donné comme résultats : L'indice climatique pour la région de MEDEA b = 0.66.

Le paramètre

- a = 31.9 (pour une période de retour de 10 ans) ;

- a= 43.2 (pour une période de retour de 50 ans) ;
- a= 47.9 (pour une période de retour de 100 ans).

IX.5.3 Calcul du débit d'apport :

Par exemple, pour le troisième bassin versant BV, on a :

$$A = 0.199 \text{ Km}^2$$

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \frac{0.199}{0.04} \Longrightarrow Tc = h$$

$$I(t, T) = a * t_c^{-b} = 31.9 * 0.28^{-0.66} = 73.34$$

Coefficient de Ruissellement : **C = 0.4** (terrain peu perméable de couverture végétale labours champs avec une pente inferieure 5%).

- $Qa = 0.278 \times 0.4 \times 88.08 \times 0.199 = 1.75\ m^3/s$

Tableau IX-8 Résultats de calcul des débits.

BV	PK	Surface du BV (Km2)	Coefficient de ruissellement	BV	PK	Surface du BV (Km2)
BV1(T=50ans)	60+920	2,901	0.4	1,22	37,82	12.2
BV2(T=50ans)	61+998	2,66	0,45	1,45	33,87	11.27
BV3(T=10ans)	62+684	0,199	0,4	0,21	88,08	1.75
BV4 (T=50ans)	62+980	0,053	0,4	0,09	151,74	0,89
BV5(T=10ans)	63+207	0,076	0,45	0,13	122,36	1.16
BV6(T=10ans)	63+547	0,19	0,45	0,16	108,10	2,57
BV7(T=10ans)	63+761	0,273	0,45	0,27	76,41	2,61
BV8(T=10ans)	64+820	0,777	0,4	0,55	47,40	5.55
BV9(T=10ans)	65+365	0,335	0,45	0,29	71,48	3.00
BV10(T=10ans)	65+880	0,458	0,45	0,45	54,35	3.11
BV11(T=50ans)	66+496	3,658	0,45	1,59	31,83	14.56
BV12(T=50ans)	66+871	1,301	0,45	0,81	36,68	8.08
BV13(T=10ans)	67+284	0,229	0,45	0,35	63,39	1,82
BV14(T=10ans)	67+620	0,163	0,4	0,29	73,01	1,32
BV15(T=100ans)	68+460	608,969	0,45	11,04	8,86	748
BV16(T=10ans)	69+040	0,05	0,4	0,27	75,17	0,42

IX.5.4 Dimensionnement des buses :

IX.5.4.1 Le débit de saturation

$$Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times Rh^{2/3}.$$

Pour la pente hydraulique des buses « J », on met : J= 1%, c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

- **Kst :** Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriquées).
- **Sm :** surface mouillée tel que : $Sm = \pi \times R^2$
- **Rh :** rayon hydraulique tel que : $R_h = S_m / P_m = (\pi * R^2) / 2 * \pi R = D/4$

On a :

$$\boldsymbol{Q_a = K.C.I.A \; ; \quad Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times R_H^{2/3}}$$

$$Q_a = Qs \rightarrow R^{8/3} = \frac{Qa}{Kst * j^{1/2} * \frac{4}{5}\pi * \left(\frac{3}{5}\right)^{2/3}} \rightarrow R = \left(\frac{Qa * 2^{2/3}}{Kst * j^{1/2} * \frac{4}{5}\pi}\right)^{3/8}$$

Pour le premier basin on a :

$$Qa = 1.75 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow R = \left(\frac{1.75 * 2^{2/3}}{80 * 0.01^{1/2} * \frac{4}{5}\pi}\right)^{3/8} = 0.52$$

$$D = 2R \times \frac{100}{80} = 2 \times 0.57 \times 1.25 = 1.42\text{m}$$

Alors on prend une buse de **D=1500 mm**

IX.5.4.2 Les conditions d'auto-curage:

a) Le débit en plein section :

$$Qps = (K_{st} \times J^{1/2} \times \pi R^2 \times (R/2)^{2/3}) = 80 \times 0.01^{1/2} \times \pi * 0.75^2 * 0.375^{2/3}) = 7.32 \; m3/s$$

$$Vps = Q_{ps} / S = 7.32 / 1.766 = 4.147 \; m/s$$

$$Rq = Q/Qps = 1.4/7.32 = 0.239 \times RV = V/Vps = 0.82$$

$$V = 0.77 \times Vps = 0.77 \times 4.147 = 3.4 \text{ m/s} < 4m/s$$

Condition vérifiée

b) $V \geq 0.6$m/s pour $Q = 0.1$ Qps :

$$Rq = 0.1 \rightarrow Rv = V/Vps = 0.64 \rightarrow V = 0.64 \times 4.147 = 2.654 \text{ m/s} > 0.6\text{m/s}$$

Condition vérifiée.

c) $V \geq 0.3$m/s pour $Q = 0.01$Qps :

$$Rq = 0.01 \rightarrow Rv = V/Vps = 0.32 \rightarrow V = 0.32 \times 4.147 = 1.327 \text{ m/s} > 0.6\text{m/s}$$

Condition vérifiée

Tableau IX-9 Les ouvrages busé proposés.

BV	PK	Qa (m^3 /s)	Diamètre calculé (m)	Diamètre standard(m)	Condition D'auto curage
BV3	62+684	1,75	1,42	1Ø1500	Vérifiée
BV4	62+980	0,89	1,1	1Ø1200	Vérifiée
BV5	63+207	1.16	1,22	1Ø1500	Vérifiée
BV6	63+547	2,57	1,64	2Ø1000	Vérifiée
BV7	63+761	2,61	1,74	2Ø1000	Vérifiée
BV9	65+365	3.00	1,65	2Ø1000	Vérifiée
BV10	65+880	3.11	1,76	2Ø1000	Vérifiée
BV13	67+284	1,82	1,44	1Ø1500	Vérifiée
BV14	67+620	1,32	1,28	1Ø1500	Vérifiée
BV16	69+040	0,42	0,83	1Ø1000	Vérifiée

IX.5.5 Dimensionnement des dalots

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

Dans notre projet, les dalots sont en béton. La section de dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

IX.5.5.1 Prédimensionnement

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et en fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0.8h$

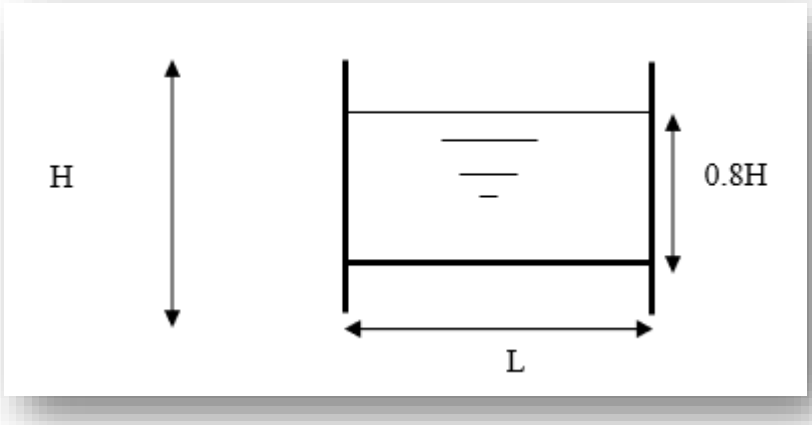


Figure IX-1 dalot

On a :

- Périmètre mouillé : $P_m = 2*0.8H+L$
- Section mouillée : $Sm = 0.8H*L$

- Rayon hydraulique : $Rh = \frac{0.8H*L}{2*0.8H+L}$
- Pente longitudinale de l'ouvrage i

$$Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times R_H^{2/3}$$

$$Q_S = K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8H \times L \times \frac{0.8H*L}{0.8H*2+L}$$

Dans notre cas K_{st} = 70 (béton) et i tirée à partir du levé topographique i=1 .5%.

Le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot. Ce débit est donné par la formule de Manning Strickler. $Q_s \leq Q_a$

$$Q_a \leq K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8 \times h \times L * \left(\frac{0.8H*L}{2*0.8H+L}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Et par un calcul itératif on tire la valeur de H qui vérifie cette inégalité.

IX.5.5.2 Application au projet :

- **Ouvrage au PK 61+998 :**

Le calcul hydrologique du bassin versant numéro 1 on a trouvé un débit de Qa=9.76 m^3/s ; et donc :

$$Q_a \leq K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8 \times H \times L \times \left(\frac{0.8 \times H \times L}{2 \times 0.8H+L}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H \geq \frac{1}{0.8 \times L} \times \left(\frac{Qa}{Kst \times J^{0.5}}\right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H+L)$$

On fixe B = 3 et par calcul itératif, on trouve : H = 2 m ;

Alors on prend un dalot de 2 m de hauteur et 3 m de largeur (3m×2m).

- **La vérification des conditions d'auto-curage**

Vérification de la vitesse :

$V = \frac{12.2}{6}$ =2.033 m/s < 4m/s

Condition vérifiée.

- **Vérification de la hauteur critique** :

$$hc=\sqrt[3]{\frac{Qa^2}{g\times B^2}} = 1.18 \text{ m} < 2 \text{ m}$$

Condition vérifiée

Tableau IX-10 Les dalots proposées

BV	PK	Qa	Dimensions (m)
BV1	60+920	12.2	3m×2m
BV2	61+998	11.27	2m×2m
BV8	64+820	5.55	2m×1.5m
BV11	66+496	14.56	3m×2m
BV12	66+871	8.08	2m×1.5m

IX.5.6 Dimensionnement des fossés à projeter sur le projet :

Le dimensionnement se fait dans le cas le plus défavorable, où il y a un grand espace et un grand débit du PK 61+195 au PK 61+357 de longueur 162 m.

On dimensionne que pour le coté talus déblai.

IX.5.6.1 Calcul des surfaces des sous bassins versants:

La surface de (la chaussée + BDD) : $Ac = 9 \times 162 = 1458\ m2 = 0.001458\ Km^2$

La surface de l'accotement : $Ab = 0.75 \times 162 = 121.5\ m2 = 0.0001215 Km^2$.

La surface de l'accotement : At = 2 × 162 = 324 m2 = 0.000324 km^2

IX.5.6.2 Calcul de débit d'apport Qa:

Chaussé P = 2.5 %, Accotement P = 4 %, Talus P = 67%

- **Pour la chaussée :**

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.001458}{0.025}} \Longrightarrow t_c = 0.031 \text{ h}$$

$$i(t,T) = \frac{a}{tc^b} = \frac{31.9}{0.031^{0.66}} = 311.86 \text{ mm/h}$$

Qa = 0.278 C I A = 0.278 × 0.95 × 311.86 × 0.001458= 0.12 m^3 / s

- **Pour l'accotement :**

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.0001215}{0.04}} \Rightarrow t_c = 0.007 \text{ h}$$

$$i(t,T) = \frac{a}{tc^b} = \frac{31.9}{0.007^{0.66}} = 843.39 \text{ mm/h}$$

$Qa = 0.278 \times 0.4 \times 843.39 \times 0.0001215 = 0.011 \text{ m}^3/\text{s}$

- **Pour le talus :**

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.000324}{0.67}} \Rightarrow t_c = 0.011 \text{ h}$$

$$i(t,T) = \frac{a}{tc^b} = \frac{31.9}{0.011^{0.66}} = 625.85 \text{ mm/h}$$

$Qa = 0.278\ C\ I\ A = 0.278 \times 0.95 \times 625.85 \times 0.000324 = 0.022 \text{ m}^3/\text{s}$

Tableau IX-11 Débit des eaux drainées dans la plate-forme et les talus.

Surface	S (Km²)	C	P %	Tc (h)	i(mm/h)	Qa (m³/s)	Qa (m³/s)
Chaussée revêtue en enrobé	0.001458	0.95	2.5	0.031	311.86	0.12	0.153
Accotement (sol peu perméable)	0.0001215	0.40	4	0.007	843.39	0.011	
Talus	0.000324	0.40	67	0.011	625.85	0.022	

IX.5.6.3 Calcul du débit de saturation (Qs)

- **Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = \frac{b+(b+2e)}{2} \times h$$

$\tan(\alpha) = \frac{e}{h}$ D'où $e = h.\tan(\alpha)$

$S_m = b.h + \tan(\alpha).h^2 = h.(b + \tan(\alpha).h)$

$Sm = h.(b + \tan(\alpha).h)$

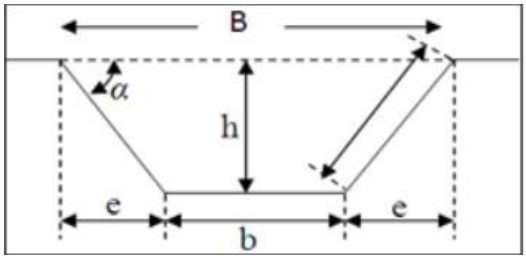


Figure IX-2 Caractéristiques d'un fossé

$Pm = b + 2B$

Avec : $B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + \tan(\alpha)^2 . h^2} = h.\sqrt{1 + \tan(\alpha)^2}$

$P_m = b + 2h.\sqrt{1 + \tan(\alpha)^2}$

- **Calcul du rayon hydraulique :**

$$R_H = \frac{Sm}{Pm} = \frac{h.(b + \tan(\alpha).h)}{b+2h.\sqrt{1+\tan(\alpha)^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant :

$$Q_a = Q_s \quad \rightarrow \quad K \cdot I \cdot C \cdot A = S_m \times K_{ST} \times J^{1/2} \times R_H^{2/3}$$

$$Q_a = h.(b + \tan(\alpha).h) \times K_{ST} \times J^{1/2} \times \left(\frac{h.(b + \tan(\alpha).h)}{b+2h.\sqrt{1+\tan(\alpha)^2}}\right)^{2/3}$$

Notre pente est de $J = 2\%$; Kst = 70 (au béton coulé sur place)

On obtient :

$$0.498 = h.(0.5+\tan(45).h) \times 70 \times 0.02^{1/2} \times \left(\frac{h.(0.5 + \tan(45).h)}{0.5+2h.\sqrt{1+\tan(45)^2}}\right)^{2/3}$$

$$0.498 = h.(0.5+h) \times 70 \times 0.02^{1/2} \times \left(\frac{h.(0.5 + h)}{0.5+2h.\sqrt{2}}\right)^{2/3}$$

Après un calcul itératif, on a trouvé h=0.24 m, on prend **h=50 cm**, un fossé standard

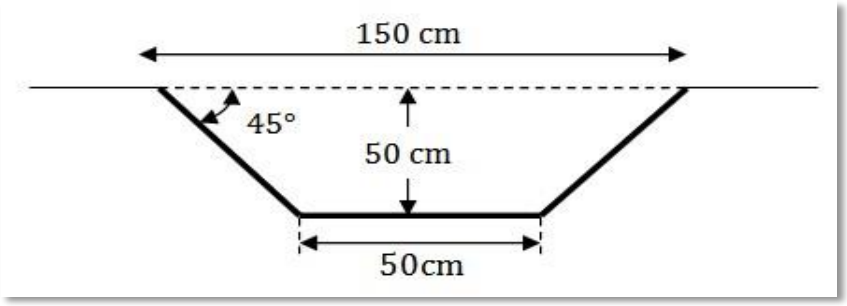


Figure IX-3 Dimensions d'un fossé standard.

Conception de l’échangeur

CHAPITRE X Conception de l'échangeur

X.1 Introduction:

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

En termes techniques, un échangeur est un moyen de connecter plusieurs voies de communication.

Il est important de prendre en compte l'importance des différents courants de circulation, le site d'implantation et le type de topographie du site pour étudier sa disposition. Il est également important de ne pas le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs à :

- **Nœuds :** lorsque l'on raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- **Diffuseur :** est utilisé lorsqu'il connecte une voie rapide au réseau de voies urbaines traditionnel.
- **Mixte :** quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

Notre échangeur s'agit d'un diffuseur reliant l'autoroute avec notre projet (dédoublement de la RN127).

X.2 Rôle de l'échangeur:

Le rôle de l'échangeur est de garantir la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir simultanément plusieurs directions en distribuant les flux dans les différentes directions en fonction de leur importance et en termes de confort et de sécurité, tout en évitant les points de conflit qui peuvent entraîner des accidents graves et les points d'arrêt qui entraînent des pertes de temps.

X.3 Constituants de l'échangeur:

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

X.3.1 Ouvrage d'art :

Il s'agit d'un pont qui assure un passage supérieur ou inférieur ; le nombre des ponts peut être calculé en fonction des paramètres suivants :

- Le choix de l'échangeur à installer.
- Les contraintes du lieu d'installation.
- Les critères de coordination profil en long-trace en plan.
- Les conditions de réglementations et de conception.

X.3.2 Bretelle :

Il s'agit de voies séparées et reliées entre les deux routes qui se croisent, Chaque bretelle se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

Il y a trois types de brettelles, comme indiquer sur la figure si dessous :

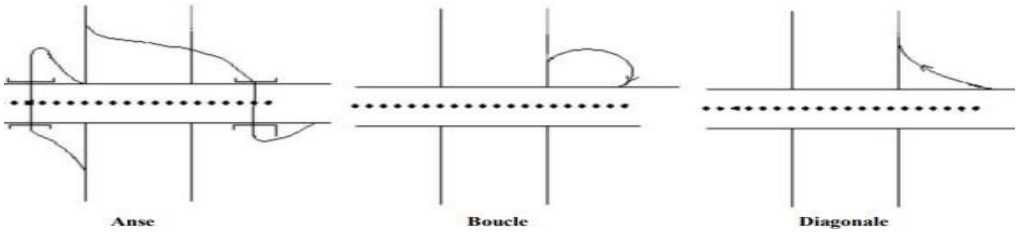


Figure X-1 Schéma des types de bretelle

X.4 Les différents types d'échangeurs:

X.4.1 Echangeur majeur

L'échangeur majeur relie l'autoroute à l'autoroute sans créer de cisaillement entre les deux autoroutes à raccordement sont :

- Trèfle complet lorsque quatre branches doivent être reliées.
- Bifurcation « Y » lorsque trois branches doivent être reliées.

X.4.2 Echangeur mineur

Il est utilisé pour relier une autoroute "route principale" à une route ordinaire "route secondaire". Les schémas du raccordement sont les suivants :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trompette.

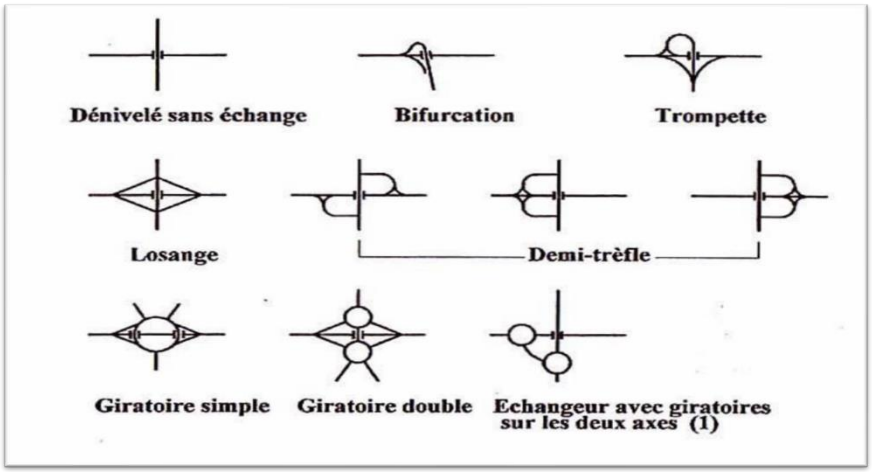


Figure X-2 schémas différents types d'échangeurs

X.5 Etape à suivre pour le choix d'un échangeur:

La sélection d'un échangeur se déroule en trois étapes :

- **Etape1 :** détermination du tracé en se basant sur :
  - Présentation du site d'installation.
  - Type de route et nombre de branches à relier
  - Répartition du trafic selon les différentes directions de circulation.
  - La vitesse d'approche pratique est utilisée pour évaluer les caractéristiques de la bretelle.
- **Etape 2 :** Le choix de l'échangeur doit également garantir un niveau élevé de sécurité et de service, ce qui est réalisé en respectant les normes de conception établies, qui se résument ainsi :
  - Tracé qui respecte les limites de conception telles que les valeurs des rayons et des alignements.
  - Longueurs des voies « insertions, décélérations » règlementaires.
- **Étape 3 :** analyse.
  C'est cette étape finale qui confirme la décision de choix du fait que le futur échangeur doit garantir les conditions de visibilité, de confort et de sécurité les plus optimales.

X.6 Choix du type de l'échangeur:

Pour notre projet l'échangeur va raccorder l'autoroute est-ouest (2×3 voies) avec la RN127 (2×2 voies). Donc l'échangeur sera du type diffuseur.

Afin de connecter les deux voies routières, nous avons choisi pour un échangeur **mineur** de type **trompette** qui garantira une sécurité optimale pour les usagers et une bonne visibilité.

- La vitesse de base sur l'autoroute est de 110km/h.
- La vitesse de base sur notre projet le dédoublement de la RN127 est de 80km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est 40 à 60 Km/h. On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=40 Km/h

X.7 Normes de conception:

La conception des échangeurs est basée sur les normes pour l'étude géométrique du

Tracé **-Complément à l'ICTAAL 2015**

X.8 Caractéristiques géométriques des bretelles:

En général, les bretelles des diffuseurs sont à une seule voie (selon l'ICTAAL 2015).

X.8.1 Tracé en plan des bretelles :

Valeurs limites des rayons :

Tableau X-1 valeurs limites des rayons en plan

	Rayon minimal au divers normal Rdn	Rayon minimal divers (7%)
Branche a deux voies circulable 110 km/h	650 m	400 m
Branche a une voie ou deux voies circulable 90 km/h	370m	240 m
Branche a une voie voies circulable 70 km/h	300 m	125 m
Branche a une voie voies circulable 70 km/h ou moins	300 m	40 m

X.8.1.1 Enchaînement des éléments du tracé en plan:

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes.
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition :

  R1≤ 2R2, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrée dans le sens de circulation sauf si R1>1.5Rnd et si R1 > R2.

- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

X.8.1.2 Raccordement progressif:

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $6R^{0.4}$ et 7|Δδ|

- Où : R note le rayon de courbure (en m).
- Δδ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordé

Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'usager.

X.8.1.3 Raccordement avec l'autoroute:

Le raccordement d'une bretelle à une autoroute, on utilise généralement une voie d'accélération en entrée et une voie de décélération en sortie. Cela offre aux conducteurs la possibilité de réguler leur vitesse afin de rejoindre en toute sécurité le flux de circulation de l'autoroute à l'entrée et de se préparer à quitter l'autoroute en diminuant progressivement leur vitesse à la sortie.

- **La zone de décélération :**

Le dispositif de sortie est composé de :

- Une section de manœuvre qui est un biseau situé à proximité de l'autoroute, d'une longueur de 150 mètres. Jusqu'à ce que le musoir de divergence atteigne 1 m de large.

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

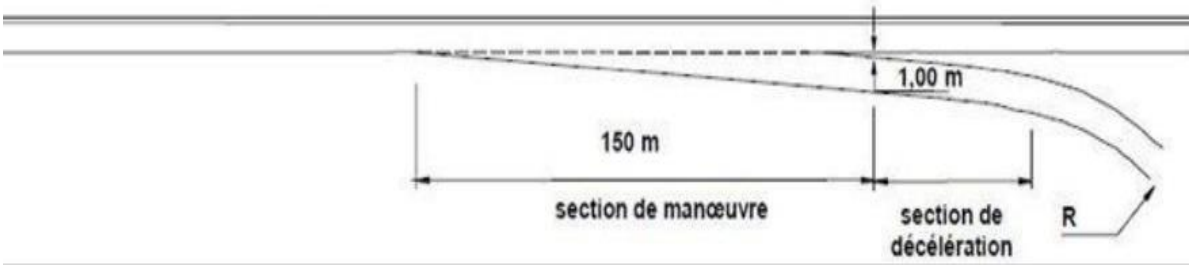


Figure X-3 Dispositif de sortie de l'autoroute.

- **La zone d'accélération :**

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération doit permettre d'amener le véhicule à une vitesse conventionnelle d'au moins 55km/h au niveau du point E=1.00m pour une accélération de 1m/s². Sa longueur dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle.
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.

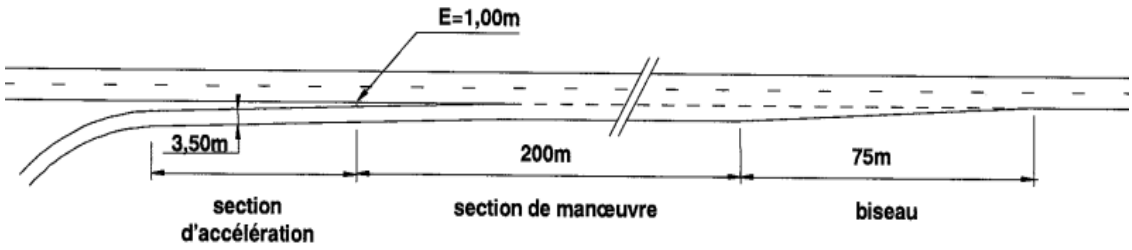


Figure X-4 Dispositif d'entrée sur l'autoroute.

Ces sections de décélération et d'accélération permettent aux conducteurs d'ajuster leur vitesse en toute sécurité lorsqu'ils quittent ou rejoignent l'autoroute. Elles jouent un rôle crucial dans la fluidité et la sécurité de la circulation aux points de raccordement des bretelles et des autoroutes.

X.8.2 Profil en long d'une bretelle :

Tableau X-2 les valeurs limites des paramètres du profil en long.

	Déclivité maximale	Rayon minimal en angle saillant	Rayon minimal en angle rentrant
Branche a une voie voies circulable 70 km/h ou moins	6%	1500 m	800 m

X.8.3 Profil en travers d'une bretelle :

X.8.3.1 Largeur des éléments du profile en travers:

Pour les diffuseurs, les bretelles unidirectionnelles sont constituées de : (COMPLEMENTS à l'ICTAAL, 2015)

- Une voie de 3,5m (Dans une courbe de rayon inférieur à 100 m, une sur largeur de 50/R par voie est à introduire).
- Une bande dérasée de gauche BDG de 0,5m.

Une bande dérasée de droite BDD de 1m (Lorsque l'enjeu le justifie, fort trafic PL par exemple, l'accotement peut être aménagé pour offrir une largeur roulable de 6 m : on prend BDD revêtue de 2 m).

X.8.3.2 Pente transversale d'une bretelle:

Le profil d'une chaussée bidirectionnelle est constitué de deux versants plans raccordés sur l'axe, celui d'une chaussée unidirectionnelle d'un seul versant. Les bandes dérasées ont la même pente que la voie adjacente.

En dehors des courbes déversées, la pente transversale d'un versant est de 2.5% orientée vers la droite.

Dans les courbes déversées, le dévers est fonction de la vitesse réglementaire et du rayon et varie linéairement en fonction de 1/R entre 2.5% pour le rayon Rnd et 7% pour Rm avec un minimum de 100m et reste :

- Pour les bretelles à une voie des diffuseurs à 7% en deçà de 100m
- Pour les bretelles des nœuds autoroutiers entre 2.5% et 7 % pour des rayons compris entre le rayon non déversé Rnd (370m) et le rayon minimal Rm (240m).

X.9 Condition de visibilité:

X.9.1 Visibilité sur une sortie d'autoroute :

- La distance de manœuvre en sortie dms est définir comme la distance parcourue à vitesse constante la vitesse maximale autorisée pendant le temps nécessaire pour opérer, fixé à 6 secondes dms = 6V (V en m/s).
- Pour les deux voies de circulation les plus à droite de la chaussée, le conducteur doit à la fois percevoir à la distance dms du point dit "de sortie au plus tôt" (S = 1,50 m).

- L'ensemble de la face du panneau de signalisation avancée placé au droit de ce point ; la balise signalant le musoir, que l'on suppose observée à une hauteur de 1 m, à l'endroit où le musoir atteint 5 m de large.

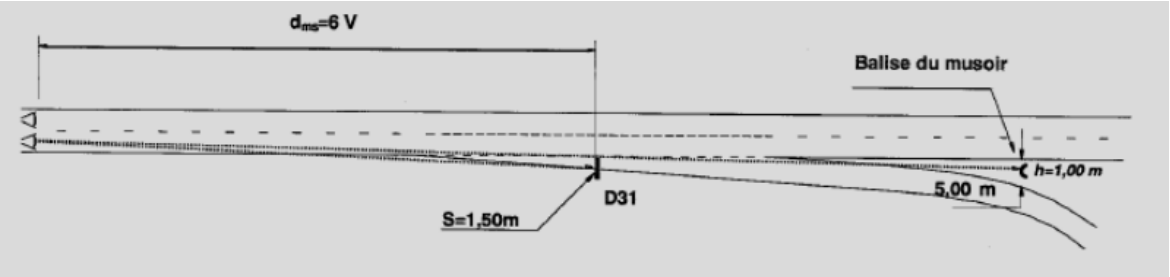


Figure X-5 Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute

X.9.2 Visibilité sur une entrée d'autoroute

La distance de visibilité pour la voie de droite de l'autoroute doit être au moins égale à la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule entrant, positionné sur la bretelle d'entrée au droit du point dit "d'entrée au plus tôt" (E=1,00 m).

Distance d'arrêt : da= distance de freinage + distance de perception/réaction

$$da = [V^2/2g\ (\gamma(v) + p)] + 2V$$

Avec :

- V en m/s
- γ (v) : décélération moyenne exprimée en fraction de g
- p : la déclivité, en valeur algébrique

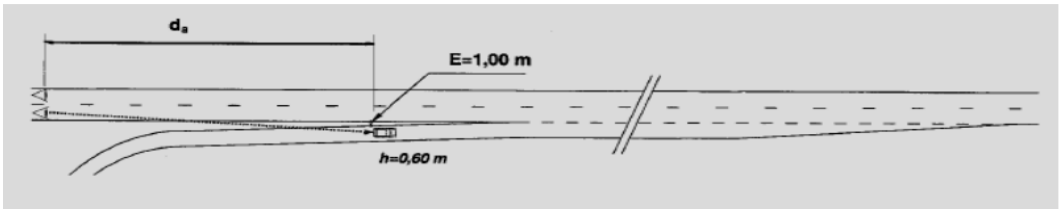


Figure X-6 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute

X.9.3 Distance de visibilité sur marquage :

dVm = 3V avec (V en m/s).

X.9.4 Distance de lecture (lc):

La distance minimale requise pour qu'un usager puisse lire les informations sur les panneaux de signalisation peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille du panneau, le type d'information affichée et les conditions environnementales. Cependant, il existe des recommandations générales basées sur les normes de sécurité routière.

lc=5V avec (V en m/s).

X.10 Application au projet:

X.10.1 Caractéristique des brettèles:

Tableau X-3 caractéristique des bretelles

Brettèle	Rayon (m)	Longueur de l'arc (m)
1(sortie)	140	172.870
2(entrée)	110	140.690
3(sortie)	100	353.25
4(entrée)	125	140

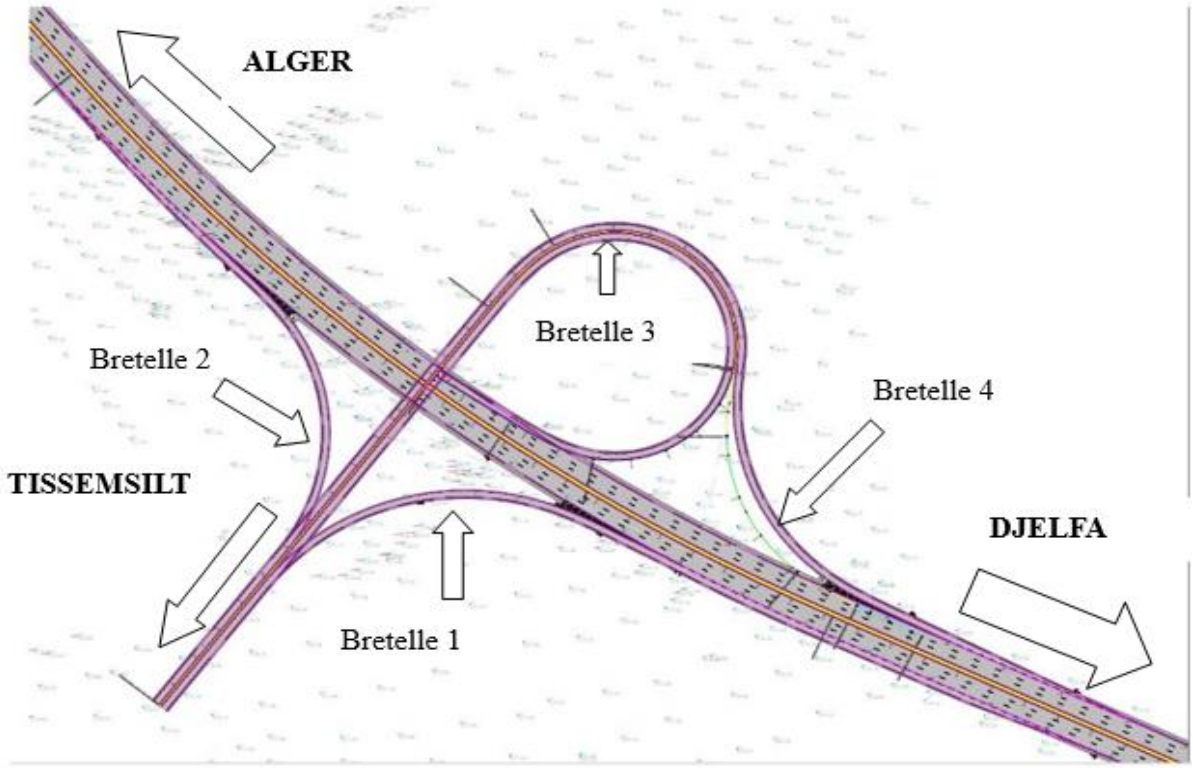


Figure X-7 Conception en plan de l'échangeur

Ouvrage d’art

CHAPITRE XI Ouvrage d'art

XI.1 Introduction:

Un **ouvrage d'art** est une construction de grande importance et de grande taille appartenant à l'une au moins de ces catégories :

Ouvrage permettant de franchir un obstacle sur une voie de communication routière, ferroviaire ou fluviale (ponts, tunnels).

Dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau (murs, tranchée couverte, digue). Dispositif de transition entre plusieurs modes de transports (quais et autres ouvrages portuaires).

De tels ouvrages sont qualifiés « d'art » parce que leur conception et leur réalisation font intervenir des connaissances où l'expérience joue un rôle aussi important que la théorie.

Cet ensemble de connaissances constitue d'ailleurs ce que l'on appelle l'art de l'ingénieur.

XI.2 Définition d'un pont:

Un **pont** est une construction qui permet de franchir une dépression ou un obstacle (cours d'eau, voie de communication, vallée, etc.) en passant par-dessus cette séparation.

Le franchissement supporte le passage d'hommes et de véhicules dans le cas d'un pont routier ou d'eau dans le cas d'un aqueduc. Les ponts font partie de la famille des ouvrages d'art et leur construction relève du domaine du travaux public.

Toutefois, le mot viaduc est employé pour un ouvrage franchissant une vallée ayant un cours d'eau de faible largeur par rapport à la longueur de l'ouvrage, et « pont » dans le cas contraire.

XI.3 Conception des ouvrages:

Un ouvrage d'art est destiné à offrir des services aux usagers donc sa conception doit satisfaire certaines exigences :

- **Exigence fonctionnelle** : sont des caractéristiques permettant d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement.
- **Exigence naturelle** : sont l'ensemble des éléments de son environnement influant sur la conception de l'ouvrage.

XI.4 Paramètres intervenants dans le choix du type d'ouvrage:

- Les profils de la chaussée de la route (en long, en travers, en plan).
- Les positions possibles des appuis.
- La nature du sol de fondation.
- Le gabarit à respecter.
- Les conditions d'exécution et d'accès à l'ouvrage.

XI.5 Présentation du L'ouvrage:

Le lieu de croisement de la RN 127 avec oued Boukmouri au niveau du PK 68+400 au PK 68+544.2 m, un pont doit être aménagé.

XI.5.1 . Choix et type d'ouvrage :

Le choix de type d'ouvrage dépend de plusieurs conditions, notre but est de choisir d'une façon technique et économique le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, mixte) qui satisfait au mieux possible aux toutes ces conditions, et le choix se fait en respectant les paramètres suivants :

- ✓ Les paramètres géométriques de la chaussée (profil en long, en travers, en plan) tels que :

La langueur totale $\mathbf{L_t = 144.2\ m}$

La largeur totale $\mathbf{b_t = 20.8\ m}$

La hauteur totale **Ht= 8 m**

- ➢ Opter pour un type d'ouvrage réalisable en Algérie avec des techniques maitrisées sur leterrain national.
- ➢ L'intégration de l'ouvrage dans son environnement avec la nécessité de dégager la meilleure visibilité pour les usagers de la route.

D'après les paramètres, deux (02) types de pont peuvent être envisagés :

Variante N°1 : Pont à poutres en béton précontraint par post-tension.

Variante N°2 : Pont mixte.

XI.5.1.1 Variante N°1 (Pont à poutres en béton précontraint par post-tension):

Ce sont des travées indépendantes des poutres. Ce type de tablier permet d'atteindre des portées importantes. Le domaine d'emplois de la structure correspond en effet à des portées de 30 à 50 mètres.

Avantage :

- Le fonctionnement isostatique de ce type de structure qui la rend pratiquement aux déformations imposées, en particulier aux tassements différentiels des appuis et aux effets d'un gradient thermique.
- Maîtrise de la préfabrication des poutres.
- Simplicité et rapidité d'exécution, ce qui réduit les délais et le coût.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en béton armé.
- Une bonne réutilisation des coffrages.

- Le Béton est toujours comprimé qui limite la fissuration plus la Bonne protection des armatures d'acier.

Inconvénients :

- L'obligation d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décoffrer.
- L'utilisation des fondations profondes à cause de poids propre important.
- La nécessité de disposer d'un personnelle qualifier pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- La multiplication du nombre des appuis qui nuit l'esthétique et le coût total de l'ouvrage.

XI.5.1.2 Variante N°2 (Pont (Mixte)):

Un pont mixte multi poutres est un pont dont le tablier est formé de raidisseurs en acier en partie inférieure et d'une dalle en béton armé ou précontrainte en partie supérieure. On retrouve dans cette catégorie les ponts mixtes bipoutres et quadri poutres, très répandus pour leurs facilités de mise en œuvre, leurs tonnages d'acier faibles et donc d'un coût moindre

Les avantages

- Optimisation des matériaux : le béton travaille en compression et l'acier en traction.
- Rapidité d'exécution.
- Facilité de coulage de la dalle avec un bac en acier collaborant.
- Légèreté structurelle.

Les inconvénients

- Comportement inverse sur appui.
- Moins économique à cause du prix élevé de l'acier.
- Comportement au feu (sensibilité des profilés aciers aux élévations de température importantes).

XI.6 Conclusion:

Après analyse des différents points des deux variantes et en tenant compte des données naturelles et économiques de ce projet, le choix s'est porte sur un Pont à poutres en béton précontraint par post-tension a 4 travées de 33.4 m.

Signalisation routière

CHAPITRE XII signalisation routière

XII.1 Introduction:

La signalisation routière est un élément essentiel de tout projet routier, jouant un rôle crucial dans la sécurité des usagers de la route et la régulation efficace de la circulation. En tant que système de communication visuelle, la signalisation vise à fournir des informations claires et cohérentes aux conducteurs, aux piétons et aux autres participants à la circulation, afin de minimiser les risques d'accidents et de faciliter la mobilité.

XII.2 Objectif de la signalisation:

- Assurer la sécurité de tous les usagers de la route
- Réguler le flux de trafic
- Informer les usagers de la route
- Promouvoir le respect des lois routières
- Améliorer l'accessibilité et la navigation

XII.3 Règles à respecter pour la signalisation:

- Conformité aux normes et réglementations locales
- Visibilité et lisibilité
- Emplacement stratégique
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale

XII.4 Les types de signalisation:

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

XII.4.1 Signalisation verticale

La signalisation verticale désigne tous les panneaux de signalisation qui sont installés sur des supports verticaux le long des routes. Ces panneaux ont pour but de fournir des informations, des avertissements, ou des règles aux usagers de la route, contribuant ainsi à la sécurité, à l'efficacité du trafic, et à la régulation de la circulation. Voici les types principaux de la signalisation verticale :

- Panneaux de danger
- Panneaux de priorité
- Panneaux d'interdiction ou de restriction
- Panneaux d'obligation
- Panneaux d'indication
- Panneaux de signalisation directionnelle
- Panneaux temporaires

La signalisation verticale est essentielle pour le contrôle et la gestion du trafic, offrant des instructions claires et des avertissements nécessaires pour aider à prévenir les accidents et faciliter les déplacements sûrs et ordonnés sur les routes.

XII.4.2 Signalisation horizontale

La signalisation horizontale se réfère aux marques, lignes et symboles peints ou apposés directement sur la surface de la chaussée pour fournir des informations, des avertissements, ou des directives aux usagers de la route.

XII.4.2.1 Caractéristiques générales des marques:

- **Couleur des marques de chaussée :**

Les couleurs utilisées pour les marquages sur la chaussée sont le blanc et le jaune.

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

- **Largeur des lignes des marquages :**

Les largeurs de ligne sont définies par rapport à une unité U, Les valeurs de U sont :

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

U = 6 cm Sur les bretelles de sortie de l'Autoroute après les péages, sur les bretelles d'entrée de l'Autoroute avant les péages et sur les RN.

U = 5 cm Sur toutes les autres routes qui ne sont pas nationales.

Pour notre projet U=6 cm

Voici une petite définition des types principaux de signalisation horizontale :

XII.4.2.2 Marquages longitudinaux:

Ce sont les lignes peintes parallèlement au sens de circulation pour délimiter les voies de circulation, les voies de dépassement, ou les zones réservées. Ils comprennent des marquages continus ou mixte pour interdire le dépassement et des marquages discontinus pour permettre le dépassement.

- **La ligne continue :** interdisant le franchissement ou le chevauchement
- **La ligne discontinue** : Il est possible de franchir ces lignes pour effectuer un dépassement ou un changement de direction
- **La ligne mixte :** Elle est composée d'une ligne continue et d'une ligne discontinue accolée. Le dépassement est interdit si la ligne continue se trouve du côté de votre voie.

Le dépassement est autorisé si la ligne discontinue se trouve du côté de votre voie.

- **Lignes de rives :** Elles délimitent la chaussée de l'accotement. Elles peuvent être franchies pour s'arrêter ou stationner.

Tableau XII-1 Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées.

Modulation	Désignation des marques	Largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et Ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
Tl	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2L
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T2'	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T3'	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans Les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U

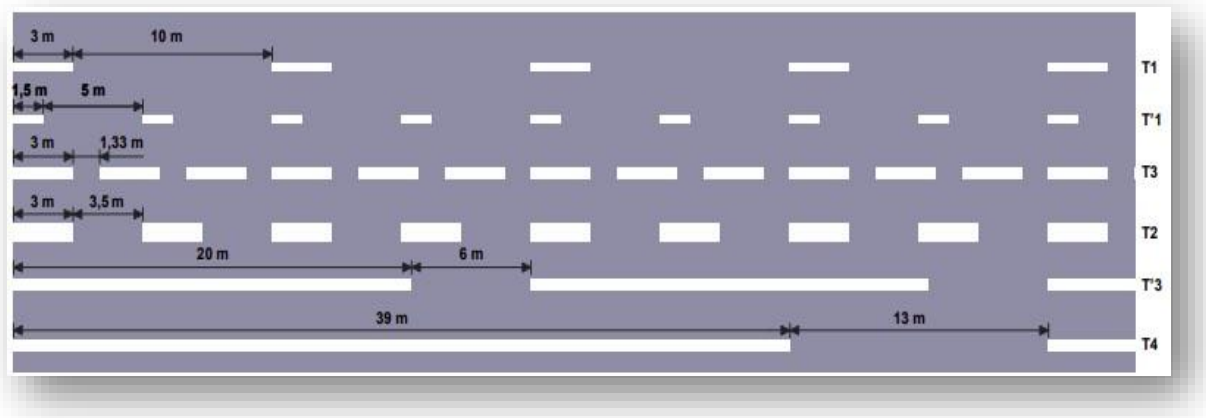


Figure XII-1 Types de marquages longitudinaux (section courante).

XII.4.2.3 Marquages transversaux:

Ce sont les lignes perpendiculaires au sens de circulation, telles que les passages pour piétons, les lignes d'arrêt, les lignes d'arrêt des feux de signalisation, les passages piétons zébrés, etc.

XII.4.2.4 Marquages spéciaux:

Ce type de marquage comprend des symboles, des flèches, des lettres, ou des chiffres peints sur la chaussée pour indiquer des instructions spécifiques aux conducteurs, comme des flèches directionnelles, **flèches de rabattement**, des lettres **"STOP"**, **"CEDEZ LE PASSAGE"**, ou des chiffres pour la limitation de vitesse.

XII.4.2.5 Marquages réflecteurs:

Ces marquages sont généralement réalisés avec des matériaux rétro-réfléchissants pour améliorer leur visibilité la nuit. Ils comprennent des bandes de guidage pour les autoroutes, des catadioptres, des bandes de ralentissement, etc.

XII.5 Application au projet:

La signalisation utilisée pour notre route est :

XII.5.1 Signalisation horizontale :

Les lignes de marquage longitudinal utilisé dans notre projet sont :

Tableau XII-2 marquage longitudinal utilisé dans notre projet

Type	Désignation	Largeur (cm)
Continue	Délimitant les chaussées et le TPC	3u
Discontinue T1	Délimitant les différentes voies.	2u
Discontinue T2	Ligne de rive de chaussée	3u

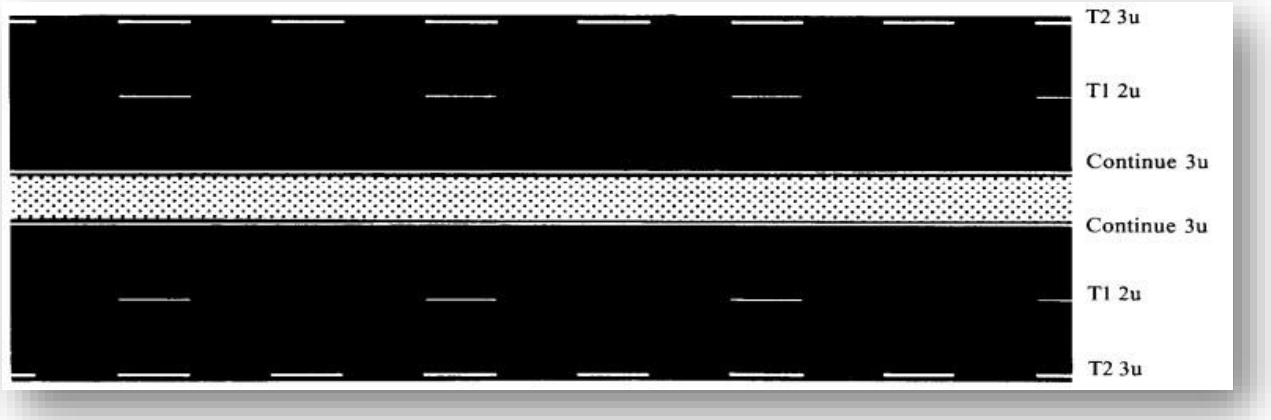


Figure XII-2 Marquage de notre projet en section courante

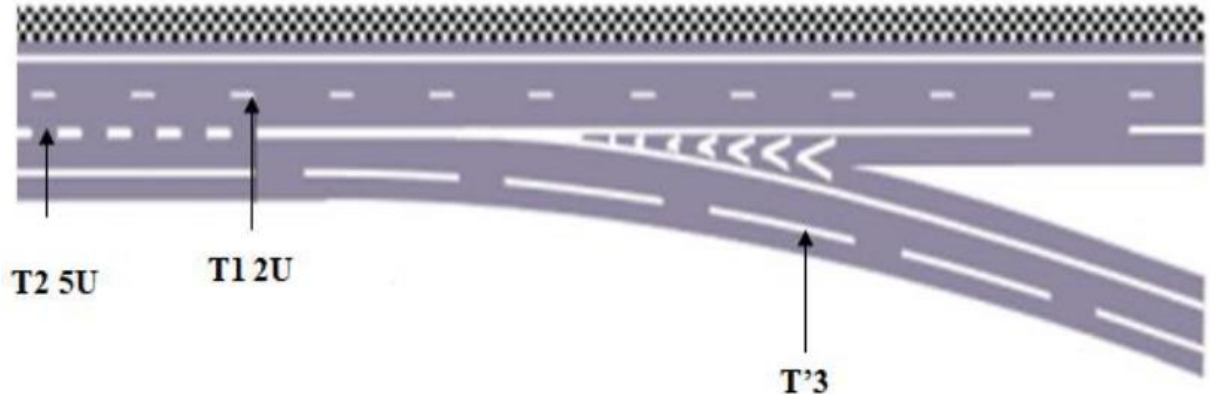
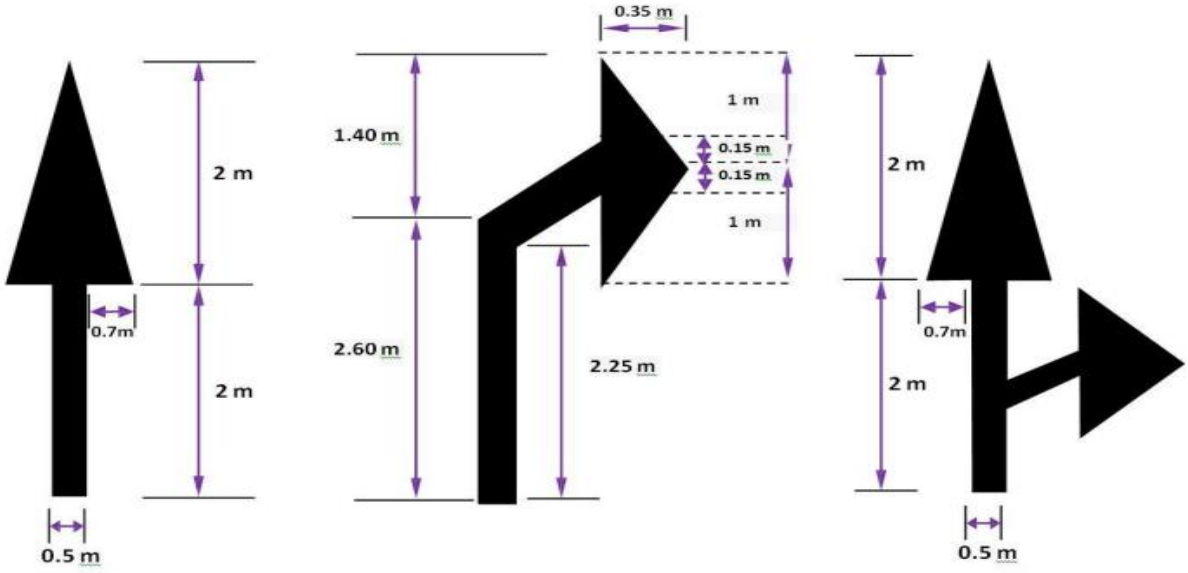
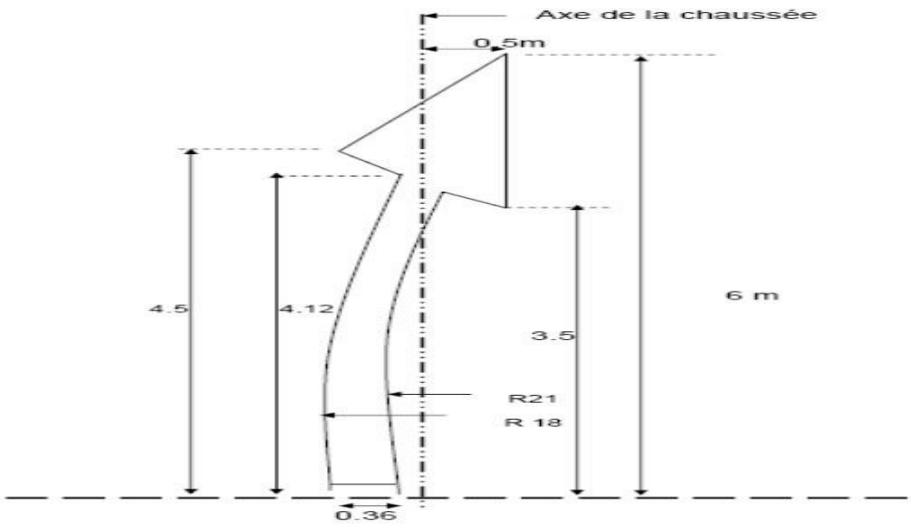


Figure XII-3 Types de marquages longitudinaux (échangeur).

- **Flèches de sélection :**



- **Flèches de rabattement**

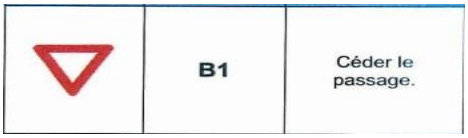


XII.5.2 Signalisation verticale :

XII.5.2.1 Panneaux de danger:



XII.5.2.2 Panneaux de priorité:







XII.5.2.3 Panneaux d'interdiction ou de restriction:



C11a



C11a
Grande 1000
PK 01+250



C8
Grande 1000
PK 01+250



C7
Grande 1000
PK 01+250



C1
Grande 1000
PK 01+250

XII.5.2.4 Panneaux d'obligation:

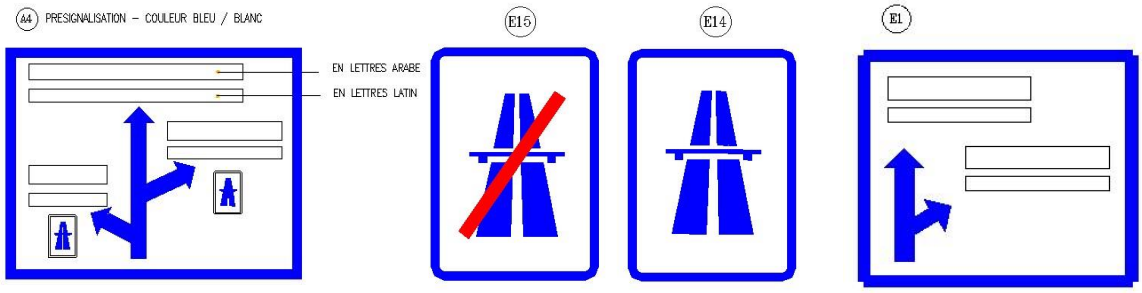


D2
Grande 1000
PK 01+250



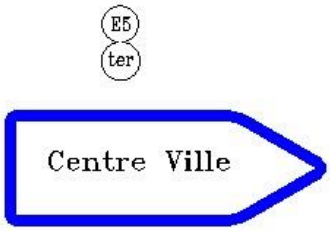
D3
Grande 1000
PK 01+250

XII.5.2.5 Panneaux d'indication:



XII.5.2.6 Panneaux de signalisation directionnelle:



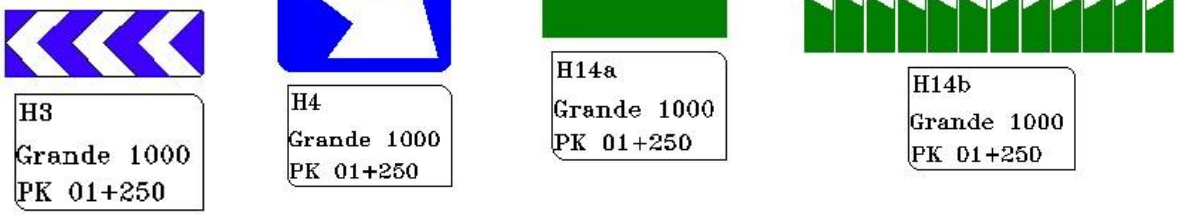




XII.5.2.7 Panneaux temporaires:



XII.5.2.8 Des autre panneaux:



XII.5.3 Signalisation de l'échangeur (PK69+700):

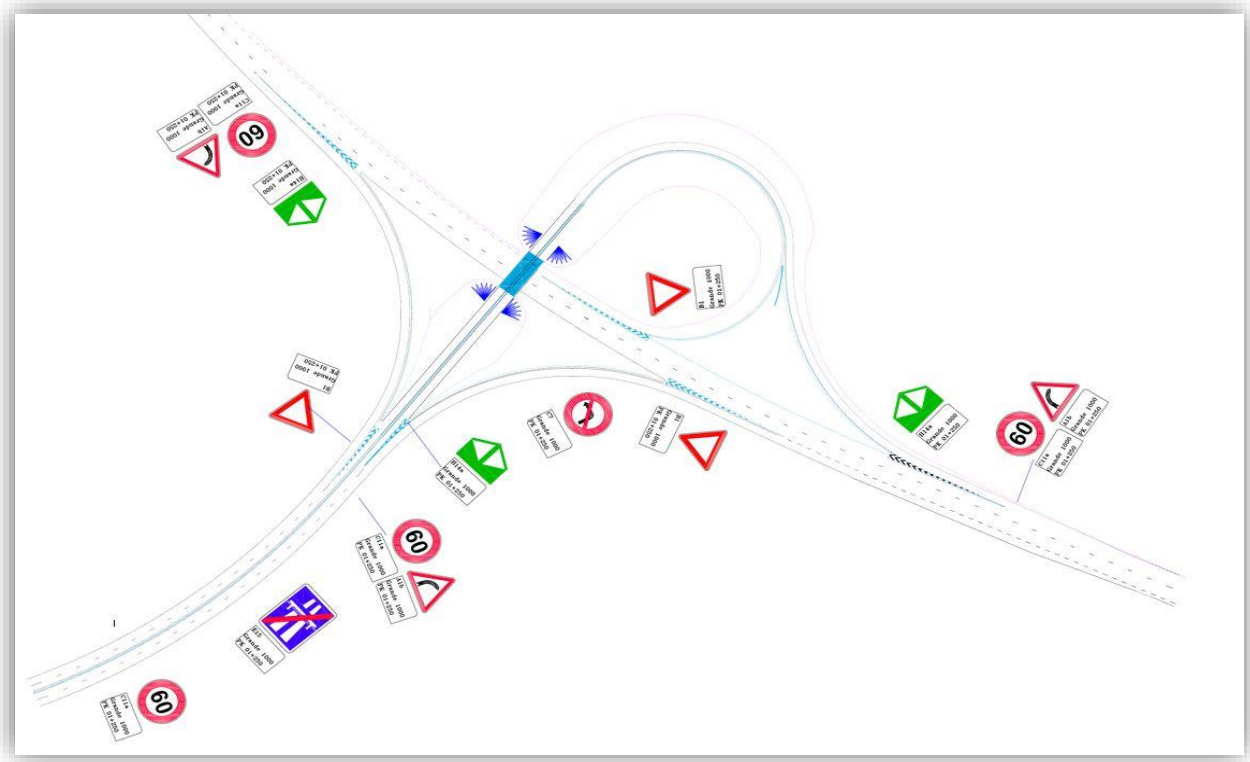


Figure XII-4 Signalisation de l'échangeur

Impact sur l’environnement

CHAPITRE XIII impact sur l'environnement

XIII.1 Introduction

La phase essentielle de toute étude d'impact est l'analyse des conséquences du projet sur l'environnement. On effectue cette analyse en superposant les actions du projet sur les environnements concernés et en projetant les effets potentiels sur les caractéristiques de ces environnements.
L'analyse d'impact sur l'environnement d'un projet routier consiste à évaluer de manière méthodique les éventuelles conséquences environnementales d'un projet de construction routière. Il est essentiel de mener cette étude afin de réduire au maximum les conséquences néfastes sur l'environnement et de maximiser les bénéfices économiques, sociaux et environnementaux du projet.

- **Cadre juridique**

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du/17 février 1990, cette étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement.
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XIII.2 Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact sur l'environnement permet d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et d'essayer de proposer des compensations et remèdes pour limiter au maximum les effets négatifs de ce projet, cette étude vise à :

- Repérer et mesurer l'impact du projet sur l'environnement physique, biologique, humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- Proposer des mesures qui visent à réduire les impacts négatifs du projet.
- Maintenir la qualité de vie des générations à venir.
- Préserver les espèces végétales et animales.

XIII.3 Impact du projet sur l'environnement

On a deux types d'impacts sur l'environnement : des impacts positifs et des impacts négatifs.

XIII.3.1 Impacts positifs :

On peut les classer en deux catégories :

XIII.3.1.1 Impacts positifs directes:

- Pour améliorer la sécurité routière, le dédoublement de la RN127 entre Kser-elboukhari et Tissemsilte entraînera des caractéristiques géométriques améliorées, ce qui devrait entraîner une diminution significative du taux de mortalité sur les autoroutes et les routes à/1 voies.
- L'amélioration des conditions de circulation.

XIII.3.1.2 Impacts positives indirectes:

- En ce qui concerne les activités socio-économiques et le développement régional grâce à la création de nouveaux emplois, il est important d'accroître les activités en créant des emplois temporaires (en raison de la construction du projet au profit de la main-d'œuvre locale) et permanents (pour les besoins d'entretien).
- Le développement du tourisme dans la région

XIII.3.2 Impacts négatifs

- Les principaux impacts négatifs potentiels du projet concernent :
- L'expropriation des propriétés bâties et les terres situées dans l'emprise du projet
- Les risques de pollution des oueds (l'Oued Boukmouri au PK 68+400 connait malheureusement la pollution chimique).
- Les interruptions temporaires des réseaux (routes, eau, électricité, ligne gaz).
- Une consommation excessive des granulats.
- Les impacts négatifs sur l'agriculture (le projet traverse une zone agricole).
- La pollution de l'air augmente en raison de la circulation accrue.

De façon plus détaillée, on distingue les impacts en phase de construction et ceux intervenant en phase d'exploitation.

XIII.3.2.1 Impacts pendant la phase de travaux

- **Milieu physique :**

Pendant la phase de construction les impacts négatifs sur le milieu naturel sont en premier lieu les impacts classiques d'un chantier de construction de route dont :

- La qualité de l'air sera impactée par les émissions de poussières et les pollutions atmosphériques.
- 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 danger de perdre la biodiversité et de détériorer les sols à la suite de l'exploitation des carrières et de l'implantation des chantiers.

➢ **Milieu biologique :**

- Perturbations liées à l'introduction d'une barrière terrestre.
- Destruction ou perturbation de sites favorables aux différentes espèces.
- Risque d'incendie.

➢ **Milieu humain :**

- Au cours de la phase des travaux, il faudra abattre plusieurs arbres.
- Les surfaces d'emprise de terrains seront à exproprier et auront pour effet direct de réduire la production agricole.
- Les agriculteurs dont les terres sont touchées par les travaux n'ont rien à gagner.
- Les bruits, les vibrations et les émissions sont des effets susceptibles d'affecter la santé des résidents à proximité de la route et des travailleurs.
- La circulation des camions et des engins de chantier pourra également causer des accidents.
- Impact visuel des chantiers et des bases de vie.

XIII.3.2.2 Pendant la phase d'exploitation:

➢ **Milieu physique :**

- Erosion et décapage des sols le long de l'emprise du tracé.
- Risques de pollution chronique (eaux de ruissellement de la chaussée) ou de pollution accidentelle (due aux accidents).
- Réaménagement et artificialisation des rivières, modification des zones de drainage, accroissement des risques d'inondation.

➢ **Milieu biologique** :

- Nuisances liées à la circulation des véhicules.
- Destruction de l'environnement de diverses espèces.
- Risque d'incendie.

➢ **Milieu humain :**

- Nuisances pour les gens qui habitent près de la route (bruit, gêne respiratoire).
- Manque à gagner pour les agriculteurs dont les terrains ont été morcelés ou réduits par le passage de la route.
- Agrandir les déplacements des agriculteurs, collecter des terrains sur de longues distances sur toute la ligne du projet.
- Dangers d'accidents et de contamination des forages, puits ou sources d'eau potable près de la route.
- Impact visuel.

XIII.4 Mesures prises pour minimiser les impacts:

Il est important de définir les mesures qui peuvent être prises pour prévenir ou limiter les effets négatifs du projet sur l'environnement.

XIII.4.1 Mesures en phase travaux

Les impacts négatifs sur l'environnement susmentionnés pendant la phase des travaux peuvent être anéantis ou/et réduits par l'observation et la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures ; à savoir à titre indicatif :

- Le choix judicieux de l'emplacement des zones d'installation de chantier et des routes d'accès qui doit porter sur des zones le plus loin possible des secteurs sensibles et d'habitations.
- Le stockage des produits dangereux doit être soumis à des mesures rigoureuses et particulièrement précises afin de réduire au minimum les risques pour l'environnement.
- Il est nécessaire de réserver et d'aménager des espaces spécifiques pour l'entretien, le ravitaillement et le nettoyage des véhicules utilisés, afin de réduire les risques de contamination et de détérioration de la condition des eaux.
- Il sera surveillé l'utilisation d'engins respectant les normes de bruit, ainsi que le réglage des moteurs des engins, afin de réduire la production de fumées, de gaz ou d'odeurs désagréables, etc. Une évacuation régulière vers un site de traitement ; la collecte et l'évacuation régulière des déchets provenant de la construction.
- L'indemnisation des propriétaires fonciers, de bâtiments détruits au titre des expropriations pour cause d'utilité publique.
- Le reboisement dans le cadre d'un plan des aménagements paysagers pour compenser le déboisement qui doit être strictement et uniquement limité aux emprises nécessaires au projet en particulier aux niveaux des carrefour et les zones en remblais et en déblais
- L'utilisation des carrières abandonnées pour le dépôt des matériaux excédentaires et les carrières existantes plutôt que des nouveaux sites.
- La mise en place d'une signalisation claire des chantiers et pistes d'accès. Plusieurs passages très sensibles (hauts risques d'accidents) méritent une signalisation appropriée,
- L'optimisation autant que possible des dérangements des autres services .

XIII.4.2 Mesures en phase exploitation

Les principales mesures de compensation et d'atténuation en phase d'exploitation portent sur les points suivants :

Suivi de la remise en état des principales zones de dépôt des chantiers et des bases de vie.

- Maintien des véhicules dans la zone de circulation afin d'éviter tout déversement en dehors de celle-ci.
- Prévention de l'infiltration de substances polluantes par l'étanchéification des accotements et des réseaux d'assainissement.

- Entretien des plantations (terre-plein central, talus, etc.)
- Limiter et contrôler les vitesses des poids lourds afin de réduire les risques de pollution chronique des oueds (même si l'Oued Boukmouri est déjà pollué) et de pollution accidentelle (déversement de produits dangereux sur la chaussée).
- Elaborer et mettre en œuvre un programme de suivi de la qualité d'air et des niveaux de bruit sur des tronçons sensibles.
- Procéder au contrôle régulier des clôtures de bordures de route afin d'interdire l'accès à tout bétail itinérant (moutons, chèvres, …) ou bêtes sauvages qui vivent à proximité (les cochons, les loups…) et disposer des lieux de passage dans quelques tronçons.

XIII.5 Conclusion

La réalisation de n'importe quel projet routier engendre des effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de construction et durant son exploitation mais ces effets sont minimes par rapport aux avantages que cette route va offrir.

L'objectif de notre étude est de réduire au minimum les conséquences néfastes sur l'environnement de la région, en garantissant un suivi constant de cet impact pendant les années à venir, lorsque le trafic automobile sera plus élevé, ce qui entraînera une pollution plus grave et dangereuse.

Devis quantitatif estimatif

CHAPITRE XIV Devis quantitatif et estimatif

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Prix Total (DA)
1. Opérations préliminaires				
Installation du chantier	Forfait	3% (2+3+4)	/	84 259 082
			Total partiel 1	84 259 082
2. Travaux de préparation				
Préparation du terrain	M2	326400	1200	391 680 000
			Total partiel 2	391 680 000
3. Terrassements				
Décapage de terre végétale sur 20 cm	M2	97671,8	150	14650770
Mise en place des remblais	M3	330652,3	1200	396782760
Extraction des déblais	M3	66520,2	1000	66520200
F.M.O d'une couche de Forme. (60 cm TUF)	M3	151674	2500	379185000
			Total partiel 3	477 953 730
4. Construction de corps de chaussée				
Couche de fondation (30 cm GNT)	M3	77010	3000	231030000
Couche de base en (20 cm GB) 2,3 t/m3	T	88209,6	7000	617467200
Couche de revêtement en (6 cm BB) 2,4 t/m3	T	26928	8500	228888000
Couche d'imprégnation 1.3 kg/m2	T	246,636	1200	295963,2

Matériaux de berme en (Mélange grave et terrain végétale)	M3	6800	600	4080000
Couche d'accrochage 0.45 kg/m2	T	85,374	1200	102448,8
			Total partiel 4	1 939 002 342
5. Assainissement				
Fossés trapézoïdaux en béton (b=50 cm, h=50 cm , ép=10cm)	ML	20400	500	10200000
Buse Φ 1500 y compris Tête de buse	ML	128,16	20000	2563200
Buse Φ 1200 y compris Tête de buse	ML	32,04	12000	384480
Buse Φ 1000 y compris Tête de buse	ML	288,36	10000	2883600
Dalots (2*2) en béton armé dosé 350 kg/m3	M3	32,04	50000	1602000
Dalots (3*2) en béton armé dosé 350 kg/m3	M3	64,08	65000	4165200
Dalots (2*1,5) en béton armé dosé 350 kg/m3	M3	64,08	45000	2883600
			Total partiel 5	24 682 080
6. Signalisation et équipements				
Ligne continué (délimitant les chaussées et le TPC)	ML	20400	250	5100000
Ligne discontinué(T1)	ML	38755,596	250	9688899
Ligne discontinue (T3)	ML	19377,98	250	4844495
Pose de séparateur en béton (DBA)	ML	20400	6500	132600000
Panneau type A	U	14	800	11200
Panneau type B	U	2	800	1600
Panneau type C	U	8	800	6400

Panneau type H	U	3	800	2400
			Total partiel 6	152 254 994
7. Ouvrage d'art				
Ouvrage d'art	M2	2076,48	250000	519 120 000
8 . Echangeur				
Echangeur	/	/		800 000 000
			Total partiel 8	800 000 000
8. Environnement et paysage				
Impact sur l'environnement	Forfait	3% (2+3+4)	/	84 259 082
			Total partiel 8	84 259 082
9. Contrôle				
Contrôle (Bureau d'Etudes et Laboratoire)	Forfait	2% (2+3+4)		56 172 721
			Total partiel 9	56 172 721
			Total HT	4 010 264 031,76
			TVA 19 %	761 950 166,03
			TOTAL TTC	4 772 214 197,79

On a estimé que le projet va couter à peu près : **Quatre milliards sept cent soixante-douze millions deux cent quatorze mille cent quatre-vingt-dix-sept Dinars Algérien avec toutes taxes comprises.**

Conclusion générale

Notre projet est une étude en APD d'un tronçon de 10.2 Km de la Dédoublement de RN127 reliant la wilaya de TISSEMSILTE - à l'autoroute Nord-Sud du PK 58+800 au PK 69+000 avec la conception d'un échangeur qui relie notre route avec l'autoroute Nord-Sud.

Pour la partie technique, 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.

Par ailleurs, nous avons mis à profit l'élaboration de notre PFE pour acquérir et apprendre à utiliser les logiciels de conception routière notamment COVADIS et AUTOCAD et AUTOPISTE ainsi que la maitrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Au final, Cette étude est très enrichissante à tous points de vue, nous permis d'améliorer et d'approfondir les connaissances théoriques, et de toucher une multitude de branches du domaine des travaux publics, qu'un bon ingénieur doit connaitre, donc d'intégrer au monde professionnel.

Bibliographie

- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.1975.
- ICTAAL : INSTRUCTION SUR LES CONDITIONS TECHNIQUES D'AMÉNAGEMENT DES AUTOROUTES DE LIAISON 2000
- ICTAAL ECHANGEUR
- Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves. Ministère des Travaux Publics / « CTTP ». 2001.
- Guide des terrassements routiers GTR. SETRA – 1994.
- Cours Enstp 1ère et 2ème année de route de Mr Mahrez.
- Cours Enstp 2ème année de géotechnique routière Mr HAMADI KAMEL
- Cours Enstp 2ème année d'hydraulique de Mr LEFKIR
- Manuel de projet de route de Mr GOUMETRE AHMED & Mme KALLI FATIMA
- Thèses de route des années passées
- Signalisation routière
- Site web : wikipedia.com

Logiciels utilisés :

- Autocad 2020
- ALIZE LCPC
- COVADIS 17

ANNEXE 1: Axe En Plan

Nom du dessin Dédoublement RN 127
Nom de l'axe Projet pfe - Axe RN127
Table associée B40 80Km
Date du listing 09/06/2024 à 18:16:26

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	125.63gr	207,197	58+800.000	466850,373	3966582,934
Clothoïde 1	Paramètre	268,330	120,002	59+007.197	467041,007	3966501,759
Arc 1	Rayon	600.000 m	50,518	59+127.198	467152,871	3966458,470
	Centre X	467331.652 m				
	Centre Y	3967031.215 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-268,330	120,002	59+177.717	467201,671	3966445,463
Droite 2	Gisement	107.54gr	475,132	59+297.718	467320,242	3966427,337
Clothoïde 3	Paramètre	-451,264	169,699	59+772.850	467792,049	3966371,230
Arc 2	Rayon	-1200.000 m	59,561	59+942.550	467960,005	3966347,230
	Centre X	467734.467 m				
	Centre Y	3965168.615 m				
Clothoïde 4	Paramètre	451,264	169,699	60+002.111	468018,203	3966334,589
Droite 3	Gisement	119.70gr	381,608	60+171.810	468180,980	3966286,749
Clothoïde 5	Paramètre	-197,970	97,980	60+553.419	468544,467	3966170,549
Arc 3	Rayon	-400.000 m	138,646	60+651.399	468636,438	3966136,952
	Centre X	468469.002 m				
	Centre Y	3965773.682 m				
Clothoïde 6	Paramètre	197,970	97,980	60+790.045	468749,889	3966058,467
Droite 4	Gisement	157.36gr	224,646	60+888.025	468813,760	3965984,253
Arc 4	Rayon	-1500.000 m	134,334	61+112.672	468953,230	3965808,144
	Centre X	467777.325 m				
	Centre Y	3964876.883 m				
Droite 5	Gisement	163.06gr	133,005	61+247.006	469031,806	3965699,243
Clothoïde 7	Paramètre	162,450	105,560	61+380.011	469104,725	3965588,009
Arc 5	Rayon	250.000 m	5,192	61+485.571	469168,532	3965504,179
	Centre X	469344.249 m				
	Centre Y	3965682.010 m				
Clothoïde 8	Paramètre	-162,450	105,560	61+490.763	469172,263	3965500,568
Droite 6	Gisement	134.86gr	165,890	61+596.323	469258,136	3965439,538
Clothoïde 9	Paramètre	166,670	99,210	61+762.213	469399,775	3965353,179
Arc 6	Rayon	280.000 m	327,313	61+861.423	469487,260	3965306,685
	Centre X	469588.608 m				
	Centre Y	3965567.699 m				
Clothoïde 10	Paramètre	-166,670	99,210	62+188.736	469789,196	3965372,341
Droite 7	Gisement	37.88gr	184,507	62+287.947	469849,473	3965450,967
Clothoïde 11	Paramètre	-162,450	105,560	62+472.453	469952,895	3965603,763
Arc 7	Rayon	-250.000 m	133,273	62+578.013	470017,934	3965686,641
	Centre X	470191.005 m				

	Centre Y	3965506.234 m				
Clothoïde 12	Paramètre	162,450	105,560	62+711.286	470133,631	3965749,562
Droite 8	Gisement	98.70gr	113,447	62+816.846	470238,549	3965759,113
Clothoïde 13	Paramètre	169,420	95,677	62+930.293	470351,972	3965761,431
Arc 8	Rayon	300.000 m	8,660	63+025.970	470447,283	3965768,457
	Centre X	470393.604 m				
	Centre Y	3966063.615 m				
Clothoïde 14	Paramètre	-169,420	95,677	63+034.630	470455,780	3965770,129
Droite 9	Gisement	76.56gr	348,371	63+130.308	470546,644	3965799,746
Clothoïde 15	Paramètre	-210,630	98,589	63+478.679	470871,663	3965925,146
Arc 9	Rayon	-450.000 m	302,554	63+577.268	470964,827	3965957,236
	Centre X	471079.941 m				
	Centre Y	3965522.209 m				
Clothoïde 16	Paramètre	210,630	98,589	63+879.821	471260,823	3965934,255
Droite 10	Gisement	133.31gr	680,838	63+978.410	471347,918	3965888,169
Clothoïde 17	Paramètre	162,450	105,560	64+659.249	471937,677	3965547,985
Arc 10	Rayon	250.000 m	117,941	64+764.809	472032,409	3965501,891
	Centre X	472109.169 m				
	Centre Y	3965739.815 m				
Clothoïde 18	Paramètre	-162,450	105,560	64+882.750	472148,921	3965492,996
Droite 11	Gisement	76.39gr	1240,986	64+988.310	472249,552	3965524,175
Arc 11	Rayon	-9000.000 m	309,807	66+229.296	473406,196	3965973,867
	Centre X	476667.492 m				
	Centre Y	3957585.545 m				
Droite 12	Gisement	78.59gr	775,004	66+539.103	473696,822	3966081,139
Arc 12	Rayon	4000.000 m	585,887	67+314.107	474428,391	3966336,948
	Centre X	473108.093 m				
	Centre Y	3970112.768 m				
Droite 13	Gisement	69.26gr	175,417	67+899.994	474965,329	3966570,074
Clothoïde 19	Paramètre	-316,660	129,385	68+075.412	475120,692	3966651,522
Arc 13	Rayon	-775.000 m	334,691	68+204.797	475236,876	3966708,368
	Centre X	475538.232 m				
	Centre Y	3965994.359 m				
Clothoïde 20	Paramètre	316,660	129,385	68+539.488	475563,399	3966768,950
Droite 14	Gisement	107.38gr	341,053	68+668.873	475692,243	3966757,566
				69+009.926	476031,005	3966718,108
Longueur totale de l'axe 10209.926 mètre(s)						

ANNEXE2 : Profil En Long Projet

Nom du dessin	Dédoublement RN127.dwg
Nom de l'axe	Projet pfe – Axe RN127
Table associée	B40 80Km
Date du listing	09/06/2024 à 18 :17 :07

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-1.50 %	233,624	58+800.000	694,982
Parabole 1	Rayon	-50000.000 m	366,181	59+033.624	691,476
	Sommet Absc.	58+283.314 m			
	Sommet Alt.	697.106 m			
Pente 2	Pente	-2.23 %	173,894	59+399.805	684,640
Parabole 2	Rayon	9000.000 m	248,487	59+573.699	680,757
	Sommet Absc.	59+774.668 m			
	Sommet Alt.	678.514 m			
Pente 3	Pente	0.53 %	11,990	59+822.187	678,639
Parabole 3	Rayon	-10000.000 m	141,050	59+834.177	678,702
	Sommet Absc.	59+886.976 m			
	Sommet Alt.	678.842 m			
Pente 4	Pente	-0.88 %	898,524	59+975.227	678,452
Parabole 4	Rayon	7000.000 m	97,665	60+873.751	670,523
	Sommet Absc.	60+935.527 m			
	Sommet Alt.	670.250 m			
Pente 5	Pente	0.51 %	183,779	60+971.416	670,342
Parabole 5	Rayon	-7000.000 m	103,941	61+155.195	671,284
	Sommet Absc.	61+191.084 m			
	Sommet Alt.	671.376 m			
Pente 6	Pente	-0.97 %	527,529	61+259.137	671,046
Parabole 6	Rayon	10000.000 m	279,753	61+786.666	665,917
	Sommet Absc.	61+883.884 m			
	Sommet Alt.	665.444 m			
Pente 7	Pente	1.83 %	389,442	62+066.419	667,110
Parabole 7	Rayon	-8000.000 m	208,948	62+455.860	674,219
	Sommet Absc.	62+601.888 m			
	Sommet Alt.	675.552 m			
Pente 8	Pente	-0.79 %	486,069	62+664.808	675,304
Parabole 8	Rayon	-20000.000 m	247,044	63+150.877	671,481
	Sommet Absc.	62+993.578 m			
	Sommet Alt.	672.100 m			
Pente 9	Pente	-2.02 %	521,227	63+397.921	668,013
Parabole 9	Rayon	9000.000 m	123,946	63+919.149	657,475
	Sommet Absc.	64+101.103 m			
	Sommet Alt.	655.636 m			
Pente 10	Pente	-0.64 %	372,036	64+043.095	655,823
Parabole 10	Rayon	-6000.000 m	129,932	64+415.131	653,425
	Sommet Absc.	64+376.459 m			
	Sommet Alt.	653.549 m			
Pente 11	Pente	-2.81 %	181,290	64+545.063	651,180
Parabole 11	Rayon	6000.000 m	198,475	64+726.353	646,086
	Sommet Absc.	64+894.958 m			

	Sommet Alt.	643.717 m			
Pente 12	Pente	0.50 %	209,434	64+924.829	643,791
Parabole 12	Rayon	-9000.000 m	202,389	65+134.262	644,834
	Sommet Absc.	65+179.068 m			
	Sommet Alt.	644.946 m			
Pente 13	Pente	-1.75 %	245,027	65+336.651	643,566
Parabole 13	Rayon	15000.000 m	187,361	65+581.678	639,276
	Sommet Absc.	65+844.316 m			
	Sommet Alt.	636.976 m			
Pente 14	Pente	-0.50 %	1186,641	65+769.039	637,165
Parabole 14	Rayon	-100000.000 m	1,268	66+955.681	631,210
	Sommet Absc.	66+453.839 m			
	Sommet Alt.	632.470 m			
Pente 15	Pente	-0.50 %	1175,681	66+956.949	631,204
Parabole 15	Rayon	100000.000 m	7,620	68+132.630	625,289
	Sommet Absc.	68+635.740 m			
	Sommet Alt.	624.023 m			
Pente 16	Pente	-0.50 %	869,676	68+140.250	625,251
				69+009.926	620,942
Longueur totale de l'axe 10209.926 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 10210.614 mètre(s)					

ANNEXE 3 : Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Nom du dessin Dédoublement RN127.dwg
Nom de l'axe Projet pfe – Axe RN127
Table associée B40 80Km
Date du listing 09/06/2024 à 18:10:40

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	58+800.000	12,500	10,68	0,17	133,5	2,1	133,5	2,1
P02	58+825.000	25,000	7,76	0,47	194,0	11,8	327,5	13,9
P03	58+850.000	25,000	4,42	1,01	110,4	25,3	437,9	39,2
P04	58+875.000	25,000	2,20	2,68	54,9	67,1	492,9	106,4
P05	58+900.000	25,000	0,48	7,08	12,0	176,9	504,9	283,3
P06	58+925.000	25,000	0,23	12,52	5,7	313,0	510,6	596,2
P07	58+950.000	25,000	0,00	15,45	0,0	386,3	510,6	982,5
P08	58+975.000	25,000	0,00	17,33	0,0	433,1	510,6	1415,7
P09	58+1000.000	16,098	0,00	25,32	0,0	407,7	510,6	1823,3
P10	59+007.197	12,500	0,00	25,55	0,0	319,4	510,6	2142,7
P11	59+025.000	21,402	0,00	27,63	0,0	591,3	510,6	2734,0
P12	59+050.000	25,000	0,00	35,08	0,0	877,1	510,6	3611,1
P13	59+075.000	25,000	0,00	45,27	0,0	1131,9	510,6	4743,0
P14	59+100.000	25,000	0,00	57,16	0,0	1428,9	510,6	6171,9
P15	59+125.000	13,599	0,00	70,21	0,0	955,6	510,6	7127,4
P16	59+127.198	12,500	0,00	71,53	0,0	894,9	510,6	8022,4
P17	59+150.000	23,901	0,00	84,12	0,0	2012,5	510,6	10034,9
P18	59+175.000	13,858	0,00	97,53	0,0	1353,5	510,6	11388,3
P19	59+177.717	12,500	0,00	98,41	0,0	1231,8	510,6	12620,2
P20	59+200.000	23,642	0,00	109,73	0,0	2597,3	510,6	15217,5
P21	59+225.000	25,000	0,00	122,38	0,0	3061,6	510,6	18279,1
P22	59+250.000	25,000	0,00	120,25	0,0	3006,6	510,6	21285,7
P23	59+275.000	23,859	0,00	105,42	0,0	2514,7	510,6	23800,4
P24	59+297.718	12,500	0,00	90,50	0,0	1131,2	510,6	24931,6
P25	59+300.000	13,641	0,00	87,82	0,0	1198,0	510,6	26129,6
P26	59+325.000	25,000	0,00	78,68	0,0	1966,9	510,6	28096,4
P27	59+350.000	25,000	0,00	70,31	0,0	1757,7	510,6	29854,1
P28	59+375.000	25,000	0,00	62,19	0,0	1554,7	510,6	31408,8
P29	59+400.000	25,000	0,00	49,36	0,0	1234,0	510,6	32642,8
P30	59+425.000	25,000	0,00	44,28	0,0	1107,1	510,6	33749,9
P31	59+450.000	25,000	0,00	41,84	0,0	1046,1	510,6	34795,9
P32	59+475.000	25,000	0,00	33,81	0,0	845,2	510,6	35641,2
P33	59+500.000	25,000	0,00	26,92	0,0	673,0	510,6	36314,2
P34	59+525.000	25,000	0,00	20,51	0,0	512,8	510,6	36827,0
P35	59+550.000	25,000	0,00	17,85	0,0	446,3	510,6	37273,3
P36	59+575.000	25,000	0,94	16,12	23,5	403,0	534,1	37676,3
P37	59+600.000	25,000	0,00	31,29	0,0	782,3	534,1	38458,6
P38	59+625.000	25,000	0,00	49,77	0,0	1244,2	534,1	39702,8
P39	59+650.000	25,000	0,00	121,99	0,0	3049,8	534,1	42752,6
P40	59+675.000	25,000	0,00	167,47	0,0	4186,7	534,1	46939,3

P41	59+700.000	25,000	0,00	124,01	0,0	3100,4	534,1	50039,6
P42	59+725.000	25,000	0,00	105,06	0,0	2626,6	534,1	52666,2
P43	59+750.000	23,925	0,00	93,84	0,0	2245,2	534,1	54911,5
P44	59+772.850	12,500	0,00	68,58	0,0	857,2	534,1	55768,7
P45	59+775.000	13,575	0,00	61,49	0,0	834,5	534,1	56603,2
P46	59+800.000	25,000	6,35	8,87	158,9	221,7	693,0	56824,9
P47	59+825.000	25,000	11,46	1,35	287,2	33,6	980,2	56858,5
P48	59+850.000	25,000	18,85	0,71	472,7	17,7	1452,9	56876,2
P49	59+875.000	25,000	32,00	0,12	801,3	3,0	2254,2	56879,2
P50	59+900.000	25,000	30,06	0,13	751,2	3,4	3005,4	56882,6
P51	59+925.000	21,275	26,56	0,14	564,8	3,0	3570,2	56885,6
P52	59+942.550	12,500	22,73	0,14	284,2	1,8	3854,4	56887,3
P53	59+950.000	16,225	21,17	0,14	343,7	2,3	4198,1	56889,6
P54	59+975.000	25,000	15,96	0,13	398,1	3,3	4596,2	56893,0
P55	60+000.000	13,555	7,76	0,14	104,8	1,9	4701,1	56894,9
P56	60+002.111	12,500	7,39	0,14	92,1	1,7	4793,2	56896,6
P57	60+025.000	23,945	4,53	0,32	108,3	7,7	4901,4	56904,3
P58	60+050.000	25,000	2,33	1,10	58,2	27,4	4959,6	56931,7
P59	60+075.000	25,000	1,29	2,43	32,3	60,8	4991,9	56992,5
P60	60+100.000	25,000	1,15	3,16	28,8	79,0	5020,7	57071,5
P61	60+125.000	25,000	1,24	3,84	30,9	96,0	5051,6	57167,5
P62	60+150.000	23,405	1,56	2,93	36,4	68,7	5088,0	57236,1
P63	60+171.810	12,500	1,52	4,95	19,0	61,8	5107,0	57297,9
P64	60+175.000	14,095	1,52	4,97	21,4	70,1	5128,4	57368,0
P65	60+200.000	25,000	2,57	5,66	64,1	141,5	5192,5	57509,5
P66	60+225.000	25,000	4,27	4,44	106,7	110,9	5299,2	57620,5
P67	60+250.000	25,000	6,40	2,47	160,1	61,8	5459,3	57682,3
P68	60+275.000	25,000	10,56	0,26	264,1	6,4	5723,4	57688,7
P69	60+300.000	25,000	16,48	0,13	411,9	3,4	6135,4	57692,1
P70	60+325.000	25,000	12,88	0,14	322,1	3,4	6457,5	57695,5
P71	60+350.000	25,000	5,44	0,86	135,9	21,5	6593,4	57717,0
P72	60+375.000	25,000	3,44	2,29	86,1	57,1	6679,4	57774,1
P73	60+400.000	25,000	5,92	0,57	148,0	14,3	6827,4	57788,4
P74	60+425.000	25,000	6,65	1,47	166,3	36,7	6993,7	57825,1
P75	60+450.000	25,000	9,53	1,57	238,2	39,3	7231,9	57864,4
P76	60+475.000	25,000	8,85	0,47	221,4	11,7	7453,3	57876,1
P77	60+500.000	25,000	8,99	1,68	224,9	42,1	7678,2	57918,2
P78	60+525.000	25,000	14,74	0,14	368,5	3,6	8046,7	57921,8
P79	60+550.000	14,209	18,41	0,51	261,6	7,3	8308,4	57929,1
P80	60+553.419	12,500	20,37	0,54	254,4	6,8	8562,8	57935,9
P81	60+575.000	23,291	19,19	0,57	445,5	13,3	9008,3	57949,2
P82	60+600.000	25,000	15,92	0,50	395,0	12,7	9403,2	57961,9
P83	60+625.000	25,000	7,84	2,32	192,3	58,6	9595,5	58020,6
P84	60+650.000	13,199	11,05	0,97	143,2	13,1	9738,7	58033,6
P85	60+651.399	12,500	11,34	1,12	139,0	14,3	9877,7	58047,9
P86	60+675.000	24,301	13,88	0,80	331,8	19,8	10209,5	58067,7
P87	60+700.000	25,000	15,43	0,44	381,2	11,2	10590,7	58079,0
P88	60+725.000	25,000	16,86	0,44	418,1	11,2	11008,8	58090,2
P89	60+750.000	25,000	14,92	0,13	372,5	3,2	11381,3	58093,4
P90	60+775.000	20,023	22,12	0,12	446,6	2,4	11827,9	58095,8
P91	60+790.045	12,500	14,47	0,18	181,0	2,2	12008,9	58098,0

P92	60+800.000	17,477	12,88	0,22	224,9	3,8	12233,8	58101,8
P93	60+825.000	25,000	3,01	0,29	75,7	7,3	12309,5	58109,2
P94	60+850.000	25,000	0,00	13,81	0,0	345,3	12309,5	58454,5
P95	60+875.000	19,013	0,00	22,79	0,0	433,3	12309,5	58887,8
P96	60+888.025	12,500	0,00	31,58	0,0	394,8	12309,5	59282,6
P97	60+900.000	18,487	0,00	28,68	0,0	530,3	12309,5	59812,9
P98	60+925.000	25,000	0,00	44,76	0,0	1119,1	12309,5	60931,9
P99	60+950.000	25,000	0,00	47,73	0,0	1193,1	12309,5	62125,1
P100	60+975.000	25,000	0,00	43,47	0,0	1086,8	12309,5	63211,9
P101	61+000.000	25,000	0,00	30,65	0,0	766,2	12309,5	63978,1
P102	61+025.000	25,000	0,00	25,33	0,0	633,1	12309,5	64611,2
P103	61+050.000	25,000	0,00	31,49	0,0	787,3	12309,5	65398,5
P104	61+075.000	25,000	3,71	17,29	92,7	432,1	12402,2	65830,6
P105	61+100.000	18,836	4,08	22,91	76,8	431,5	12479,0	66262,1
P106	61+112.672	12,500	4,16	23,56	52,2	293,9	12531,2	66556,0
P107	61+125.000	18,664	4,72	24,00	88,8	446,0	12620,0	67002,1
P108	61+150.000	25,000	7,27	19,01	183,2	472,8	12803,1	67474,9
P109	61+175.000	25,000	16,12	4,83	405,7	119,9	13208,8	67594,8
P110	61+200.000	25,000	31,79	0,14	796,4	3,5	14005,2	67598,2
P111	61+225.000	25,000	31,37	0,13	786,2	3,2	14791,4	67601,4
P112	61+250.000	25,000	21,80	0,12	546,0	3,0	15337,5	67604,5
P113	61+275.000	25,000	15,06	1,87	376,5	46,7	15714,0	67651,1
P114	61+300.000	25,000	13,62	5,68	340,4	141,9	16054,4	67793,0
P115	61+325.000	25,000	12,40	12,02	310,1	300,4	16364,5	68093,4
P116	61+350.000	25,000	12,88	11,02	322,1	275,6	16686,6	68368,9
P117	61+375.000	15,005	11,56	13,02	173,5	195,4	16860,1	68564,3
P118	61+380.011	12,500	11,21	13,92	139,9	174,2	17000,0	68738,5
P119	61+400.000	22,495	9,20	18,80	205,4	425,2	17205,4	69163,7
P120	61+425.000	25,000	6,62	21,57	162,7	545,5	17368,1	69709,2
P121	61+450.000	25,000	13,36	4,36	327,6	111,4	17695,6	69820,7
P122	61+475.000	17,785	24,80	0,14	437,8	2,4	18133,5	69823,1
P123	61+485.571	7,881	26,15	0,14	204,8	1,1	18338,2	69824,2
P124	61+490.763	7,215	26,16	0,14	187,5	1,0	18525,8	69825,2
P125	61+500.000	17,119	26,25	0,14	446,6	2,4	18972,4	69827,6
P126	61+525.000	25,000	24,37	0,14	605,0	3,4	19577,4	69831,0
P127	61+550.000	25,000	17,26	0,12	428,3	3,0	20005,7	69834,0
P128	61+575.000	23,161	11,51	5,63	264,7	131,0	20270,4	69965,0
P129	61+596.323	12,500	9,77	14,03	122,0	175,6	20392,3	70140,6
P130	61+600.000	14,339	9,21	15,15	132,0	217,2	20524,4	70357,8
P131	61+625.000	25,000	7,29	22,42	182,3	560,5	20706,7	70918,3
P132	61+650.000	25,000	4,95	28,28	123,8	707,0	20830,5	71625,3
P133	61+675.000	25,000	6,99	31,48	174,8	787,0	21005,3	72412,3
P134	61+700.000	25,000	13,57	2,60	339,3	65,0	21344,6	72477,4
P135	61+725.000	25,000	23,53	0,13	588,3	3,2	21933,0	72480,6
P136	61+750.000	18,606	10,53	0,45	195,9	8,4	22128,9	72489,0
P137	61+762.213	12,500	6,79	1,40	84,9	17,5	22213,7	72506,4
P138	61+775.000	18,894	4,52	4,20	85,6	79,1	22299,4	72585,5
P139	61+800.000	25,000	0,52	22,41	13,2	557,9	22312,5	73143,4
P140	61+825.000	25,000	0,00	40,95	0,0	1020,6	22312,5	74164,0
P141	61+850.000	18,212	0,00	53,34	0,0	965,6	22312,5	75129,6
P142	61+861.423	12,500	0,00	63,26	0,0	786,4	22312,5	75916,0

P143	61+875.000	19,288	0,00	74,03	0,0	1421,1	22312,5	77337,1
P144	61+900.000	25,000	0,00	98,82	0,0	2461,4	22312,5	79798,5
P145	61+925.000	25,000	0,00	125,07	0,0	3130,8	22312,5	82929,3
P146	61+950.000	25,000	0,00	138,85	0,0	3482,4	22312,5	86411,7
P147	61+975.000	25,000	0,00	149,20	0,0	3735,6	22312,5	90147,3
P148	62+000.000	25,000	0,00	169,20	0,0	4238,8	22312,5	94386,1
P149	62+025.000	25,000	0,00	135,63	0,0	3397,4	22312,5	97783,5
P150	62+050.000	25,000	0,00	96,91	0,0	2423,1	22312,5	100206,6
P151	62+075.000	25,000	0,00	85,91	0,0	2164,1	22312,5	102370,7
P152	62+100.000	25,000	0,00	118,73	0,0	2981,8	22312,5	105352,5
P153	62+125.000	25,000	0,00	110,63	0,0	2774,4	22312,5	108126,9
P154	62+150.000	25,000	0,00	78,29	0,0	1962,7	22312,5	110089,6
P155	62+175.000	19,368	0,00	40,44	0,0	788,6	22312,5	110878,3
P156	62+188.736	12,500	11,07	11,42	133,2	147,0	22445,8	111025,3
P157	62+200.000	18,132	53,25	1,11	947,1	20,8	23392,9	111046,0
P158	62+225.000	25,000	79,64	0,14	1968,9	3,4	25361,9	111049,5
P159	62+250.000	25,000	74,04	0,14	1838,2	3,4	27200,0	111052,9
P160	62+275.000	18,973	68,17	0,14	1290,5	2,7	28490,5	111055,6
P161	62+287.947	12,500	79,08	0,14	988,2	1,8	29478,7	111057,4
P162	62+300.000	18,527	90,38	0,13	1674,5	2,5	31153,2	111059,8
P163	62+325.000	25,000	88,88	0,13	2222,1	3,3	33375,3	111063,1
P164	62+350.000	25,000	41,69	0,16	1042,2	4,1	34417,5	111067,2
P165	62+375.000	25,000	11,81	3,93	295,1	98,3	34712,7	111165,6
P166	62+400.000	25,000	3,15	5,69	78,9	142,3	34791,5	111307,9
P167	62+425.000	25,000	4,66	8,85	116,5	221,3	34908,0	111529,2
P168	62+450.000	23,727	9,23	11,25	219,0	266,9	35127,0	111796,1
P169	62+472.453	12,500	7,88	15,37	98,5	192,1	35225,5	111988,2
P170	62+475.000	13,773	7,93	14,82	109,6	203,8	35335,2	112192,1
P171	62+500.000	25,000	10,26	6,30	259,8	156,5	35594,9	112348,5
P172	62+525.000	25,000	19,40	0,17	494,7	4,3	36089,7	112352,8
P173	62+550.000	25,000	40,04	0,13	1013,9	3,2	37103,5	112356,0
P174	62+575.000	14,007	56,34	0,13	795,6	1,8	37899,2	112357,8
P175	62+578.013	12,500	59,28	0,13	747,2	1,6	38646,4	112359,4
P176	62+600.000	23,493	68,05	0,14	1605,2	3,2	40251,6	112362,6
P177	62+625.000	22,171	47,87	0,14	1071,5	3,0	41323,1	112365,6
P178	62+644.342	12,500	5,26	5,51	69,1	67,1	41392,2	112432,7
P179	62+650.000	15,329	1,34	13,92	21,8	210,2	41414,0	112642,9
P180	62+675.000	25,000	0,00	47,55	0,0	1180,3	41414,0	113823,1
P181	62+700.000	18,143	0,00	38,77	0,0	696,7	41414,0	114519,9
P182	62+711.286	12,500	0,00	30,43	0,0	375,3	41414,0	114895,2
P183	62+725.000	19,357	0,50	19,06	10,2	363,8	41424,2	115259,0
P184	62+750.000	25,000	4,09	4,73	105,3	116,3	41529,5	115375,2
P185	62+775.000	25,000	3,93	3,28	100,0	81,2	41629,5	115456,4
P186	62+800.000	20,923	8,27	6,85	174,6	142,7	41804,1	115599,1
P187	62+816.846	12,500	14,36	9,34	179,7	116,7	41983,8	115715,8
P188	62+825.000	16,577	15,83	10,63	262,4	176,3	42246,2	115892,1
P189	62+850.000	25,000	14,44	10,08	360,9	252,0	42607,1	116144,1
P190	62+875.000	25,000	20,69	4,71	517,2	117,6	43124,3	116261,7
P191	62+900.000	25,000	26,61	1,36	665,1	34,0	43789,5	116295,7
P192	62+925.000	15,147	18,91	1,78	286,5	27,0	44076,0	116322,7
P193	62+930.293	12,500	16,71	2,84	208,7	35,5	44284,7	116358,2

P194	62+950.000	22,353	6,09	3,57	135,3	80,2	44419,9	116438,4
P195	62+975.000	25,000	3,29	22,60	80,9	569,9	44500,9	117008,3
P196	62+1000.000	25,000	0,61	24,80	14,8	628,8	44515,7	117637,1
P197	63+025.000	12,985	4,81	13,18	60,3	175,2	44576,0	117812,3
P198	63+025.970	4,815	4,75	13,32	22,1	65,8	44598,1	117878,0
P199	63+034.630	12,015	4,10	15,77	47,4	193,4	44645,4	118071,5
P200	63+050.000	20,185	2,96	17,26	57,6	353,7	44703,1	118425,2
P201	63+075.000	25,000	1,45	32,42	35,2	817,5	44738,2	119242,6
P202	63+100.000	25,000	0,64	38,48	15,9	965,5	44754,1	120208,1
P203	63+125.000	15,154	0,35	38,67	5,2	586,7	44759,3	120794,8
P204	63+130.308	12,500	0,00	42,17	0,0	527,2	44759,3	121322,0
P205	63+150.000	22,346	0,19	50,39	4,2	1126,1	44763,6	122448,1
P206	63+175.000	25,000	0,30	34,75	7,6	868,8	44771,2	123316,9
P207	63+200.000	25,000	0,18	40,53	4,6	1013,3	44775,8	124330,2
P208	63+225.000	25,000	0,52	29,35	13,1	733,8	44788,9	125064,0
P209	63+250.000	25,000	1,11	29,96	27,8	749,0	44816,7	125813,0
P210	63+275.000	25,000	2,49	21,55	62,3	538,8	44879,0	126351,8
P211	63+300.000	25,000	2,56	23,50	63,9	587,6	44942,9	126939,4
P212	63+325.000	25,000	3,31	16,43	82,8	410,8	45025,7	127350,2
P213	63+350.000	25,000	6,13	26,17	153,1	654,2	45178,9	128004,4
P214	63+375.000	25,000	12,64	7,87	316,1	196,7	45495,0	128201,1
P215	63+400.000	25,000	19,61	0,64	490,3	16,1	45985,3	128217,2
P216	63+425.000	25,000	26,40	0,15	660,1	3,8	46645,4	128221,0
P217	63+450.000	25,000	24,14	0,13	603,6	3,3	47249,0	128224,3
P218	63+475.000	14,339	15,19	0,15	217,8	2,2	47466,8	128226,5
P219	63+478.679	12,500	12,11	0,50	151,5	6,3	47618,4	128232,8
P220	63+500.000	23,161	4,51	11,76	105,1	271,7	47723,5	128504,5
P221	63+525.000	25,000	2,56	16,69	65,0	415,2	47788,5	128919,6
P222	63+550.000	25,000	1,89	13,32	48,4	330,6	47836,9	129250,2
P223	63+575.000	13,634	15,75	1,15	219,1	15,3	48056,0	129265,6
P224	63+577.268	12,500	15,05	1,06	192,3	13,0	48248,2	129278,5
P225	63+600.000	23,866	6,37	4,27	156,3	100,5	48404,6	129379,1
P226	63+625.000	25,000	8,12	8,53	208,6	210,5	48613,1	129589,6
P227	63+650.000	25,000	10,13	5,56	259,7	136,6	48872,8	129726,2
P228	63+675.000	25,000	16,07	1,44	410,0	35,3	49282,9	129761,5
P229	63+700.000	25,000	14,03	2,51	358,3	61,5	49641,1	129823,0
P230	63+725.000	25,000	11,00	5,59	281,4	137,7	49922,5	129960,7
P231	63+750.000	25,000	2,32	14,44	58,9	356,1	49981,4	130316,8
P232	63+775.000	25,000	16,72	1,00	427,3	24,4	50408,7	130341,2
P233	63+800.000	25,000	33,86	0,14	856,1	3,5	51264,8	130344,6
P234	63+825.000	25,000	46,11	0,14	1160,1	3,5	52424,9	130348,2
P235	63+850.000	25,000	51,25	0,13	1286,8	3,2	53711,7	130351,3
P236	63+875.000	14,911	39,41	0,13	588,6	2,0	54300,3	130353,3
P237	63+879.821	12,500	35,44	0,14	443,6	1,7	54743,9	130355,0
P238	63+900.000	22,589	19,70	0,14	445,4	3,2	55189,3	130358,3
P239	63+925.000	25,000	6,88	0,14	172,1	3,6	55361,4	130361,8
P240	63+950.000	25,000	0,69	7,04	17,1	176,1	55378,5	130537,9
P241	63+975.000	14,205	0,00	14,88	0,0	211,3	55378,5	130749,3
P242	63+978.410	12,500	0,00	16,22	0,0	202,7	55378,5	130952,0
P243	64+000.000	23,295	0,00	25,94	0,0	604,2	55378,5	131556,2
P244	64+025.000	25,000	0,00	38,80	0,0	969,9	55378,5	132526,0

P245	64+050.000	25,000	0,00	54,61	0,0	1365,3	55378,5	133891,3
P246	64+075.000	25,000	0,00	64,92	0,0	1623,0	55378,5	135514,3
P247	64+100.000	25,000	0,00	66,19	0,0	1654,8	55378,5	137169,1
P248	64+125.000	25,000	0,00	49,09	0,0	1227,2	55378,5	138396,3
P249	64+150.000	25,000	0,00	29,59	0,0	739,7	55378,5	139136,1
P250	64+175.000	25,000	0,66	19,20	16,5	480,0	55395,0	139616,1
P251	64+200.000	25,000	7,60	8,09	190,0	202,2	55585,0	139818,3
P252	64+225.000	25,000	10,48	10,18	262,0	254,6	55847,0	140072,9
P253	64+250.000	25,000	17,72	6,14	442,9	153,4	56289,9	140226,3
P254	64+275.000	25,000	11,37	2,58	284,3	64,6	56574,2	140290,9
P255	64+300.000	25,000	5,61	14,90	140,3	372,6	56714,5	140663,5
P256	64+325.000	25,000	10,35	7,33	258,8	183,3	56973,3	140846,8
P257	64+350.000	25,000	0,89	21,18	22,3	529,4	56995,6	141376,1
P258	64+375.000	25,000	0,00	38,85	0,0	971,4	56995,6	142347,5
P259	64+400.000	25,000	0,77	27,04	19,3	676,0	57014,9	143023,5
P260	64+425.000	25,000	0,00	29,98	0,0	749,5	57014,9	143773,0
P261	64+450.000	25,000	3,85	20,55	96,2	513,7	57111,0	144286,7
P262	64+475.000	25,000	15,48	8,55	387,0	213,8	57498,1	144500,5
P263	64+500.000	25,000	32,43	2,60	810,8	64,9	58308,9	144565,5
P264	64+525.000	25,000	39,15	4,79	978,8	119,8	59287,7	144685,3
P265	64+550.000	25,000	26,74	7,11	668,6	177,7	59956,3	144863,0
P266	64+575.000	25,000	17,75	13,69	443,8	342,1	60400,2	145205,1
P267	64+600.000	25,000	7,71	14,68	192,8	366,9	60592,9	145572,0
P268	64+625.000	25,000	4,66	11,19	116,5	279,8	60709,5	145851,9
P269	64+650.000	17,124	18,37	0,53	314,6	9,0	61024,1	145860,9
P270	64+659.249	12,500	30,02	0,07	375,5	0,9	61399,6	145861,8
P271	64+675.000	20,376	49,59	0,07	1014,8	1,5	62414,4	145863,3
P272	64+700.000	25,000	59,93	0,04	1510,0	1,0	63924,4	145864,3
P273	64+725.000	25,000	42,59	0,07	1075,1	1,6	64999,6	145865,9
P274	64+750.000	19,904	30,78	0,27	624,6	5,2	65624,1	145871,1
P275	64+764.809	12,500	17,42	1,39	221,4	16,6	65845,5	145887,7
P276	64+775.000	17,596	7,90	4,27	138,7	75,3	65984,2	145963,0
P277	64+800.000	25,000	1,09	16,69	27,0	398,7	66011,2	146361,7
P278	64+825.000	25,000	0,01	40,44	0,1	1027,4	66011,3	147389,1
P279	64+850.000	25,000	0,00	30,54	0,0	786,7	66011,3	148175,8
P280	64+875.000	16,375	0,13	21,76	2,0	361,0	66013,4	148536,7
P281	64+882.750	12,500	0,12	24,40	1,4	308,6	66014,8	148845,4
P282	64+900.000	21,125	0,00	27,72	0,0	592,5	66014,8	149437,9
P283	64+925.000	25,000	0,00	36,01	0,0	906,4	66014,8	150344,3
P284	64+950.000	25,000	0,00	45,11	0,0	1131,8	66014,8	151476,1
P285	64+975.000	19,155	0,00	53,01	0,0	1017,0	66014,8	152493,1
P286	64+988.310	12,500	0,00	53,39	0,0	667,5	66014,8	153160,6
P287	65+000.000	18,345	0,00	54,92	0,0	1007,5	66014,8	154168,1
P288	65+025.000	25,000	0,00	56,05	0,0	1401,2	66014,8	155569,3
P289	65+050.000	25,000	0,00	53,71	0,0	1342,8	66014,8	156912,1
P290	65+075.000	25,000	0,00	50,56	0,0	1263,9	66014,8	158176,0
P291	65+100.000	25,000	0,00	49,31	0,0	1232,8	66014,8	159408,8
P292	65+125.000	25,000	0,00	53,89	0,0	1347,2	66014,8	160756,1
P293	65+150.000	25,000	0,00	64,69	0,0	1617,2	66014,8	162373,3
P294	65+175.000	25,000	0,00	77,16	0,0	1929,0	66014,8	164302,3
P295	65+200.000	25,000	0,00	81,96	0,0	2048,9	66014,8	166351,2

P296	65+225.000	25,000	0,00	84,56	0,0	2114,1	66014,8	168465,3
P297	65+250.000	25,000	0,00	70,08	0,0	1751,9	66014,8	170217,2
P298	65+275.000	25,000	0,00	51,56	0,0	1289,1	66014,8	171506,3
P299	65+300.000	25,000	0,00	46,07	0,0	1151,7	66014,8	172658,0
P300	65+325.000	25,000	0,00	34,73	0,0	868,3	66014,8	173526,3
P301	65+350.000	25,000	0,00	21,46	0,0	536,4	66014,8	174062,7
P302	65+375.000	25,000	0,11	13,41	2,8	335,1	66017,5	174397,8
P303	65+400.000	25,000	0,00	13,77	0,0	344,2	66017,5	174742,0
P304	65+425.000	25,000	0,00	20,49	0,0	512,4	66017,5	175254,4
P305	65+450.000	25,000	0,00	24,70	0,0	617,5	66017,5	175871,9
P306	65+475.000	25,000	0,00	24,51	0,0	612,7	66017,5	176484,6
P307	65+500.000	25,000	0,00	28,09	0,0	702,3	66017,5	177186,9
P308	65+525.000	25,000	0,00	31,96	0,0	799,0	66017,5	177985,9
P309	65+550.000	25,000	0,00	34,60	0,0	864,9	66017,5	178850,8
P310	65+575.000	25,000	0,00	34,11	0,0	852,9	66017,5	179703,7
P311	65+600.000	25,000	0,00	34,46	0,0	861,4	66017,5	180565,1
P312	65+625.000	25,000	0,00	40,06	0,0	1001,4	66017,5	181566,5
P313	65+650.000	25,000	0,00	48,48	0,0	1212,1	66017,5	182778,6
P314	65+675.000	25,000	0,00	51,31	0,0	1282,7	66017,5	184061,3
P315	65+700.000	25,000	0,00	55,26	0,0	1381,5	66017,5	185442,8
P316	65+725.000	25,000	0,00	59,14	0,0	1478,6	66017,5	186921,4
P317	65+750.000	25,000	0,00	61,70	0,0	1542,5	66017,5	188463,8
P318	65+775.000	25,000	0,00	63,55	0,0	1588,8	66017,5	190052,6
P319	65+800.000	25,000	0,00	64,21	0,0	1605,3	66017,5	191657,9
P320	65+825.000	25,000	0,00	63,88	0,0	1597,1	66017,5	193255,0
P321	65+850.000	25,000	0,00	64,40	0,0	1610,1	66017,5	194865,1
P322	65+875.000	25,000	0,00	56,45	0,0	1411,2	66017,5	196276,3
P323	65+900.000	25,000	0,00	56,47	0,0	1411,9	66017,5	197688,2
P324	65+925.000	25,000	0,00	53,18	0,0	1329,5	66017,5	199017,7
P325	65+950.000	25,000	0,00	50,69	0,0	1267,3	66017,5	200285,0
P326	65+975.000	25,000	0,00	48,17	0,0	1204,2	66017,5	201489,2
P327	66+000.000	25,000	0,00	49,71	0,0	1242,7	66017,5	202731,9
P328	66+025.000	25,000	0,00	46,10	0,0	1152,5	66017,5	203884,4
P329	66+050.000	25,000	0,00	48,18	0,0	1204,4	66017,5	205088,8
P330	66+075.000	25,000	0,00	46,50	0,0	1162,6	66017,5	206251,4
P331	66+100.000	25,000	0,00	48,45	0,0	1211,3	66017,5	207462,7
P332	66+125.000	25,000	0,00	50,81	0,0	1270,2	66017,5	208732,9
P333	66+150.000	25,000	0,00	48,83	0,0	1220,7	66017,5	209953,6
P334	66+175.000	25,000	0,00	46,16	0,0	1154,1	66017,5	211107,7
P335	66+200.000	25,000	0,00	41,22	0,0	1030,5	66017,5	212138,1
P336	66+225.000	14,648	0,00	40,34	0,0	590,8	66017,5	212729,0
P337	66+229.296	12,500	0,00	39,64	0,0	495,4	66017,5	213224,4
P338	66+250.000	22,852	0,00	36,87	0,0	842,4	66017,5	214066,8
P339	66+275.000	25,000	0,00	33,09	0,0	826,9	66017,5	214893,7
P340	66+300.000	25,000	0,00	32,61	0,0	815,1	66017,5	215708,8
P341	66+325.000	25,000	0,00	28,72	0,0	717,9	66017,5	216426,7
P342	66+350.000	25,000	0,00	24,41	0,0	610,0	66017,5	217036,7
P343	66+375.000	25,000	0,22	23,64	5,6	590,9	66023,1	217627,6
P344	66+400.000	25,000	0,00	20,85	0,0	521,0	66023,1	218148,7
P345	66+425.000	25,000	0,00	18,84	0,0	470,8	66023,1	218619,5
P346	66+450.000	25,000	0,33	16,03	8,3	400,5	66031,5	219020,0

P347	66+475.000	25,000	0,61	10,72	15,4	267,8	66046,8	219287,8
P348	66+500.000	25,000	0,76	9,68	19,0	241,8	66065,9	219529,6
P349	66+525.000	19,552	0,45	7,12	8,8	139,2	66074,7	219668,8
P350	66+539.103	12,500	0,98	7,22	12,3	90,2	66087,0	219759,0
P351	66+550.000	17,948	1,22	7,80	21,8	140,0	66108,8	219899,0
P352	66+575.000	25,000	1,33	9,98	33,2	249,5	66142,0	220148,5
P353	66+600.000	25,000	1,07	10,77	26,7	269,2	66168,6	220417,8
P354	66+625.000	25,000	0,55	19,49	13,8	487,1	66182,4	220904,9
P355	66+650.000	25,000	0,00	22,17	0,0	554,2	66182,4	221459,1
P356	66+675.000	25,000	0,00	26,53	0,0	663,2	66182,4	222122,3
P357	66+700.000	25,000	0,00	30,22	0,0	755,4	66182,4	222877,7
P358	66+725.000	25,000	0,00	36,12	0,0	903,0	66182,4	223780,7
P359	66+750.000	25,000	0,00	39,39	0,0	984,8	66182,4	224765,5
P360	66+775.000	25,000	0,00	39,58	0,0	989,5	66182,4	225755,0
P361	66+800.000	25,000	0,00	40,44	0,0	1011,0	66182,4	226766,0
P362	66+825.000	25,000	0,00	41,28	0,0	1031,9	66182,4	227797,9
P363	66+850.000	25,000	0,00	41,13	0,0	1028,3	66182,4	228826,2
P364	66+875.000	25,000	0,00	43,34	0,0	1083,4	66182,4	229909,6
P365	66+900.000	25,000	0,00	43,55	0,0	1088,7	66182,4	230998,3
P366	66+925.000	25,000	0,00	38,27	0,0	956,7	66182,4	231955,0
P367	66+950.000	25,000	0,00	42,82	0,0	1070,6	66182,4	233025,6
P368	66+975.000	25,000	0,00	44,51	0,0	1112,8	66182,4	234138,4
P369	66+1000.000	25,000	0,00	42,04	0,0	1051,1	66182,4	235189,5
P370	67+025.000	25,000	0,00	41,04	0,0	1026,0	66182,4	236215,5
P371	67+050.000	25,000	0,00	39,47	0,0	986,8	66182,4	237202,2
P372	67+075.000	25,000	0,00	39,30	0,0	982,5	66182,4	238184,7
P373	67+100.000	25,000	0,00	43,85	0,0	1096,2	66182,4	239280,9
P374	67+125.000	25,000	0,00	44,59	0,0	1114,7	66182,4	240395,6
P375	67+150.000	25,000	0,00	42,11	0,0	1052,8	66182,4	241448,4
P376	67+175.000	25,000	0,00	44,13	0,0	1103,1	66182,4	242551,5
P377	67+200.000	25,000	0,00	54,93	0,0	1373,2	66182,4	243924,7
P378	67+225.000	25,000	0,00	60,17	0,0	1504,2	66182,4	245428,9
P379	67+250.000	25,000	0,00	58,26	0,0	1456,6	66182,4	246885,5
P380	67+275.000	25,000	0,00	58,19	0,0	1454,9	66182,4	248340,4
P381	67+300.000	19,554	0,00	56,79	0,0	1110,5	66182,4	249450,8
P382	67+314.107	12,500	0,00	59,67	0,0	745,9	66182,4	250196,7
P383	67+325.000	17,946	0,00	61,47	0,0	1103,2	66182,4	251300,0
P384	67+350.000	25,000	0,00	64,86	0,0	1621,6	66182,4	252921,6
P385	67+375.000	25,000	0,00	68,38	0,0	1709,7	66182,4	254631,3
P386	67+400.000	25,000	0,00	71,82	0,0	1795,7	66182,4	256426,9
P387	67+425.000	25,000	0,00	69,02	0,0	1725,6	66182,4	258152,6
P388	67+450.000	25,000	0,00	69,51	0,0	1738,0	66182,4	259890,6
P389	67+475.000	25,000	0,00	73,82	0,0	1845,9	66182,4	261736,5
P390	67+500.000	25,000	0,00	80,17	0,0	2004,6	66182,4	263741,1
P391	67+525.000	25,000	0,00	84,26	0,0	2106,9	66182,4	265847,9
P392	67+550.000	25,000	0,00	84,13	0,0	2103,5	66182,4	267951,4
P393	67+575.000	25,000	0,00	83,22	0,0	2080,6	66182,4	270032,0
P394	67+600.000	25,000	0,00	81,35	0,0	2033,5	66182,4	272065,5
P395	67+625.000	25,000	0,00	75,98	0,0	1899,1	66182,4	273964,6
P396	67+650.000	25,000	0,00	68,29	0,0	1707,1	66182,4	275671,7
P397	67+675.000	25,000	0,00	64,52	0,0	1612,9	66182,4	277284,6

P398	67+700.000	25,000	0,00	62,28	0,0	1557,0	66182,4	278841,5
P399	67+725.000	25,000	0,00	58,90	0,0	1472,4	66182,4	280313,9
P400	67+750.000	25,000	0,00	58,83	0,0	1470,9	66182,4	281784,8
P401	67+775.000	25,000	0,00	57,60	0,0	1440,0	66182,4	283224,9
P402	67+800.000	25,000	0,00	59,12	0,0	1478,0	66182,4	284702,8
P403	67+825.000	25,000	0,00	59,09	0,0	1477,2	66182,4	286180,1
P404	67+850.000	25,000	0,00	59,71	0,0	1492,8	66182,4	287672,9
P405	67+875.000	24,997	0,00	60,98	0,0	1524,5	66182,4	289197,4
P406	67+899.994	12,500	0,00	62,11	0,0	776,4	66182,4	289973,8
P407	67+900.000	12,503	0,00	62,11	0,0	776,5	66182,4	290750,4
P408	67+925.000	25,000	0,00	60,36	0,0	1508,9	66182,4	292259,3
P409	67+950.000	25,000	0,00	59,23	0,0	1480,7	66182,4	293740,0
P410	67+975.000	25,000	0,00	58,98	0,0	1474,6	66182,4	295214,5
P411	67+1000.000	25,000	0,00	58,58	0,0	1464,4	66182,4	296678,9
P412	68+025.000	25,000	0,00	56,68	0,0	1417,0	66182,4	298096,0
P413	68+050.000	25,000	0,00	56,25	0,0	1406,3	66182,4	299502,3
P414	68+075.000	12,706	0,00	55,96	0,0	711,0	66182,4	300213,3
P415	68+075.412	12,500	0,00	55,95	0,0	699,4	66182,4	300912,7
P416	68+100.000	24,794	0,00	55,73	0,0	1381,8	66182,4	302294,5
P417	68+125.000	25,000	0,00	55,26	0,0	1381,3	66182,4	303675,9
P418	68+150.000	25,000	0,00	55,36	0,0	1383,7	66182,4	305059,6
P419	68+175.000	25,000	0,00	53,18	0,0	1329,5	66182,4	306389,0
P420	68+200.000	14,899	0,00	53,14	0,0	791,7	66182,4	307180,8
P421	68+204.797	12,500	0,00	53,06	0,0	663,2	66182,4	307844,0
P422	68+225.000	22,601	0,00	52,89	0,0	1195,7	66182,4	309039,7
P423	68+250.000	25,000	0,00	52,66	0,0	1317,4	66182,4	310357,1
P424	68+275.000	25,000	0,00	48,26	0,0	1208,0	66182,4	311565,1
P425	68+300.000	25,000	0,00	43,99	0,0	1100,0	66182,4	312665,1
P426	68+325.000	25,000	0,00	47,03	0,0	1176,0	66182,4	313841,1
P427	68+350.000	25,000	0,00	48,54	0,0	1211,4	66182,4	315052,5
P428	68+375.000	25,000	0,00	53,34	0,0	1330,0	66182,4	316382,5
P429	68+400.000	25,000	0,00	56,87	0,0	1415,5	66182,4	317798,1
P430	68+425.000	25,000	0,00	124,06	0,0	3061,2	66182,4	320859,3
P431	68+450.000	25,000	0,00	453,98	0,0	11303,3	66182,4	332162,6
P432	68+475.000	25,000	0,00	552,18	0,0	13811,3	66182,4	345973,9
P433	68+500.000	25,000	0,00	507,31	0,0	12685,9	66182,4	358659,8
P434	68+525.000	19,744	0,00	290,10	0,0	5784,7	66182,4	364444,5
P435	68+539.488	12,500	0,00	170,33	0,0	2161,8	66182,4	366606,4
P436	68+550.000	17,756	0,00	119,56	0,0	2152,6	66182,4	368759,0
P437	68+575.000	25,000	0,00	47,70	0,0	1199,3	66182,4	369958,3
P438	68+600.000	25,000	0,00	23,60	0,0	590,1	66182,4	370548,4
P439	68+625.000	25,000	0,00	25,50	0,0	637,7	66182,4	371186,2
P440	68+650.000	21,937	0,00	24,22	0,0	531,5	66182,4	371717,6
P441	68+668.873	12,500	0,00	21,29	0,0	266,1	66182,4	371983,7
P442	68+675.000	15,563	0,00	20,87	0,0	324,8	66182,4	372308,5
P443	68+700.000	25,000	0,00	20,73	0,0	518,2	66182,4	372826,7
P444	68+725.000	25,000	0,28	16,73	6,9	418,3	66189,4	373245,0
P445	68+750.000	25,000	0,00	17,93	0,0	448,3	66189,4	373693,2
P446	68+775.000	25,000	0,00	38,74	0,0	968,4	66189,4	374661,6
P447	68+800.000	25,000	0,00	41,02	0,0	1025,5	66189,4	375687,2
P448	68+825.000	25,000	0,24	20,54	6,1	513,5	66195,5	376200,7

P449	68+850.000	25,000	1,06	9,62	26,5	240,4	66222,0	376441,1
P450	68+875.000	25,000	10,90	5,68	272,5	142,1	66494,5	376583,2
P451	68+900.000	25,000	0,00	18,12	0,0	452,9	66494,5	377036,1
P452	68+925.000	25,000	0,00	64,51	0,0	1612,7	66494,5	378648,8
P453	68+950.000	25,000	0,13	11,46	3,2	286,6	66497,7	378935,4
P454	68+975.000	25,000	0,48	5,18	11,9	129,6	66509,6	379065,0
P455	69+000.000	17,463	0,37	19,79	6,5	345,6	66516,1	379410,6
P456	69+009.926	4,963	0,80	10,06	4,0	49,9	66520,1	379460,5