République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العمومية
فرنســيس جانســون
Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics
National School of Built and Ground Works Engineering
Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

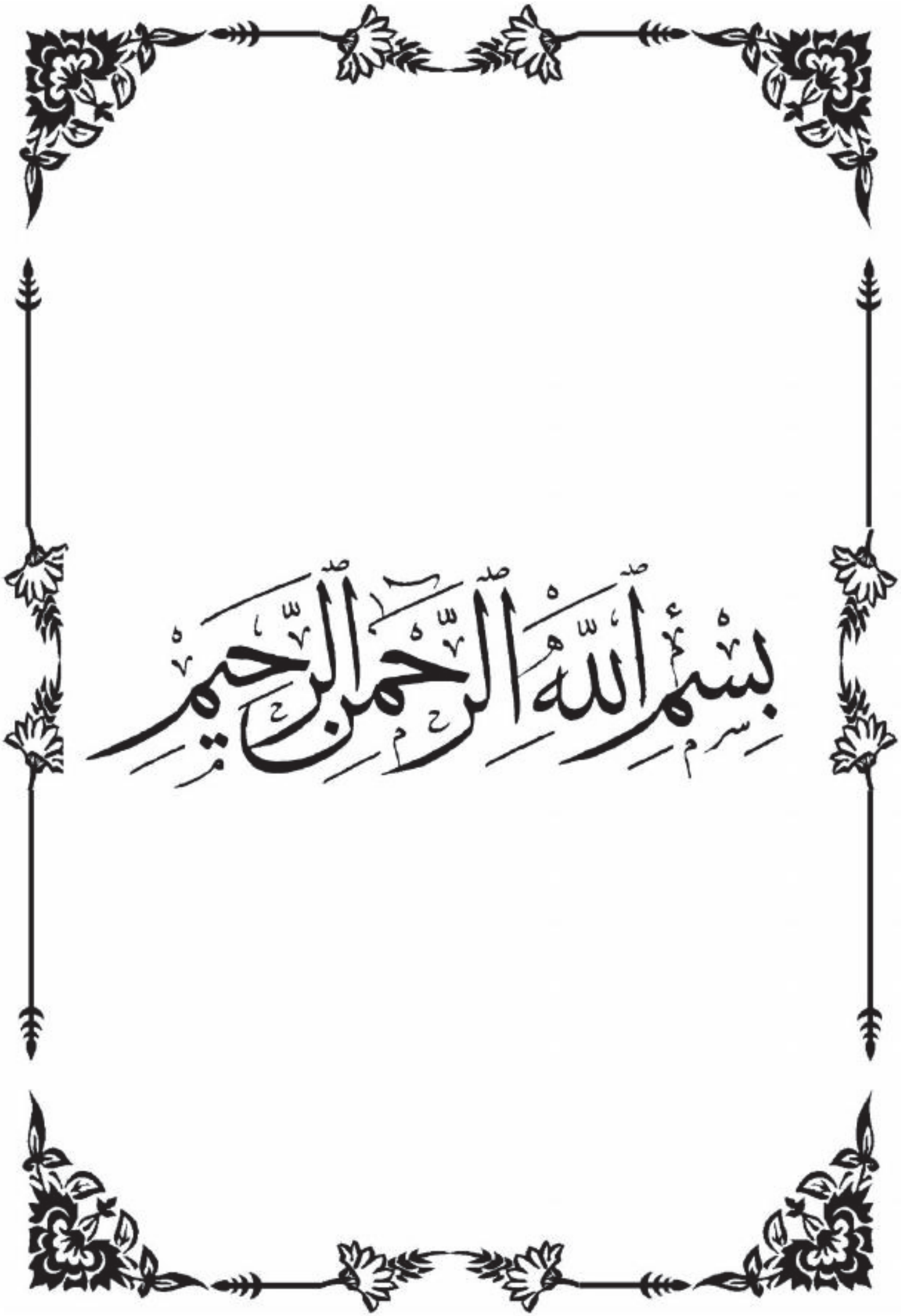
Etude d'avant-projet détaillé de la liaison autoroutière 4e rocade M'Sila sur 10 km avec conception d'un échangeur au PK0+000

Présenté par :
Ghellab Hamza

Encadré par :
Mr Hambli Faysal

Promotion 2023/2024

© ENSTP-FJ - Garidi – Vieux Kouba


بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص

يتكون مشروع نهاية الدراسات من إجراء دراسة التصميم الأولية الموجزة ودراسة التصميم الأولية التفصيلية لقسم من آلطريق السريع في ولاية المسيلة.
الهدف هو تصميم طريق سريع جديد مزود بمسلك للطوارئ ومحمية مركزية تربط ولاية المسيلة بالطريق الدائري الرابع على مسافة 100 كلم مرورا بالطريق الدائري للهضاب العليا. ويمتد القسم المعني من النقطة الكلمترية 0+000 إلى 10+000، مع تصميم تقاطع عند النقطة الكلمترية 0+000 وإنشاء جسر عند النقطة الكلمترية 2+000.
في هذا الملخص، سنقدم لمحة موجزة عن الفصول المختلفة التي تشكل مشروع الدراسة النهائية هذا. بدأ المشروع بتحليل حركة المرور على الطرق واستقراءها على مدى 20 عامًا، وذلك من أجل تحديد أبعاد هيكل رصف الطريق المخطط له. بعد ذلك، قمنا بتنفيذ التخطيط الهندسي للمحور في المخطط باستخدام برنامج كوفاديس، مع احترام معايير التخطيط، وانتهى الأمر بتطوير المقطع الطولي والملف العرضي.
وبعد هذه الخطوات قمنا بتنفيذ تقرير جيوتقني للتعرف على خصائص التربة الداعمة، بالإضافة إلى دراسة الصرف الصحي والصرف الصحي للطريق.
وبعد ذلك، قمنا باختيار نوع التبادل وتخطيط عملية الإشارة. وأخيراً اختتمنا بدراسة الأثر البيئي وتقدير تقديري وكمي.
الكلمات المفتاحية: المرور ، دراسة جيوتقنية، دراسة هندسية، الإشارات، المسيلة، التقاطع، ط و 60.

Résumé :

Le projet de fin d'études consiste à effectuer l'étude d'avant-projet sommaire (APS) et l'étude d'avant-projet détaillé (APD) pour une section de la pénétrante de M'sila. L'objectif est de concevoir une nouvelle route autoroutière, dotée d'une bande d'arrêt d'urgence et d'un terre-plein central, reliant la wilaya de M'Sila à la 4ème rocade sur une distance de 100 km, en passant par la rocade des Hauts Plateaux. La section concernée s'étend du PK 0+000 au PK 10+000, avec la conception d'un échangeur au PK 0+000 et la réalisation d'un ouvrage d'art au PK 2+000.

Dans ce résumé, nous présenterons un bref aperçu des différents chapitres constituant ce projet de fin d'études. Le projet a débuté par l'analyse du trafic routier et son extrapolation sur 20 ans, afin de dimensionner la structure de la chaussée de la route projetée. Ensuite, nous avons effectué le tracé géométrique de l'axe en plan à l'aide du logiciel COVADIS, en respectant les normes de tracé, et finalisé par l'élaboration du profil en long et du profil en travers.

Après ces étapes, nous avons réalisé un rapport géotechnique pour identifier les caractéristiques du sol de support, ainsi qu'une étude d'assainissement et de drainage de la route. Par la suite, nous avons sélectionné le type d'échangeur et planifié la signalisation. Enfin, nous avons conclu avec une étude d'impact sur l'environnement et un devis estimatif et quantitatif.

Mots clé : APD, Trafic,étude géotechnique,étude géometrique,signalisation, Msila, échangeur, RN60.

Abstract

The end-of-studies project consists of carrying out the the summary preliminary project study (APS) and the detailed preliminary design study (APD) for a section of the M'sila penetrant. The objective is to design a new motorway road, equipped with an emergency lane and a central reservation, connecting the wilaya of M'Sila to the 4th ring road over a distance of 100 km, in passing through the high plateaus road. The section concerned extends from PK 0+000 to PK 10+000, with the design of an interchange at PK 0+000 and the construction of a structure at PK 2+000.

In this summary, we will present a brief overview of the different chapters constituting this final study project. The project began with the analysis of road traffic and its extrapolation over 20 years, in order to dimension the structure of the pavement of the planned road. Then, we carried out the geometric layout of the axis in plan using the COVADIS software, respecting the layout standards, and finalized by the development of the longitudinal profile and the cross profile.

After these steps, we carried out a geotechnical report to identify the characteristics of the supporting soil, as well as a sanitation and drainage study of the road. Subsequently, we selected the type of interchange and planned the signaling. Finally, we concluded with an environmental impact study and an estimated and quantitative estimate.

Keywords: APD, Traffic, geotechnical study, geometric study, signaling, Msila, interchange, RN60.

Sommaire:

I.Contents

I.1 La 4eme rocade autoroutière : 2
I.2 La route nationale 60 : 2
I.3 Présentation des variantes : 4
I.3.1 Variante 1 4
I.3.2 Variante 2 5
I.3.3 Comparaison des variantes 5
I.4 Conclusion 6
II. ETUDE DU TRAFIC 9
II.1 Introduction 9
II.2 Capacité des voies 9
II.3 La procédure de détermination de nombre de voies 9
II.4 Application au projet 11
III. ETUDE GEOMETRIQUE 15
III.1 Tracé en plan 15
III.1.1 Introduction 15
III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan 15
III.1.3 Les éléments de tracé en plan 15
III.1.4 Enchainement des éléments du tracé en plan 17
III.1.5 Exemple de calcul manuel de l'axe en plan 18
III.2 Profil en long 19
III.2.1 Introduction 19
III.2.2 Les caractéristiques de profil en long 19
III.2.3 Déclivités 20
III.2.4 Raccordement en profil en long 20
III.2.5 II.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long 20
III.2.6 II.4 Coordination du tracé en plan et du profil en long 21
III.2.7 II.5 Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long 21
III.2.8 II.6 Exemple de calcul manuel du profil en long 21
III.3 III. Profil en travers 23
III.3.1 III.1 Introduction 23
III.3.2 III.2 Type de profil en travers 23
III.3.3 III.2.1 Profil en travers type 23

III.3.4 III.2.2 Le profil en travers courant 23
III.3.5 Les éléments de profil en travers de notre projet 25
IV. ETUDE GEOTECHNIQUE 28
IV.1 I .Introduction 28
IV.1.1 I.1 Objectif de chapitre 28
IV.1.2 I.2 Les moyens de reconnaissance : 28
IV.1.3 I.3 La classification des matériaux : 28
IV.2 .Application sur le projet : 29
IV.2.1 Présentation des essais 31
IV.2.2 Résultats des essais 33
IV.3 Classification GTR : 39
IV.4 Gites a matériaux et carrières d'emprunt: 40
IV.5 Recommandations : 42
IV.5.1 Extraction des déblais : 42
IV.5.2 Pentes des talus : 42
IV.5.3 Stabilité des talus : 43
V. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE 50
V.1 Introduction 50
V.1.1 Méthode rationnelle 51
V.2 Conclusion : 61
VI. CUBATURES 63
VI.1 Introduction 63
VI.2 Les méthodes de calcul 63
VI.3 Description la méthode de la moyenne des aires 63
VI.4 Exemple d'application d'un calcul 64
VII. ASSAINISSEMENT 67
VII.1 Introduction 67
VII.2 Données climatologique 67
VII.3 Dimensionnement du réseau d'assainissement a projeté 68
VII.3.1 Estimation des débits de crue : 68
VII.4 Application pour notre projet 72
VII.4.1 Les caractéristiques physiques des bassins versants 72
VII.4.2 Calculs des débits 72
VII.4.3 Dimensionnement hydrauliques 74
Les caractéristiques des sous bassins versants concernés 82
VIII. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR 86

VIII.1 Introduction 86
VIII.2 Les Types d'échangeur 86
VIII.2.1 Echangeur majeur 86
VIII.2.2 Echangeur mineur 86
VIII.3 Choix du type de l'échangeur 87
VIII.3.1 Justification du choix de ce type d'échangeur 87
VIII.4 Caractéristiques géométriques des bretelles 87
VIII.4.1 Tracé en plan des bretelles 87
VIII.4.2 V.2 Profil en long des bretelles 88
VIII.4.3 V.3 Profil en travers des bretelles : 88
VIII.5 Raccordement avec l'autoroute 89
VIII.6 Visibilité 90
VIII.6.1 Visibilité sur une entrée d'autoroute 91
VIII.6.2 Visibilité sur une sortie d'autoroute 91
IX. OUVRAGES D'ART 93
IX.1 Introduction 93
IX.2 Présentations des ouvrages 93
IX.2.1 Ouvrage d'art 01 93
IX.2.2 Ouvrage d'art 02 93
X. SIGNALISATION 95
X.1 Introduction 95
X.2 Signalisation horizontale 95
X.2.1 Les lignes longitudinales : 95
X.2.2 II.2 Les lignes transversales 96
X.2.3 Autres marquages : 96
X.3 Signalisation verticale 98
X.3.1 Forme des panneaux : 98
XI. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRENNEMENT 102
XI.1 Introduction : 102
XI.2 Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement 102
XI.3 Impact des routes sur l'environnement 102
XI.4 Evaluation des impacts 103
XI.5 Sources d'impact : 103
XI.5.1 Identification et évaluation des impacts du projet 103
XI.5.2 Milieu physique 103

XI.5.3 Milieu naturel 104
XI.5.4 Milieux humain 104
XI.6 Solutions proposés concernant l'impact sur l'environnement : 105
XI.7 Conclusion 107
XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF 109
XIII. Conclusion Generale: 110
XIV. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 111
XV. ANNEXE : 113
XV.1 Axe en plan : 113
XV.2 Profil en long : 114
XV.3 Tabulations : 116
XV.4 Cubatures 127

Les mots abrégés

SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire

ICTAAL : Instruction Conditions Technique Aménagement

TJMA : Trafic Moyen Journalier Annuel

Teff : Trafic Effectif

TPC : terre-plein central

BAU : Bande d'Arrêt d'Urgence

BDG : Bande Dérasée Gauche

CBR : California-Bearing-Ratio

PL : poids lourds

TPL : Trafic Poids Lourds

BB : Béton bitumineux

GB : Grave Bitume

GNT : Grave Non Traité

TE : Trafic Equivalent

TCE : Trafic Cumulé Equivalent

RP1 : Réseau Principal 1

CAM : Coefficient d'Agressivité Moyen.

Liste des tableaux :

Tableau Ⅰ.1: Comparaison des 2 variantes 6
Tableau II.1 : Principale distance de visibilité(m) et valeur de la décélération moyenne(γ) ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau II.2 : Paramètres géométriques ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.1 : Coefficient d'équivalence « P » 10
Tableau III.2 : Valeur de K1 11
Tableau III.3 : Valeur de k2 11
Tableau IV.1 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (ICTAAL2000) 16
Tableau IV.2 : Les données de l'axe à calculer 18
TableauIV.3 : Valeurs limites des paramètres du profil en long (ICTAAL 2000) 19
TableauIV.4 : Caractéristiques géométriques du profil en travers ICTAAL 2000 25
TableauIV.5 : Composant d'un profil en travers 26
Tableau V.1: Présentation des essais in-situ 32
Tableau V.2: Présentation des essais au laboratoire 33
Tableau V.3: Puits de reconnaissance 33
Tableau V.4: Sandages carrotés 34
Tableau V.5: Classification RQD de l'échantillon 34
Tableau V.6: Interprétation des résultats 34
Tableau V.7: Tableau des essais pressiometriques 1 35
Tableau V.8: Tableau des essais pressiometriques 2 35
Tableau V.8: Tableau des sondages carrotés 36
Tableau V.9: résultats des sondages carottés 36
Tableau V.10: Interpretation des sondages carrotés 37
Tableau V.11: Tableau des résultats des puits a ciel ouvert 37
Tableau V.12: Tableau des résultats des puits a ciel ouvert 39
Tableau V.12: Tableau Récaptulatif 39
Tableau VI.1 : les données de calcul ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau VI.2 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC 61
Tableau VI.3 :Tableau comparatif entre les 2 méthodes ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau VIII.1 : caractéristiques physiques des bassins versants 72
Tableau VIII.2 : Surface des bassins versants et débits de crues 74
Tableau VIII.3 : Résultats de vérification des calculs de la buse 77
Tableau VIII.5 : Résultats de vérification des calculs du dalot 79
Tableau VIII.6 : Caractéristiques des canalisations circulaires 80
Tableau VIII.7 : Ouvrages hydroliques 81
Tableau VIII.8 : Caractéristiques des sous-bassins versants 82
Tableau VIII.9 : Les coefficients de ruissellement 83
Tableau VIII.10 : Le débit équivalent des bassins versants 84
Tableau IX.1 : valeurs limites des rayons du tracé en plan 88
Tableau XI.1 : Les caractéristiques des lignes de marquage longitudinales 96
Tableau XI.2 : Les caractéristiques des lignes discontinues 96
Tableau XII.1 : Unités polluantes 104

Liste des figures :

Figure Ⅰ.1 :Wilaya de Msila ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.2 : Limite administrative de la wilaya de Msila ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.3 : Distribution géographique de la wilaya de Msila ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.4: Terrain rocheux ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.5: Dunes de sable éolien ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.7 : Zone de pâturage 02 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.6 : Zone de pâturage 01 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.8 : Activité agricole ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.8 : La steppe ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.9 : Le réseau routier de la wilaya ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.10 : Schéma des zones sismiques en Algérie ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure Ⅰ.11 :Visuel du projet 2
Figure IV.1 : Géométrie de la clothoide 17
Figure IV.2 : Schéma illustratif d'un rayon 18
Figure IV.3 : Schéma illustratif d'un rayon 21
Figure IV.4 : Schéma illustratif du profil en travers 26
Figure V.1 : Schéma de classification des sols 29
Figure V.2: Image descriptive du terrain 30
Figure V.3: Image descriptive du terrain (2) 31
Figure V.4: Image descriptive du cours d'eau 31
Figure V.5: Carte de gites ..... **Error! Bookmark not defined.**
Figure VI.1 : Les éléments de chaussée 50
Figure VII.1 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné 64
Figure VII.2 :Schématisation des déblais et remblais sur le profil en long 64
Figure VIII.2 :Diagramme climatique 67
Figure VIII.3 :Courbe IDF 71
Figure VIII.4 :Schéma d'une buse 75
Figure VIII.5 :Schéma d'un dallot 78
Figure VIII.5 :géométrie du fossé 84
Figure IX.1: les types d'échangeurs 87
Tableau IX.2 : les valeurs limites des paramètres du profil en long 88
Figure IX.2: Dispositif d'entrée 89
Figure IX.3: Graphe de la longueur par rapport au rayon de courbe 89
Figure IX.4: Dispositif de sortie 90
Figure IX.5: valeur des rayons des boucles 90
Figure IX.6: Conception en plan de l'échangeur 91
Figure XI.1 : Les lignes longitudinales 96
Figure XI.2 : Bretelle de décélération 97
Figure XI.4 : Zébras de convergence autoroutière 97
Figure XI-5 : Zébras de divergence autoroutière 97
Figure XI.6 : Flèches de sélection 98
Figure XI.7 : Flèches de rabattement 98
Figure XII.1 :Conduite de gaz 105
Figure XII.2: ligne éléctrique moyenne tension 105

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

I.1 La 4eme rocade autoroutière :

La 4ème Rocade prendra naissance dans la wilaya de AïnDefla, à 3 km au Nord de l'échangeur de Khemis Miliana, où elle se raccordera à l'Autoroute Est/Ouest moyennant un nœud autoroutier.

Elle traversera les wilayas de Médéa, en passant au Sud de la ville de Berrouaghia (au niveau de la RN1), Bouira et M'Sila, en passant non loin des localités de Sour el Ghozlane et Sidi Aissa (au Sud de Dirah, au niveau de la RN8), et se terminera dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au niveau de l'Autoroute Est/Ouest.

I.2 La route nationale 60 :

La route nationale 60 est une route qui passe par plusieurs wilayas dont, 18 comune dont Msila, elle est raccordé a notre projet par un échangeur.

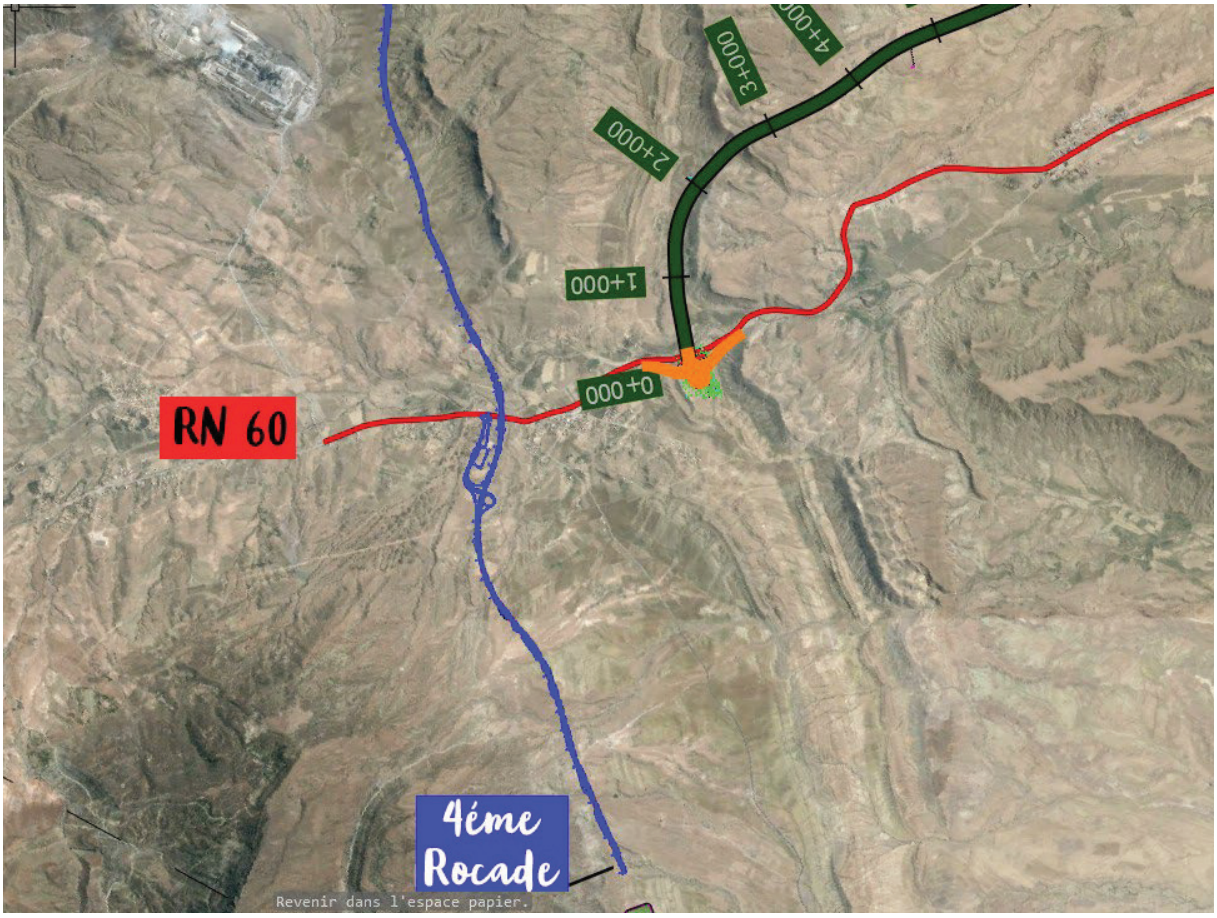


Figure I.1 :Plan synoptique de la Rn60 et de la 4-ème rocade

Description du projet :

Il s'agit de la réalisation d'une pénétrante autoroutière en tracé neuf qui reliera la wilaya de M'Sila à la 4ème rocade sur une distance de 100 km, en passant par la rocade des hauts plateaux et relié a celle-ci par un échangeur au niveau de leur intersection

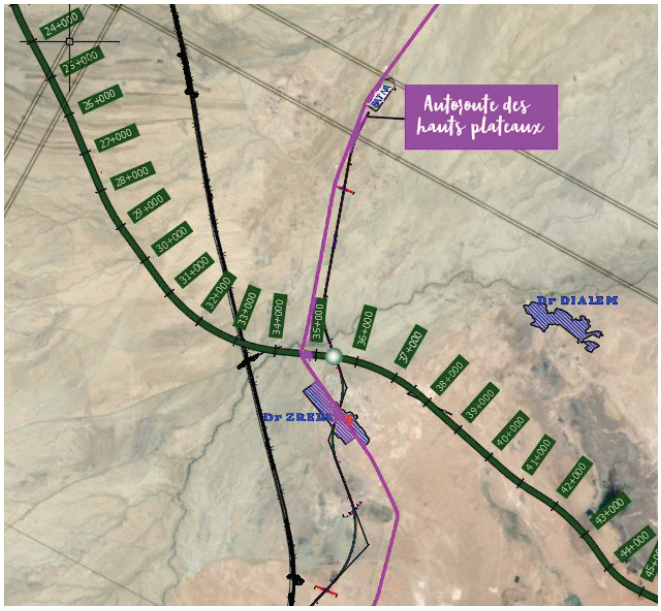


Figure I.2 :Plan synoptique de l'autoroutes des hauts plateaux

Le tracé se situe sur le côté ouest de la wilaya de M'sila, il prend son origine au niveau de la 4éme Rocade d'Alger, ou sera projeté un échangeur assurant la liaison avec l'Autoroute Est-Ouest.

Il s'étend sur un site vierge, vallonné pour les six premiers et les seize derniers kilomètres et sur un terrain plat pour le reste du tracé.

Plusieurs contraintes sont rencontré durant la réalisation, on site :

-la présence d'un nombre importants d'écoulements d'eaux

-Intersection avec une piste

-hautes présence de talus

-La présence d'un champ d'olivier :

-La présence d'une colline impossible a éviter, et qui va forcer l'implémentation d'un ouvrage d'art et un grand volume de terrassement.

Ce projet a été réalisé dans le but du développement agricole industrielle et urbain pour permettre aux humains de la région de mieux gérer et améliorer les activité quotidiennes.

Le tronçon étudié qui nous concerne commence du Pk 0+000 au Pk 10+000 avec conception d'un échangeur :

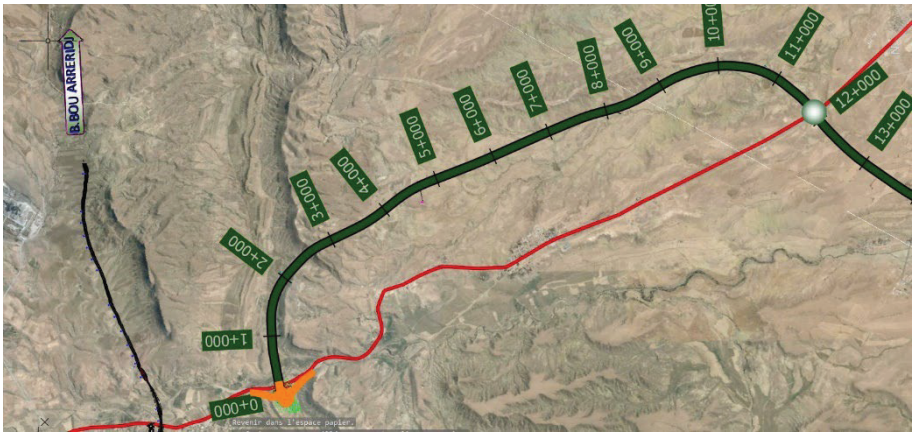


Figure I.3 :Plan synoptique du tronçon étudié

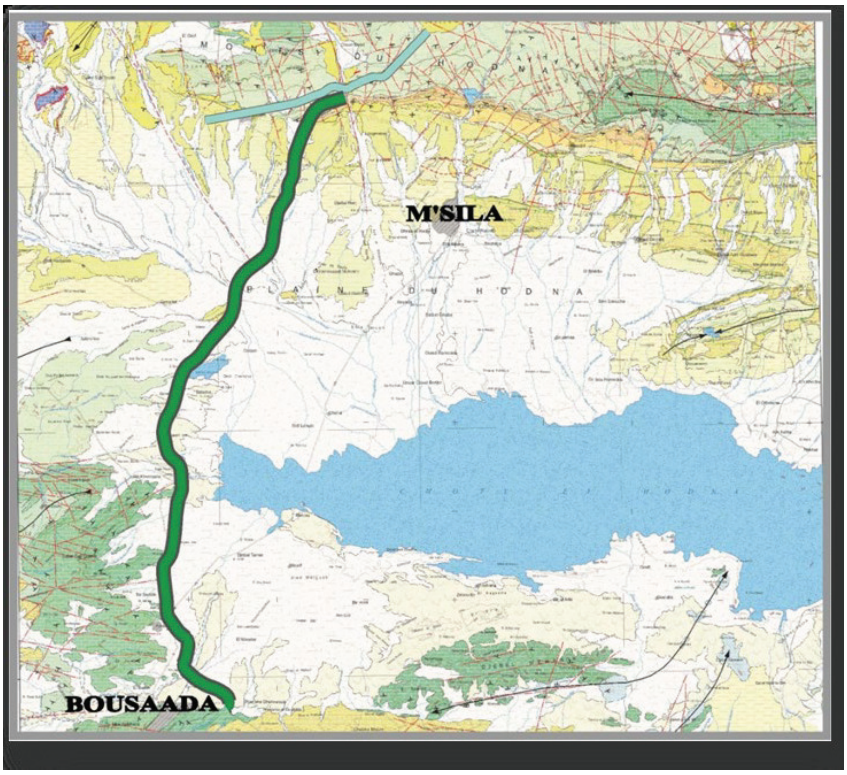
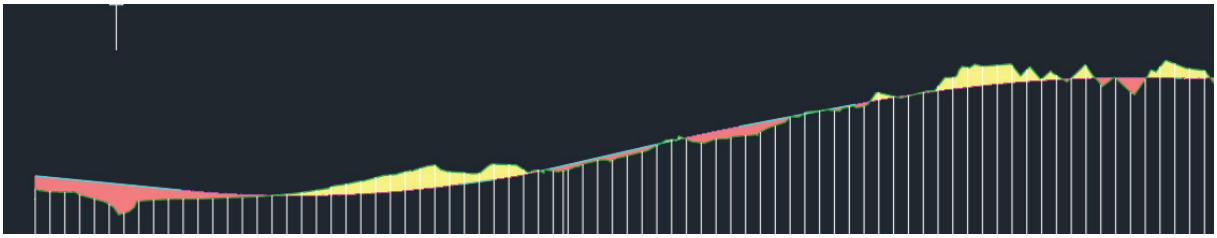


Figure I.4 :Plan synoptique du tracé entier

I.3 Présentation des variantes :

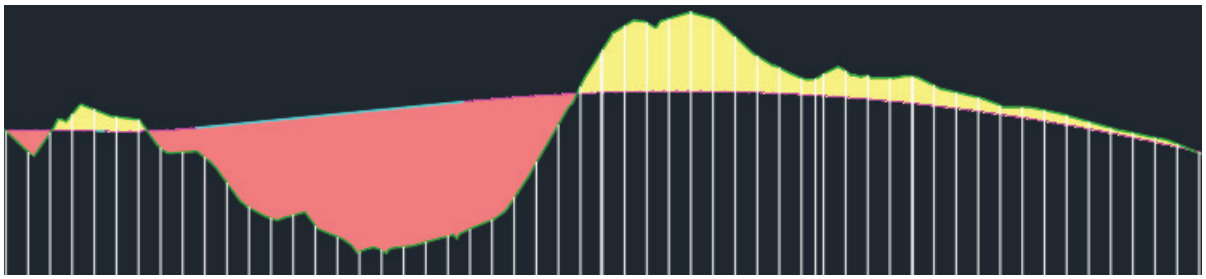
I.3.1 Variante 1

Avec un linéaire de 10075m, cette variante se développe sur un terrain vallonné sur les 6 premiers kilomètres du projet et plat sur le reste. elle prends début au pk0+000 au niveau de l'échangeur (intersection avec la RN60).



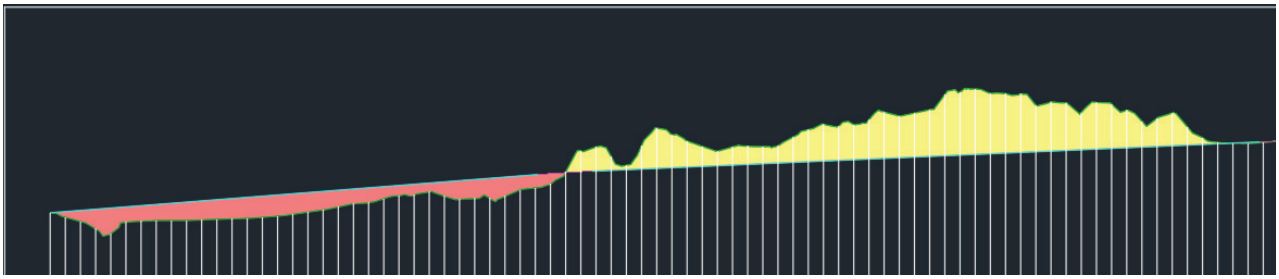
Elle est composée de 8 alignements droit et de 7 rayons non déversé, ce qui permet aux usagers une grande stabilité ainsi qu'une facilité lors de l'exécution du projet (l'implémentation des rayons déversé compromet les 2 paramètres précédents).

Un ouvrage d'art devra être entamé au PK projet 2+000 jusqu'à PK projet 2+475 , il aura donc une longueur de 475 et une hauteur maximale par rapport au terrain naturel de 30m : cette variante permet un volume de terrassement moins important au prix du surcout du dimensionnement du pont : on devra utiliser des Piles beaucoup plus étendues pour réaliser ce dernier.
La hauteur du remblai est de 15m



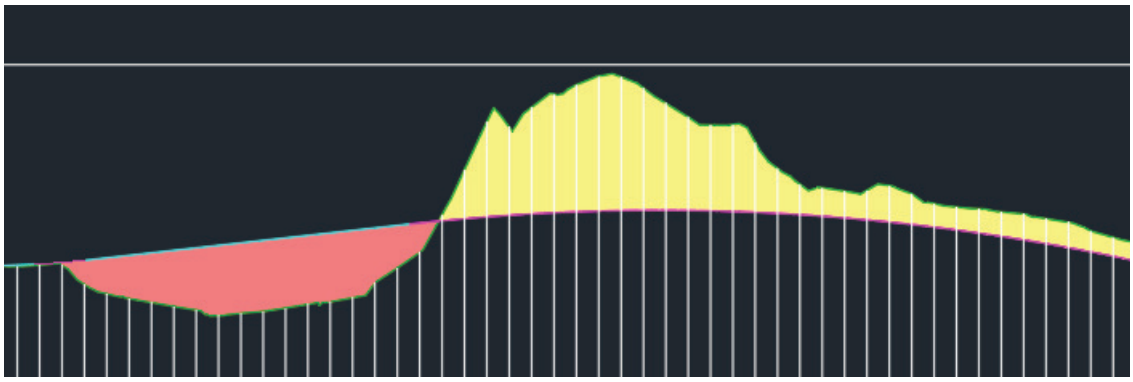
I.3.2 Variante 2

Avec un linéaire de 10097m , cette variante se développe sur un terrain vallonné sur les 6 premiers kilomètres du projet et plat sur le reste. elle prend début au pk0+000 au niveau de l'échangeur (intersection avec la RN60)



cette variante est composée de 8 droites,7 arcs et 4 clothoïde :les clothoïdes sont utilisé en cas d'impossibilité de raccordement avec un rayon non déversé.

Un ouvrage d'art devra être entamé au PK projet 2+025 jusqu'à PK projet 2+450 , il aura donc une longueur de 425m.
Cette variante présente beaucoup plus de travaux de terrassement surtout de deblai avant l'ouvrage d'art et même après celui-ci, mais propose en revanche une intéressante économie dans l'ouvrage d'art lui-même car la hauteur cette fois par rapport au terrain naturel n'est que de 17m.
La hauteur du remblai est de 31m



I.3.3 Comparaison des variantes

Afin de connaitre quelle variante est la plus adéquate et avantageuse pour notre projet, nous allons comparer ces 2 dernière et citer les avantages et les inconvénients de chacune dans le tableau suivant :

Variante 1	
Avantages	**Inconvénients**
-gain considérable dans la quantité des déblais -facilité d'exécution vis-à-vis les devers des la chaussée (2.5%) -moins couteuse -Présence d'une section problématique vis-à-vis la stabilité des talus	-Ouvrage au pk 2+000 plus long -hauteur de l'ouvrage par rapport au terrain naturel est beaucoup plus élevé
Variante 2	
Avantages	**Inconvénients**
-Longueur de l'ouvrage au pk2+000 est moindre -Hauteur de l'ouvrage par rapport au terrain naturel est beaucoup moins important	-quantité énormes de déblais -présence de clothoïdes qui rends plus difficile la réalisation du projet -Plusieurs étude de stabilité de talus doivent être amorcé -Mobilisation importante d'engin des terrassement qui est très néfaste pour l'optimisation du chantier -dégât considérable sur l'environnement

Tableau I.1: Comparaison des 2 variantes

I.4 Conclusion

La présente comparaison s'est portée sur 2 variantes tout au long du tracé pour chaque variante.

Le choix des variantes étudiées a fait l'objet de plusieurs considérations en se basant sur les avantages et les inconvénients de chacune : on déduit qu'il est préférable d'envisager la premiere variante car elle est plus économique

CHAPITRE II
ETUDE DE TRAFIC

II. ETUDE DU TRAFIC

II.1 Introduction

L'étude de trafic constitue l'élément de base dans la conception et le dimensionnement du réseau routier.

Il est donc nécessaire de quantifier ces déplacements existants et à venir. La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

Dans le cas particulier de la route, l'étude de circulation s'appuiera essentiellement sur une étude de trafic. Cette étude permettra de définir le type d'aménagement à réaliser (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée). L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des trafics :

- de transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération ;
- la nature des flux, pour déterminer les points d'échange ;
- le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements
- les mouvements directionnels permettent de définir les caractéristiques des échanges ;
- le niveau de trafic poids lourds détermine directement le dimensionnement de la structure de chaussée.

II.2 Capacité des voies

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation (congestion significative). C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend :

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

II.3 La procédure de détermination de nombre de voies

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Le Trafic Moyen Journalier Annuel (**T.M.J.A**) égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jour ; on l'exprime en véhicules/jour.

➢ Trafic à un horizon donné « TJMAh »

Le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est donné par la formule suivante :

$$TJMAh = TJMA0 \times (1 + \tau)\, n$$

➢ **TJMAh :** le trafic a l'année horizon.

- **TJMA0 :** le trafic a l'année de référence.
- **τ :** taux d'accroissement du trafic.
- **n :** nombres d'année.
- **Calcul de trafic effectif**

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (uvp) en fonction de type de routes et de l'environnement (en plaine, vallonné ou montagneux). La formule qui donne le trafic effectif est :

$$Teff = [(1-z) + p.z]\ TJMAh$$

Avec

: ➢ **Teff** : trafic effectif à l'année horizon en **(u.v.p).**

➢ **Z :** pourcentage de poids lourds(%). ➢ **P :** coefficient d'équivalence pour le poids lourds.

L'environnement	E1	E2	E3
Routes à bonnes caractéristique	2-3	4-6	8-12
Routes étroites	3-6	6-12	16-24

Tableau III.1 : Coefficient d'équivalence « P »

- **Débit de pointe horaire normal**

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

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

Avec :

- **Q :** débit de pointe horaire (uvp /h).
- **n :** nombre d'heure (**n**=8 heures) ; donc 1/**n :** coefficients de pointe prise égale 0.12.
- **Débit horaire Admissible**

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

$$Qadm = K1.K2.Cth$$

Avec :

- **Qadm :** débit admissible (**uvp/h**).
- **K1 :** coefficient lié à l'environnement.

➢ **K2 :** coefficient de réduction de capacité. ➢ **Cth :** La capacité théorique pour des conditions normales de trafic.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9-0.95

Tableau III.2 : Valeur de K1

Catégorie de la route et l'environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau III.3 : Valeur de k2

➢ Calcul du nombre de voies dans le d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Qadm en prend le profil permettant d'avoir : **Q ≤ Qadm.**

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle**

Le nombre de voie par chaussée est le nombre entier :

$$n = S \times Q / Qadm$$

Avec :

S : coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic, en général égale à **2/3.**

II.4 Application au projet

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par DTP de **Msila** qui sont les suivants:

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année 2022 = 16431v/j
- Année de mise en service=2027
- Le pourcentage de poids lourds=30%
- Coefficient d'accroissement annuel=3%
- Durée de vie =20 ans
- Environnement =E1
- Catégorie de la route=C1

➢ Calcul de TJMA année de mise en service

$TJMA_{2027} = (1+\tau)^n \times TJMA2022$

$TJMA_{2027} = (1+0.03)^5 \times 16431 = 19048 v/j$

$TJMA_{2027}$=19048 v/j

➢ Calcul de TJMA horizon 2047

$TJMA_{2047}= (1+\tau)^{n} \times TJMA_{2027}$

$TJMA_{2047}= (1+0.035)^{20}$ x19048v/j

$TJMA_{2047}$= 37901 v/j

➢ Calcul des trafics effectifs

Teff = [(1- Z) + PxZ] $TJMA_{2047}$

On a :

P=2 (route de bonne caractéristique, E1)

Z=30%

Teff= [(1-0.3) + 2x0.3] x37901 uvp/j

Teff= 49272 uvp/j

➢ Débit de pointe horaire normal

Q= (1/8) x Teff

Q=0.125 x 44724

Q=6159uvp/j

➢ Débit admissible

Qadm=K1 x K2 x Cth

Avec :

Catégorie C1→K1=0.75

Environnement E1→K2=1

Cth=1800uvp/h (route a chaussée séparé, B40)

Qadm=0.75x1x1800 uvp/h

Qadm= 1350 uvp/h

➢ Détermination du nombre de voie :

n=(2/3) x Q/Qadm
n=(2/3)x 6159/1350
n=3.04

n= 3 voies/sens

➢ Calcul de l'année de saturation : 2X3 voies

$$n = \ln \frac{\frac{Qsaturation}{Q2025}}{\ln(1+\tau)}$$

$Q_{saturation}=6 \times Q_{admissible}$

$Q_{saturation}=6 \times 1350=8100$ uvp/h/s

$Q_{saturation}=8100$ uvp/h/s

D'autre part : $Qsaturation=(1+\tau)^n \times Q2027$

Avec :
Q2027=(1/8) x Teff 2027
Q2027= (1/8) x [(1-0.3) + 2x0.3]x19048
Donc Q2027=3096

Alors :

$n=\ln(Qsat/Q2025) / \ln(1+\tau)$
$\rightarrow n=\ln(8100/3096)/\ln(1+0.03)$
N=32.5=33 ans

N=33 ans

CHAPITRE III
ETUDE GEOMETRIQUE

III. ETUDE GEOMETRIQUE

III.1 Tracé en plan

III.1.1 Introduction

Le tracé en plan d'une route est une succession de droites reliées par des liaisons, il permet de caractériser la géométrie d'une route, il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. Le tracé en plan doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan

- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible. ➢ Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

III.1.3 Les éléments de tracé en plan

La disposition générale du tracé est dans ses grandes lignes déterminée par un ensemble de contraintes identifiées dans le cadre des études préalables et relevant des domaines de l'environnement, de la topographie, de la géologie ou de l'habitat croisée avec les fonctionnalités attendues de la voie. Le tracé en plan comporte :

- des alignements droits
- des arcs de cercle
- des arcs de courbe à courbure progressive essentiellement des arcs de clothoïde.

a. Les alignements droits

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, La longueur des alignements dépend de :

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

b. Les arcs de cercle

Ils peuvent correspondre d'emblée a une certaine portion du tracé. Ils servent également éventuellement en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits. Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- stabilités des véhicules pour limiter les courbures.
- visibilité en courbe.
- inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

❖ Valeurs des rayons

Les caractéristiques du tracé en plan telles que définies dans l'ICTAAL2000 sont les suivantes

- Remplacer les longs alignements droits par de grands rayons.
- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à 1.5Rnd est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcouts sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

Catégorie		**L1**
Rayon minimal	R_m(m)	600
Rayon minimal non déversé	R_{nd}(m)	1000
Rayon minimal sans courbe de transition	R(m)	1500

Tableau IV.1 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (ICTAAL2000)

Pour notre projet On notera que les rayons employés sont supérieurs ou égaux au rayon minimal sans courbe de transition (1,5Rnd=1500m).

c. Les raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à **1,5 Rnd** sont introduites par des raccordements Progressifs (clothoïdes).Il faut d'après **l'ICTAAL 2000** que la longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : **{14 |Δδ| et R/9}**.

Ou :

- ✓ **R** : le rayon de courbure en (m).
- ✓ **Δδ** : la différence des pentes transversales des éléments du tracé raccordés tel que

$$|\Delta\delta| = |\delta 1 - \delta 0|$$

- ✓ **δ1 :** représente la pente transversale initiale.
- ✓ **δ0 :** le divers de la courbe.

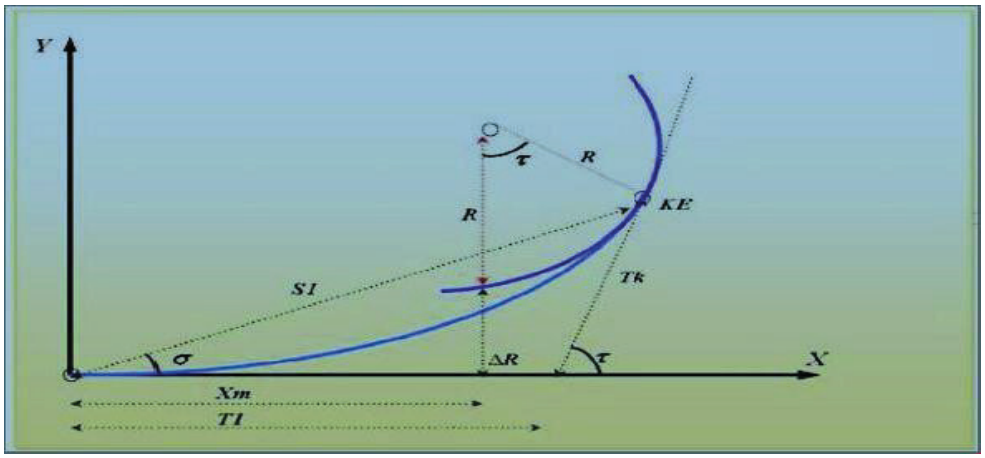


Figure IV.1 : Géométrie de la clothoide

- **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.1.4 Enchainement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré (<1,5 Rnd) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

❖ Introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : R1<1,5R2, où R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2 (<1,5Rnd) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.

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

III.1.5 Exemple de calcul manuel de l'axe en plan

Sommet	X (m)	Y (m)
A	628365.210	3966920.760
B	629768.176	3966308.861
S	629248.19	3967030.94

Tableau IV.2 : Les données de l'axe à calculer

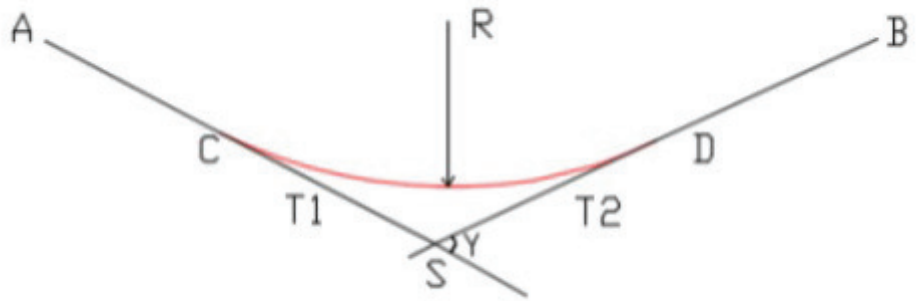


Figure IV.2 : Schéma illustratif d'un rayon

On a R=1500 m= $1.5R_{nd}$, donc le calcul va se faire pour un rayon sans clothoïde.

➢ **Calcul des gisements**

$\Delta X_{AS}=X_S-X_A=822.98$ m
$\Delta y_{AS}=y_S-y_A=110.18$ m

$G_{SA}=Arctg(|\Delta x_{AS}|/|\Delta y_{AS}|)=91.5$
$G_{AS}=200+92.1=292.1$

$\Delta x_{BS}=X_S-X_B=-519.987$
$\Delta y_{BS}=y_S-y_B=772.08$m

$G_{SB}=400-Arctg(|\Delta x_{BS}|/|\Delta y_{BS}|)=360.268$ grade
$G_{BS}=308.807-200=160.268$

➢ **Calcul des angles aux sommets**

$\gamma=|G_{AS}-G_{SB}|=91.5-160.268$

γ=68.768

➢ **Calcul de la tangente :**

T=tan(γ/2) x R= tan (68.768/2)× 1500
T=899.353m

➢ **Calcul des angles aux sommets**

L=R x π/200 x γ=1500 x π/200 x 68.768
L=1620.30m

➢ **Calcul des coordonnées des points singuliers:**

Point c:

Xc= Xs – T.sin(Gsa)= 629248.1873 – 889.962 x sin(91.5)= 628357,8305

Yc= Ys – T.cos(Gsa)= 629248.1873 – 889.962 x cos(91.5)= 3966911,326

A la fin du calcul manuel on a trouvé que les résultats sont compatibles avec ceux qui sont tirés de logiciel. (Les résultats de calcul sont joints dans ce rapport).

III.2 Profil en long

III.2.1 Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

Dans le cas des autoroutes, dont les deux chaussées unidirectionnelles sont séparées par un terre-plein central, le profil en long déterminant est une coupe par le milieu du terreplein (axe de référence). Le niveau de l'autoroute en cet endroit est la moyenne entre les niveaux des bords intérieurs des chaussées. Si les deux chaussées ne sont pas symétriques, on considérera chacune d'elles indépendamment avec son propre profil en long, placé au milieu de chaque chaussée.

III.2.2 Les caractéristiques de profil en long

❖ **Valeurs limites**

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant :

Catégorie	L1
Déclivité maximale (%)	5
Déclivité minimale (%)	0.5
Rayon minimal en angle saillant	12500
Rayon minimal en angle rentrant	4200

TableauIV.3 : Valeurs limites des paramètres du profil en long (ICTAAL 2000)

III.2.3 Déclivités

❖ **Déclivité minimale**

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possibles à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Déclivité minimum : i_{min} = 0,5 %. (Selon **ICTAAL 2000**).

❖ **Déclivité maximale**

Du point de vue technique, la déclivité max. dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque.

Déclivités maximale : imax=5%. (Selon **ICTAAL 2000**).

III.2.4 Raccordement en profil en long

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long. A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement **:**

❖ **Raccordement convexe (angle saillant)**

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

- ✓ de confort.
- ✓ de visibilité.
- ✓ D'esthétique.

Rayon minimal en angle saillent : 12500 m (ICTAAL).

❖ **Raccordement concave (angle rentrant)**

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

Rayon minimal en angle rentrant : 4200 m(ICTAAL).

III.2.5 II.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu de respecter les normes décrites dans le règlement appliqué (ICTAAL2000) à savoir :

- ✓ Les déclivités maximale et minimale ainsi que les rayons minimaux en angle saillant et en angle rentrant

- ✓ De s'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être couteaux.
- ✓ Rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et les volumes de remblais.
- ✓ Eviter d'introduire un point bas en déblai pour éviter les problèmes d'écoulement des eaux et les problèmes de terrassement.
- ✓ Eviter les hauteurs excessives de remblai (difficulté de stabilisation).

III.2.6 II.4 Coordination du tracé en plan et du profil en long

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc.) pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

III.2.7 II.5 Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long

- ✓ Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.
- ✓ Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.

III.2.8 II.6 Exemple de calcul manuel du profil en long

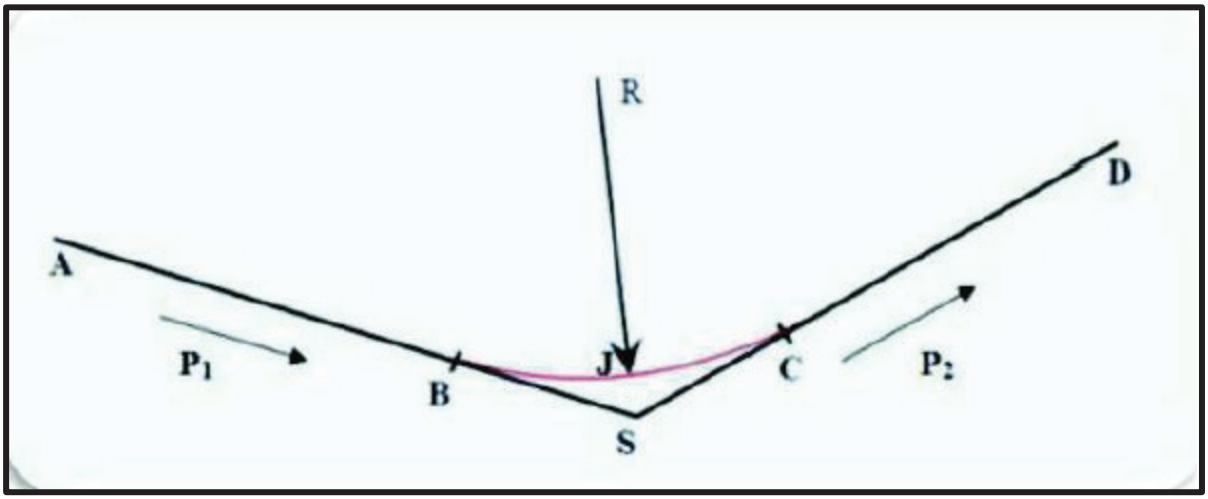


Figure IV.3 : Schéma illustratif d'un rayon

Sommet	X	Z	Pentes %	Rayon	L
A	4582.085	593.298	-2.08	4200	571
B	5153.021	583.986	1.41		

Calcul des coordonnées des points ZA' ZB'

$$\begin{cases} ZA' = ZB - L \times |P2| = 583.986 - 571 \times 0.0208 = 572.109\text{m} \\ ZB' = ZA - L \times |P1| = 593.298 - 571 \times 0.0141 = 585.2469\ \text{m} \end{cases}$$

Calcul des coordonnées de sommet S

$$\begin{cases} XS = XA + \dfrac{L \times m}{n+m} = 4582.085 + \dfrac{571 \times 21.189}{21.189 + 1.26} = 5121.036\ \text{m} \\ Zs = ZA - XAS \times |P1| = 593.289 - 538 \times 0.0063 = 589.8998\ \text{m} \end{cases}$$

✓ **Calcul des tangentes**

$$T = R2(|P_1| \pm |P_2|)$$

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

$$T = R2(|P_1| \pm |P_2|) = 4200*(2.08\% + 1.41\%)/2 = 73.29\ \text{m}$$

✓ **Calcul des coordonnées des points de tangentes**

$$\begin{cases} XC = XS - T = 1966.66 - 52.29 = 5047.746\ \text{m} \\ ZC = ZS + T \times |P1| = 654.798 + 52.29 \times 0.0053 = 590.932\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} XD = XS + T = 5121.036 + 73.29 = 51940326\ \text{m} \\ ZD = ZS + T \times |P2| = 589.89 + 73.29 \times 0.0141 = 590.92\ \text{m} \end{cases}$$

✓ **Calcul de la longueur de raccordement**

$$L = 2 \times T = 146.58\text{m}$$

✓ **Calcul de la flèche BX**

$$B_X = T^2/(2R) = 0.639\text{m}.$$

✓ **calcul des cordonnés du sommet J**

$$\begin{cases} XJA = R \times |P1| = 4200 \times 0.02083 = 87.36\ \text{m} \\ ZJA = XJA \times |P1| - \dfrac{XJA^2}{2 \times R} = 87.36 \times 0.0208 - \dfrac{87.36^2}{2 \times 4200} = 0.908\ m \end{cases}$$

$$\begin{cases} XJ = Xc + XJA = 5047.746 + 87.36 = 5153.106\text{m} \\ ZJ = ZC - ZJA = 590.932 - 0.908 = 590.024\text{m} \end{cases}$$

Les résultats de calcul manuel sont vérifiés par le calcul automatique (autopiste).

III.3 III. Profil en travers

III.3.1 III.1 Introduction

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

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

III.3.2 III.2 Type de profil en travers

Il existe deux types de profils en travers :

- ✓ Profil en travers type.
- ✓ Profil en travers courant.

III.3.3 III.2.1 Profil en travers type

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

III.3.4 III.2.2 Le profil en travers courant

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances généralement régulières (10, 15, 20,25m…).qui servent à calculer les cubatures et d'avoir des précisions techniques et géométriques sur les sections transversales de la route.

Avec :

- **T.P.C :** Terre-plein central.
- **B.A.U :** Bande d'Arrêt d'urgence.
- **B.D.G :** Bande Dérasée de gauche**.**

a. Chaussée

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

b. La largeur roulable

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt d'urgence.

c. La plate-forme

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

d. Les accotements

Partie latérale de la plate-forme bordant une chaussée, il comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

e. Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)

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

f. Berme

Partie latérale non roulable de l'accotement, bordant une B.A.U, et généralement engazonnée.

g. Terre-plein central (T.P.C)

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

h. Bande dérasée de gauche (B.D.G)

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

i. Bande médiane

Partie non roulable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche, elle est stabilisée et revêtue car sa largeur est inferieur a 3m.

III.3.5 Les éléments de profil en travers de notre projet

Nombre de voie de chaque chaussée	3
Largeur de voie : L(m)	3.5
Dévers minimum d(%)	2.5
Dévers maximum d(%)	7

TableauIV.4 : Caractéristiques géométriques du profil en travers ICTAAL 2000

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Bande médiane (B.M)	2	1	2
Bande dérasée de gauche	0.5	2	1
Voie de circulation 2×3	3.5	6	21
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U).	3	2	6
La berme.	1	2	2
Totale 32			
Dévers en section droite et en courbe non déversée			
Chaussée	2,5 % vers l'extérieur		
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée		
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	identique à celle de la chaussée		
Berme extérieure			

	8 % vers l'extérieur
Dévers en courbe déversée	
Chaussée Bande dérasée de gauche (B.D.G) Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	7 % (maximum) identique à celle de la chaussée. Dans le cas où le devers de dépasse pas 4%, il est identique à celui de la chaussée. Au-delà de 4%, il est de sens opposé et est égal à 1,5%

TableauIV.5 : Composant d'un profil en travers

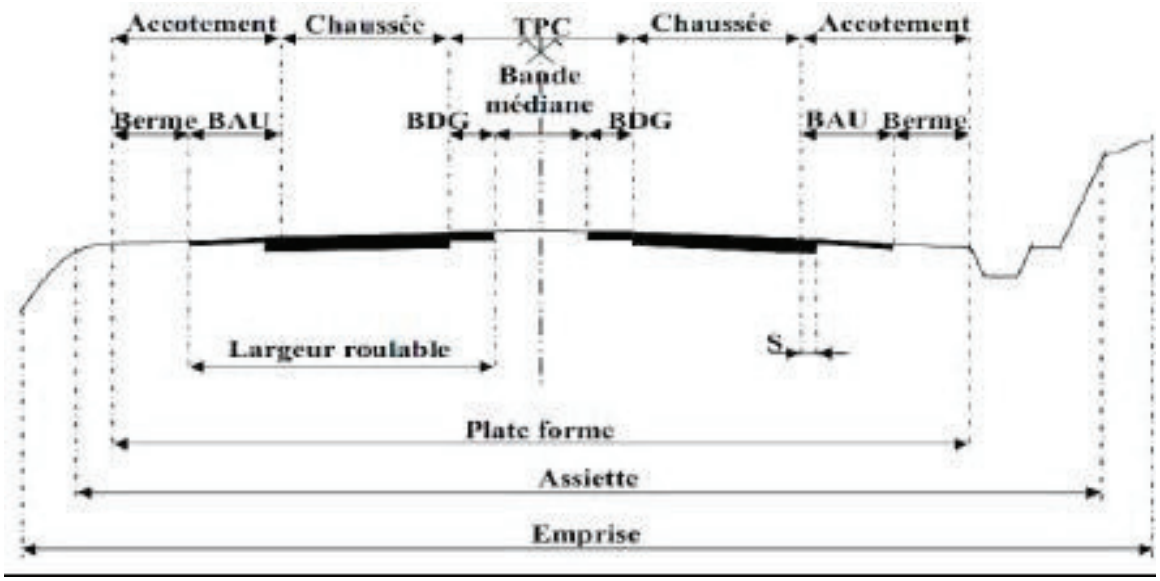


Figure IV.4 : Schéma illustratif du profil en travers

CHAPITRE IV
ETUDE GEOTECHNIQUE

IV. ETUDE GEOTECHNIQUE

IV.1 I .Introduction

La géotechnique englobe toutes les techniques et méthodes qui utilisent la mécanique des sols, la mécanique des roches, ainsi que la géologie appliquée à l'ingénierie. Cette discipline se concentre essentiellement sur l'analyse du comportement des sols en termes de résistance et de capacité de déformation. Grâce à des essais en laboratoire et sur le terrain, de plus en plus avancés, la géotechnique fournit des informations cruciales pour le dimensionnement des infrastructures telles que les chaussées, en veillant à leur stabilité selon la nature des sols de fondation ou utilisés en remblais.

Les sols, considérés comme des matériaux de construction, varient grandement en composition: ils peuvent être rocheux, sableux, argileux, ou présenter d'autres caractéristiques.
Un projet routier nécessite une bonne étude géotechnique pour la conception ou le confortement d'un projet.

IV.1.1 I.1 Objectif de chapitre

Une étude géotechnique vise a :

- Découvrir la composition et la répartition des sols sur le site.

- Examiner les caractéristiques et le comportement des matériaux présents.

- Analyser les aspects hydrogéologiques de la zone, incluant la présence et le flux des eaux souterraines.

- Catégoriser les matériaux du sol selon les normes du Guide Technique de Référence (GTR).

- Déterminer la possibilité de réutiliser les matériaux excavés comme remblais.

IV.1.2 I.2 Les moyens de reconnaissance :

D'abord on procède à L'étude des archives et documents existants (carte géologique, levée topographique…). Ensuite on passe à l'exécution d'essais in situ et par la fin nous procédons aux essais au laboratoire.

IV.1.3 I.3 La classification des matériaux :

Apres avoir réalisé tous les essais nécessaire nous passerons a la classification qui est un facteur important dans notre étude car elle permet une catégorisation du sol et donc des recommandation pour l'utilisation en remblai, stabilité des pentes, dimensionnement du corps de chaussée…

Les paramètres pour la classification des sols sont divisés en 3 catégories selon les recommandations de Réalisation des remblais et des couches de forme. Fascicule I et II. Principes généraux (SETRA et LCPC) :

- Paramètres de nature.

- Paramètres d'état.
- Paramètres de comportement mécaniques.

Tous ces paramètres sont toujours déterminés sur la fraction 0/50 mm qui est la fraction susceptible d'être identifiée par les essais de laboratoire usuels.

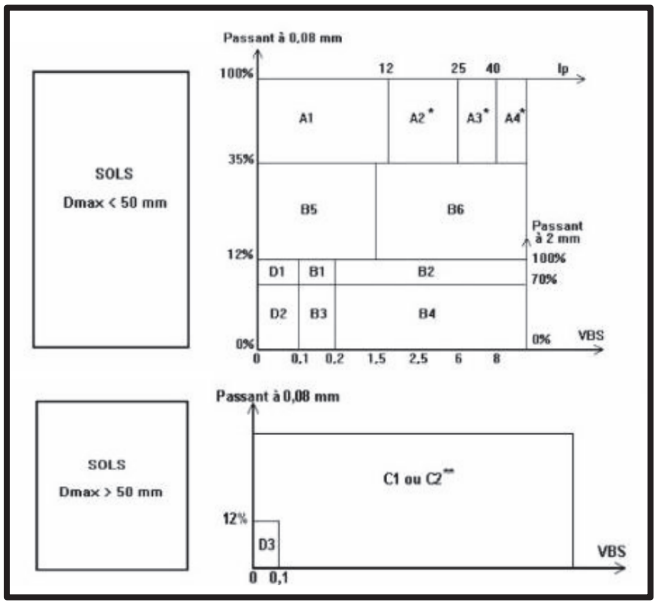


Figure V.1 : Schéma de classification des sols

IV.2 .Application sur le projet :

Géologie générale :

Vu la variation d'âge des formations allant du Trias au Quaternaire, le territoire de la Wilaya est constitué de dépôts marins, lagunaires et continentaux.

Du point de vue structural, le territoire est situé dans les limites de la zone bordière de l'Atlas Saharien (plat forme épihercynienne).A extrême, Nord Ouest, se trouve l'Atlas Tellien au Sud Est, la zone bordière présaharienne (transition de la plate forme saharienne précambrienne).

Géologie détaillée :

La description s'est basée sur l'exploitation de l'extrait de la carte géologique à l'échelle 1/200 000ème, les formations superficielles concernées par les variantes de tracés sont représentées respectivement par :

- A : Quaternaire (Holocène) : Alluvions actuelles - sables, graviers limon et argiles.
- Qa : Quaternaire (Holocène) : Alluvions actuelles et récentes ; par endroit éboulis des pentes et accumulation de piémont (sables, graviers et argiles) et mollasses
- Qd : Quaternaire (Holocène) : Formations dunaires consolidées, quelques lumachelles, poudingues et grés.
- Qc : Quaternaire : Croute calcaire-dépôts quartenaires anciens avec surface encroutée.

- Pl,Q :Plio- Quaternaire :Cailloutis(grés et conglomérats)et marnes.
- $M_{2,3}$: Miocène moyen(Helvétien) : Argiles, marne et grés.
- M1 : Miocène inferieur : marnes grises avec bancs de grés.
- M,Pl :Moi-pliocène :Argiles et conglomérats, calcaires lacustres.
- E^{1}_{2} : Eocène moyen (Lutétien supérieur) : Marnes argiles et localement conglomérats.
- $E_{1.2}$: Eocène inferieure et moyen (Ypresien et lutétien inférieur) : calcaires à silex et marno-calcaires, parfois à gypse.
- $K_2{}^{3-6}$: Crétacé supérieur (Coniacien-Maestrichtien) : Marnes grises et calcaires lites au sommet
- $K_2{}^{2}$: Crétacé supérieur (Turonien) : Calcaires et marnes.
- $K_1{}^{3-4}$: Crétacé inférieur (Hauterivien-Barrémien) Grés, dolomies et argiles gréseuses
- $K_1{}^{6}$: Crétacé inférieur (Albien) : Grés, Calcaires ocres et argiles
- Chott et sebkha.

Géologie détaillée :

→Pk 00+000 au PK 05+500 :

La partie du tracé qui se trouve entre le PK 00+00 et le PK 05+500 de cette variante est traversée par plusieurs failles supposées, à cette effet des essais géophysiques sont à prévoir. Ce tronçon est caractérisé dans l'ensemble par un terrain ondulé recouvert par la terre
végétale. Les formations géologiques à l'affleurement de la zone d'étude sont constituées des
Marnes grises et calcaires lites au sommet de Crétacé supérieur (Coniacien-Maestrichtien).

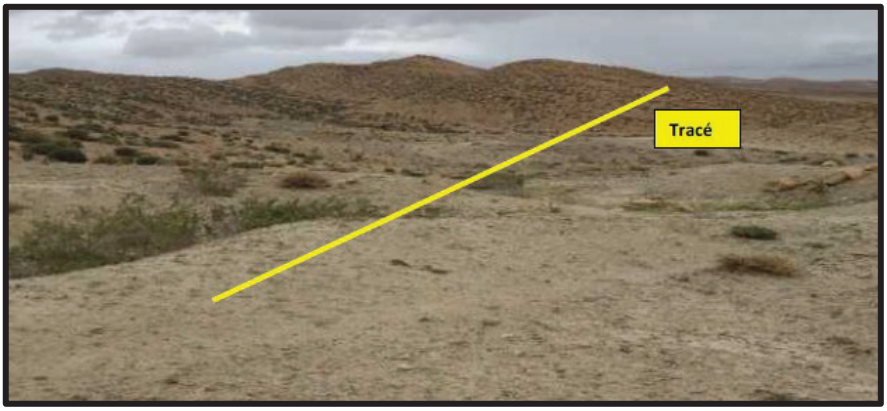


Figure V.2: Image descriptive du terrain

→Pk 05+500 au PK 10+000 :

La partie du tracé , est caractérisée dans l'ensemble par un terrain plat recouvert le plus souvent par une terre végétale de faible épaisseur. Cette dernière surmonte une succession Quaternaire formée des alluvions actuelles et récentes par endroit éboulis des pentes et accumulation

de piémont (sables, graviers et argiles). La platitude du terrain est interrompue parfois par des chaâbas et des oueds de faible largeur (Oued En Naema, Oued Chebam, Oued Djalid). A certains niveaux du tracé affleurent également des formations Plio Quaternaires: Cailloutis (grés et conglomérats) et marnes.



Figure V.3: Image descriptive du terrain (2)

Le terrain est parcouru par quelques réseaux hydrographiques : chaâbas et des oueds de faible largeur.

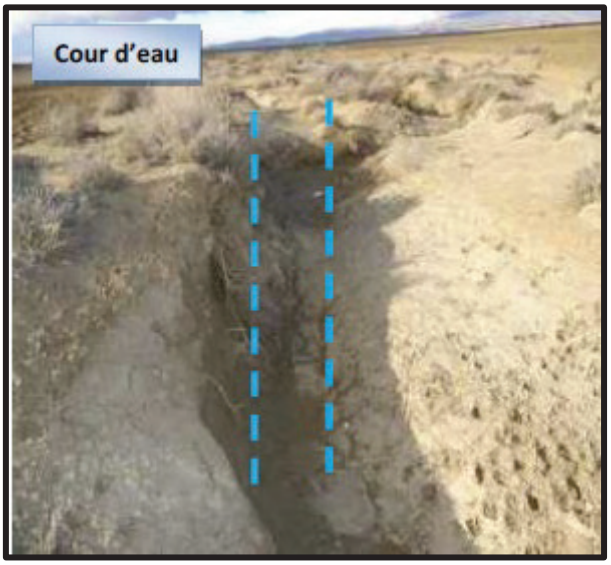


Figure V.4: Image descriptive du cours d'eau

IV.2.1 Présentation des essais

Essais in-situ

L'ensemble des essais in-situ prévus pour le lot route sont résumé dans le tableau ci-dessous

N°	Désignation	objectifs
1	Puits de reconnaissance	*Identification du sol *Détermination de la portance du terrain

2	Sondage carotté	*Identification du sol *Distinction des types de formation
3	Essais pressiométrique	*mesurer le module de déformation du sol

Tableau V.1: Présentation des essais in-situ

Essais en laboratoire

Essais	Description	Objectifs
Essais géotechniques	Analyse granulométrique (tamisage à sec)	Distribution en poids des particules granulaires dans un matériau de terrassement.
	Analyse granulométrique (par sédimentation)	Évaluation de la répartition en poids des particules fines dans un sol.
	La Teneur en eau naturelle	Détermination de la teneur en eau d'un matériau
	Les Limites d'Atterberg	Détermination de l'argilosité d'un sol
	La Masse volumique des particules solides d'un sol	Détermination de la masse volumique moyenne des particules solides de sol
	La Masse volumique sèche	Détermination de la masse volumique sèche d'un élément de roche
	Détermination de VBS d'un sol	Détermination de l'argilosité d'un matériau
Essais de compactage	Essai Proctor	Déterminer la masse volumique sèche d'un matériau et sa teneur en eau correspondante
	L'indice CBR après immersion	Déterminer l'indice portant d'un échantillon de sol compacté dans un moule CBR avec une énergie Proctor Normal
Essais mécanique	L'essai œdométrique	Etudier la consolidation d'un échantillon de sol

	L'essai de cisaillement	Connaître les paramètres de résistance au cisaillement Rectiligne (cohésion et angle de frottement interne) d'un matériau
	Essai de compression simple	Mesurer la résistance à la compression simple de carottes prélevées des sondages

Tableau V.2: Présentation des essais au laboratoire

IV.2.2 Résultats des essais

Résultats des essais in situ

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Les puits de reconnaissance:

Des puits de reconnaissance d'une profondeur de 3 mètres ont été creusés afin de :

- Déterminer la nature du sous-sol.
- Prélever des échantillons destinés à des analyses en laboratoire.

La composition lithologique du sol est décrite de la manière suivante :

PUITS N°	PK	Profondeur (m)	Description
PT-01	0+177	0.00m - 0.20m	Terre végétale
		0.20m - 2.10m	Marne schisteuse friable oxydée grisâtre.
		2.10m - 2.70m	Marne mi dure jaunâtre
PT-02	7+050	0.00m - 0.50m	Terre végétale.
		0.50m – 2.20m	Argile marneuse beige avec des calcites
		2.20m – 3.00m	Marne friable grise.
PT-03	16+700	0.00m – 0.80m	Terre végétale
		0.80m – 2.2m	Sable tuffacé graveleux et caillouteux avec des gros blocs.
		2.2m – 3.00m	Sable alluvionnaire compact.

Tableau V.3: Puits de reconnaissance

Les sondages carottés :

La lithologie du sol est représentée comme suit :

SONDAGE N°	PK	Profondeur (m)	Type de structure
SC-01	2+800	0.00m - 12m	Grés calcaire blanchâtre très dur. Grés très dur gris.
		12m - 17.3m	Marno-calcaire
		17.3m - 20m	Grisâtre.

Tableau V.4: Sandages carrotés

Les passes	R.Q.D	Classification
0.00 à 2.20m	84	D
2.20 à 5.20m	62	C
5.20 à 7.20m	75	D
7.20 à 10.2m	40	B
10.2 à 12.3m	11	A
12.3 à 15.3m	75	A
15.3 à 17.6m	00	C
17.6 à 20.0m	00	A
* : R.Q.D (Rock Qualification Design), qui exprime la densité de fracturation.		

Tableau V.5: Classification RQD de l'échantillon

Echelle de classification de Deere :

R QD	QUALITE DU MASSIF
00-25	Très médiocre (A)
25-50	Médiocre (B)
50-75	Moyenne (C)
75-90	Bonne (D)
90-100	Très bonne (E)

Tableau V.6: Interprétation des résultats

Les essais pressiométriques :

Ces essais nous ont fourni des donnés du sol par pas de 2m, concernant :

- Le module de déformation pressiométrique **(E).**
- La pression limite **(Pl).**

PRESSIOMETRE N° 01 : (X=627564 ; Y=3966844 ; PK=0+177)

Profondeur (m)	E (bars)	PL (bars)	E/PL	P0=K0q0	Pl_e^*= (Pl-P_0)
2	203.16	11.98	19.96	0.20	11.78
4	580.45	20.68	28.05	0.40	20.28
6	1765.09	50	35.30	0.60	49.4
8	1402.74	50	28.05	0.80	49.2
10	1711.9	50	34.24	1.00	49
12	1966.04	50	39.32	1.20	48.8
14	1915.83	50	38.32	1.4	48.6

Tableau V.7: Tableau des essais pressiométriques 1

PRESSIOMETRE N° 02 : (X=629516.38 ; Y=3966603.89 ; PK=2+204)

Profondeur (m)	E (bars)	PL (bars)	E/PL	P0=K0q0	Pl_e^*= (Pl-P_0)
2	248.38	23.83	10.44	0.20	23.63
4	422.96	28.94	14.62	0.40	28.54
6	1152.47	39.2	29.4	0.60	38.6
8	637.64	24.61	25.91	0.80	23.81
10	1830.22	50	36.6	1.00	49
12	1981.67	50	39.63	1.20	48.8
14	1891.95	50	37.84	1.40	48.6

Tableau V.8: Tableau des essais pressiométriques 2

Résultats des essais au laboratoire :

❖ Au niveau des sondages carotté :

Les résultats des essais effectués sur les échantillons issus des sondages carottés sont consignés dans le tableau ci-après**:**

SONDAGE N°		**SC-01 (Sol rocheux)**	
Profondeur (m)		**3.6 / 4.1**	**14.0 / 14.3**
Resistance a la compression et a la traction	**RC(MPa)**	**51.58**	**33.94**
	RT(MPa)	**6.93**	**5.31**
Analyse chimique	**Insolubles (%)**	**37.38**	**68.66**
	Carbonates (%)	**54.83**	**25.80**
	Gypses (%)	**0.00**	**0.00**
	Sulfates (mg/kg)	**0.00**	**0.00**
Classe d'agressivité		**XA1**	**XA1**

Tableau V.8: Tableau des sondages carrotés

Interprétation :

Les résultats sont résumés dans les tableaux suivants. Ils montrent qu'en général des sols Rocheux dont les valeurs de résistance à la compression simple varient entre 33.94 MPa et 51.58 MPa.

Donc d'après Aftes les sols sont classé dans :
- La catégorie R2 (200-60MPa) : résistance élevée.
- La catégorie R3 (60-20MPa) : résistance moyenne.
- La catégorie R4 (20-6MPa) : résistance faible.

Le sol est donc de catégorie R3.

❖ Au niveau des sondages pressiométriques :

Seuls des analyses chimiques ont été programmées sur les échantillons prélevés au niveau des sondages pressiométriques pour déterminer l'agressivité du sol vis-à-vis des bétons de fondations.

Sondage N°1	**Profondeur**	**Propriétés physique**				
		Insolubles (%)	**Carbonates(%)**	**Gypses (%)**	**Sulfates (Mg/Kg)**	**Classe d'agressivité**
SP-01	9.00 – 10.0	25.20	71.14	0.5904	3292.8	XA2

Tableau V.9: résultats des sondages carottés

Ci-joint la classification des environnements agressifs: Norme NF P 18-011 (décembre 2009):

Extraction par HCL à chaud :

Agressivité des sols en fonction de la teneur en SO^{-}_{4} mg/kg	Classe d'agressivité selon NF EN 206-1	Choix du ciment en fonction de milieu	
2000 et <3000	**XA1**	Pas de recommandations particulières	
>3000 et ≤12000	**XA2**	Ciments conforme à la norme NF P 15-317 (PM) ou NF P 15-319 (ES)	
>12000 et ≤24000	**XA3**	Ciment conforme à la norme NF P 15-319 (ES)	

Tableau V.10: Interpretation des sondages carrotés

Interprétation :

C'est un sol agressif de classe XA2.

On aura recours a l'usage des ciment conformes a la norme NF P 15-37 (PM) ou NF P 15-319 (ES).

❖ Au niveau des puits a ciel ouvert:

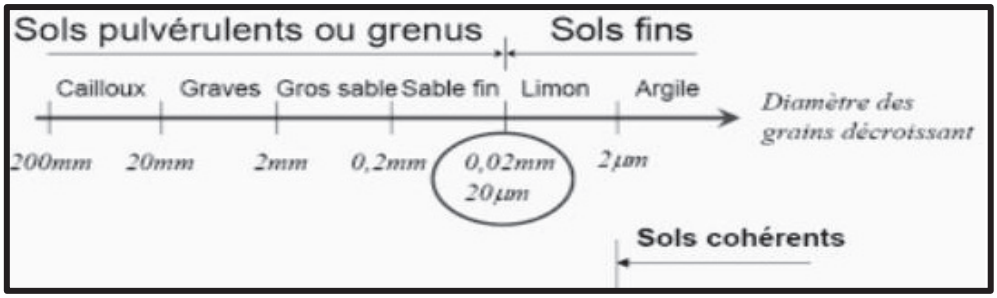
PUITSN°	Prof (m)	Teneur en eau naturelle (WN%)	Limites d'Atterberg			Granularité % Tamisât				VBS	Proctor normal		CBR	Classification GTR
			WI (%)	WP (%)	IP (%)	31.5 mm	0.5 mm	0.2 mm	0.08 mm		Wopn (%)	γmax (t/m³)		
PT-01	**3-4**	**32**	/	/	/	/	/	/	/	**0.16**	**11.6**	**1.87**	**1.99**	/
PT-02	**1-2**	**28.62**	/	/	/	/	/	/	/	**0.16**	**11.2**	**1.87**	**0.71**	/
PT-03	**2.5-3**	**27.25**	**32.76**	**14.53**	**18.23**	**100**	**100**	**98**	**55**	**0.16**	**11.6**	**1.92**	**4.36**	**A2**

Tableau V.11: Tableau des résultats des puits a ciel ouvert

Interprétation :

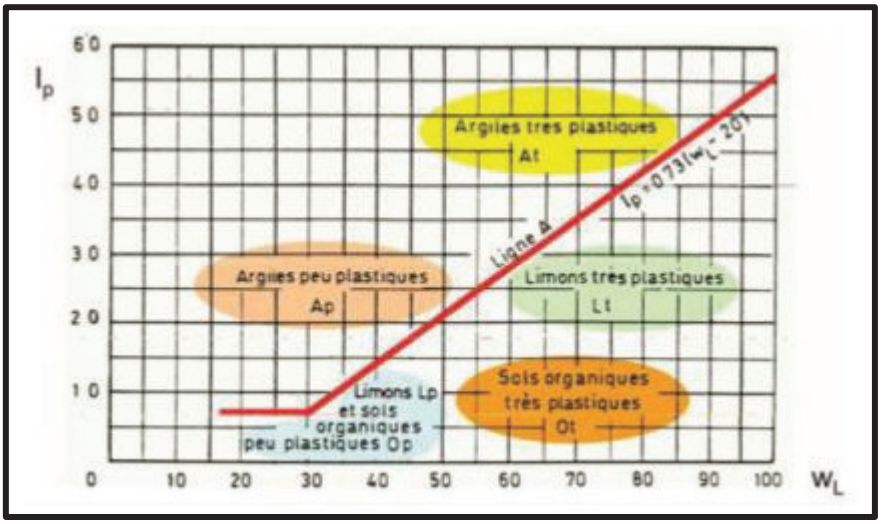
✓ La granulométrie :

Le pourcentage des passants au tamis 0.2mm est 98%, donc notre sol s'agit de sables fins, limon, et des argiles.



✓ La plasticité :

Les valeurs de limites de liquidité est de 32.76%, et l'indice de plasticité est de 18.23%. Ce qui caractérisent des argiles peu plastiques et des limons très plastiques d'après la classification de Casa grande.



✓ La consistance :

Les valeurs de l'indice de consistance sont >1, donc nous avons des sols dures.

I_C	<0	0	0,25	0,5	0,75	1	>1
Consistance	Liquide	Très molle	Molle	Ferme	Très ferme	Dure	

✓ La densité :

Les valeurs de la masse volumique γ_d >18,*donc il s'agit des sols très dense.*

Etat	La masse volumique
Peu dense	<16
Dense	16-18
Très dense	>18

✓ La portance :

Les valeurs de l'indice CBR varient entre 1.99 , 0.71 , 4.36 avec une valeur moyenne de 2.353 donc un sol de faible portance.

IV.3 Classification GTR :

Pour le puit 03 nous avons :

PUITS	Prof (m)	Teneur en eau naturelle (WN%)	Limites d'Atterberg			Granularité % Tamisât				VBS	Proctor normal		CBR	Classification GTR
			WI (%)	WP (%)	IP (%)	31.5 mm	0.5 mm	0.2 mm	0.08 mm		Wopn (%)	γmax (t/m³)		
PT-03	2.5-3	27.25	32.76	14.53	18.23	100	100	98	55	0.16	11.6	1.92	4.36	A2

Tableau V.12: Tableau des résultats des puits a ciel ouvert

1 er niveau : granularité :

$Dmax$ =31.5mm < 50mm

Tamisât à 80μm = 55% → 35% <55% <100% ⟶ Des sols fins de classe A

2eme niveau : granularité et argilosité :

Ip (%) =18.23 → 12 < 18.23 < 25 classes A2: sable fins argileux ;limons ;argiles et marnes peu plastiques.

le caractère moyen des sols de cette sous classe ;classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement.

dès que l'Ip atteint des valeurs ≥12 ;il constitue le critère d'identification le mieux adapté

Classement selon l'état hydrique :

$12 < I_p \leq 25$ (*) ou $2,5 < VBS \leq 6$	**A_2** Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques arènes...	IPI (*) ≤ 2 ou I_c (*) $\leq 0,9$ ou $w_n \geq 1,3\ w_{OPN}$	A_2 th
		$2 < IPI$ (*) ≤ 5 ou $0,9 \leq I_c$ (*) $< 1,05$ ou $1,1\ w_{OPN} \leq w_n < 1,3\ w_{OPN}$	A_2 h
		$5 < IPI \leq 15$ ou $1,05 < I_c \leq 1,2$ ou $0,9\ w_{OPN} \leq w_n < 1,1\ w_{OPN}$	A_2 m
		$1,2 < I_c \leq 1,4$ ou $0,7\ w_{OPN} \leq w_n < 0,9\ w_{OPN}$	A_2 s
		$I_c > 1,3$ ou $w_n < 0,7\ w_{OPN}$	A_2 ts

$1.2 < Ic \leq 1.4 = 1.26 \leq 0.9$ ⟶ Etat hydrique th.

Les résultats de la classification de tous les puits sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Pk	Classe	Description
SP-01	00+177	R3 (selon AFTES)	Sol rocheux ayant une résistance moyenne
SC-01	02+800	XA2 (selon NF P15-317 (PM) ou NF P15-319 (ES)	Sol ayant moyenne teneur en SO_4^-
PT-03	07+050	A_{2th} (selon GTR)	sable fins argileux ;limons ;argiles et marnes peu plastiques.

Tableau V.12: Tableau Récaptulatif

IV.4 Gites a matériaux et carrières d'emprunt:

Les terrassements comprennent l'ensemble de mouvements de terre destinés à régler la surface de sol ainsi que les différentes excavations pour la réalisation d'ouvrage de franchissement ou d'assainissement.

On distingue deux sortes de mouvements de terre :

- Remblais : c'est la masse de terre mise en œuvre, pour combler les creux, jusqu'à atteindre un niveau donné.
- Déblais : c'est toute la masse de terre enlevée ou décapée pour atteindre le niveau de sol.
- La réalisation d'un projet autoroutier nécessite deux catégories de matériaux de construction en masse qui sont :
  - Matériaux pour les remblais.
  - Granulats pour le corps de chaussée.

Le choix des matériaux pour les assises non- traitées est souvent imposé en fonction des disponibilités locales au voisinage du tracé, surtout lorsqu'on peut trouver des matériaux naturels en raison de leur coût relativement bas. Cependant, dans tous les cas, il est nécessaire, en fonction de l'importance du trafic, de rechercher les caractéristiques minimales permettant à ces assises d'assurer convenablement leurs rôles. Le présent rapport cible les gîtes et carrières potentielles situées dans la zone d'étude du projet.

La recherche de matériaux a avéré que la région de M'sila est riche en matériaux d'emprunt de bonne qualité.

Nous avons distingué au total 19 gites contenant des matériaux pour construction, des pierres de taille, agrégats.

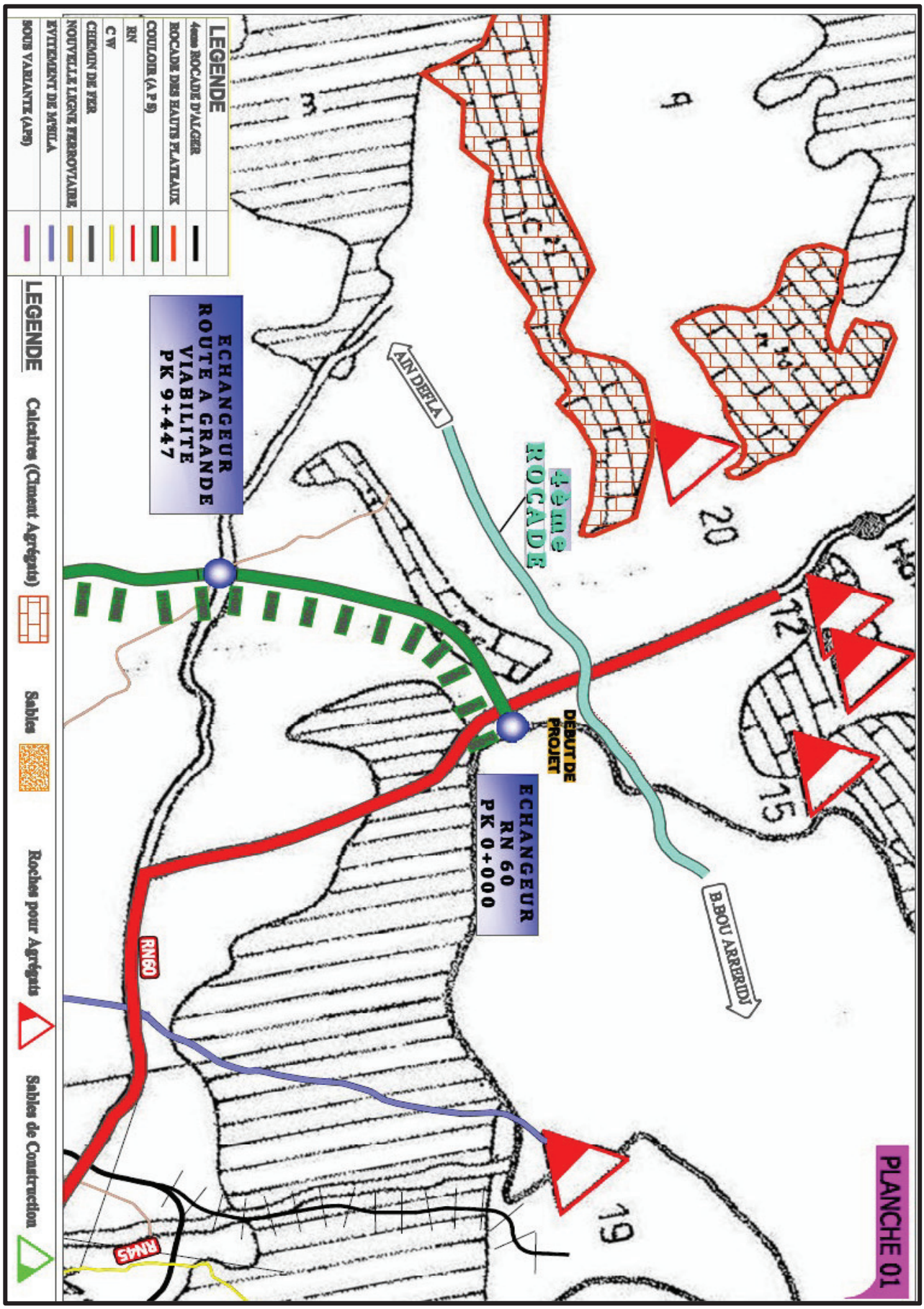


Figure V.5: Carte de gites suivi de la légende

Dans notre partie du tracé du Pk 0+00 a Pk 10+00 nous avons accès a 5 gites contenant des roches pour agrégat et 2 carrières de calcaires (ciment d'agrégat) :

N° du gite	Nom de gite	Coordonnées	Substance (âge)	Réserves ou paramètres estimatifs	Utilisation possibles	Compostions chimiques (%) ou propriétés physico-mécaniques	Observations
01	Djebel Semmach (i)	X=621 600 Y=154 800 L = 4°22'46'' I= 34°40'37''	Dolomies(Crétacé inférieur)	- Couche: Ep = 1.5m à 2.0 m	- Construction - Pierres de taille	**CaO** =40.32 - 29.68 - **Al_2 O_3** = jusqu'à 0.25 - **P_2O_5**= 0.04 – 0.08 - **MgO** =12.6 – 19.9 -**Fe_2O_3** = 0.46 - 0.75 -**K_2O** =0.35 – **SiO2**=1.75-2.89 - **SO3**=0.29-0.49 - **Na_2O**=0.05-0.06.	- Indice de valeur locale - Dolomies exploitées, à la main.
02	El Kherba (i)	X=603 400 Y=183 000 L = 3°50'40'' I= 34°55'44''	Dolomies (Crétacé)	- Couche : Ep = 1.5m - -Perspectives limitées	- Construction - Pierres de taille	**CaO** =30.52 - 33.73 - - **P_2O_5**= 0.02 **MgO** =15.27 – 20.5 -**Fe_2O_3** = 0.31 - 0.46 -**K_2O** =0.08 – **SiO2**=0.61-0.80 - **SO3**=0.3-0.33 - **Na_2O**=0.06.	- Indice présentant un intérêt pour les besoins locaux
03	Hammam Dalaa « I » (g)	X=655 400 Y=291 400 L = 4°25'14'' I= 35°54'33''	Calcaires (Crétacé supérieur)	- Couche : Ep = 5m à 30m - C2= 8 millions de tonnes	- Construction	**CaO** =49.63 - 54.53 - **Al_2 O_3** = 0.18-1.7– 0.08 -**MgO** =0.2 – 0.7 -**Fe_2O_3** = 0.15 - 1.4 – **SiO2**=0.54-5.34 - **SO3**=jusqu'a 0. 7 – **Rc** =500 à 800 – **Mv** =2.5 - 2.7 - **P** = 0.2- 8.9.	- Une évaluation détaillée, ainsi que la qualité de la matière première est recommandée
04	Hammam Dalaa « II » (g)	X=654 000 Y=291 400 L = 4°24'18'' I= 35°54'21''	Calcaires (Crétacé supérieur)	- Couche: Ep = 15m - -Réserves prévisionnelles =1 million de m^3	- Construction - Agrégats	**CaO** =53.48 - 54.88 -**MgO** =0.8 – 1.0 -**Fe_2O_3** = 0.31 – 0.46 -**K_2O** =0.05-0.11 – **SiO2** = 0.46-1.24 - **SO3**=jusqu'a 0. 7 - **Na_2O** = 0.07-0.08– **P_2O_5**= 0.01-0.05	- Travaux de prospection évaluation ainsi que la qualité de la matière première recommandés. - -Carrière d'agrégats de L'EPTPL avec un rendement annuel de 45.000 m^3
05	Ain Melh (g)	X=633 400 Y=171 000 L = 4°8'33'' I= 34°49'16''	Calcaires (Jurassique supérieur)	- Réserves prévisionnelles 3 millions de m^3	- Construction - Agrégats	**CaO** =51. 2 - 53.2 - **Al_2 O_3** = jusqu'à 0.25 - **P_2O_5**= 0.01 – 0.03 -**MgO** =0.6 – 0.8 -**Fe_2O_3** = 1.4 - 2.34 – **SiO2**=1.23 -3.28 - **SO3**=0.28-0.43 - **Na_2O**=0.06-0.08.	- Travaux de prospection évaluation ainsi que la qualité de la matière première recommandés. - -Carrière d'agrégats de SOPIL est en construction sur l'indice
06	Oued Maiter (g)	X=633 000 Y=217 400 L = 4°10'20'' I= 35°14'30''	Calcaires (Crétacé inférieur Albien)	- Réserves prévisionnelles 2 millions de m^3	- Construction des routes - Agrégats	**CaO** =45.08 - 54.04 - **P_2O_5**= 0.01-0.05 - **MgO** =1.4 – 7.83 -**Fe_2O_3** = 0.46 - 0.62 -**K_2O** =0.04-0.21 – **SiO2**=0.23-1.80 - **SO3**=0.22-0.61 - **Na_2O**=0.05-0.06 .	- Travaux de prospection évaluation ainsi que la qualité de la matière première recommandés. - Carrière d'agrégats de l'EPTPL avec un rendement annuel de 60.000 m^3
07	Zelaidja (g)	X=657 400 Y=290 000 L = 4°26'33'' I= 35°53'44''	Calcaires (Crétacé supérieur)	- 7 à 8 millions de tonnes	- Construction - Agrégats	**CaO** =55.58 - 56.26 - **P_2O_5**= 0.06 - **MgO** =0.2 – 0.3 -**Fe_2O_3** = 0.15 - 0.31 -**K_2O** =0.03-0.04 – **SiO2**=0.33-0.40 - **SO3**=0.32- **Na_2O**= jusqu'a 0.7.	- -Travaux de prospection évaluation ainsi que la qualité de la matière première recommandés. - Carrière d'agrégats de SOPIL avec un rendement annuel de 60.000 m^3

IV.5 Recommandations :

les recommandations à prendre en compte se résument ainsi :

IV.5.1 Extraction des déblais :

-Les sols meubles seront extraits moyennant des engins traditionnels (pelle et défonceuse).

-Les matériaux ripailles tels que les schistes, grès friables seront prélevés moyennant des rippers.

-Les déblais rocheux (calcaires et grès durs), nécessitent le recours à l'explosif pour leur extraction.

IV.5.2 Pentes des talus :

Déblais marneux :

la pente de ½ sera requise au droit des talus de plus de 8 m de hauteur, avec berme de 3 m de largeur chaque 5 m de hauteur.

Les talus seront inévitablement protégés contre l'infiltration des eaux par la mise en place de mesures de protections (masque drainant, végétalisation, etc.), et de drainage adéquat.

Déblais alluvionnaires :

→ Sols fins (argiles et limons) : pente de ½ , plus un drainage efficace des eaux superficielles.

→ Sol grenu (sableux et graveleux) : 2/3 .

IV.5.3 Stabilité des talus :

Une étude des stabilité des talus sera amorcé pour le tronçon Pk02+475 au Pk 02+750 ou nous avons des hauteurs de déblai qui excèdent 8m , En utilisant le logiciel Geo-5 nous obtenons les résultats suivants :

Slope stability analysis

Settings

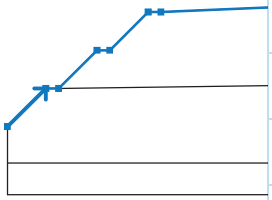
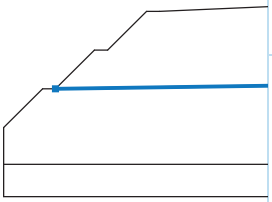
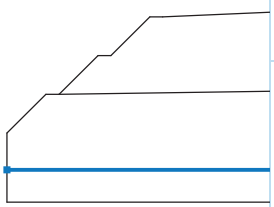
Standard - safety factors

Stability analysis

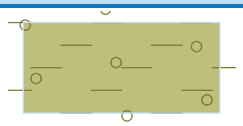
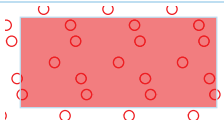
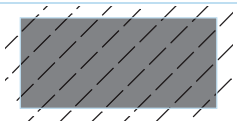
Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF_s =	1.50	[–]

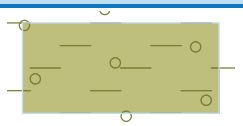
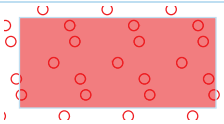
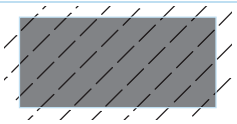
Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		2743.29	1416.55	2749.29	1422.55	2751.29	1422.55
		2757.29	1428.55	2759.29	1428.55	2765.29	1434.55
		2767.29	1434.55	2792.24	1435.63		
2		2751.29	1422.55	2792.24	1423.12		
3		2743.29	1410.84	2792.24	1410.84		

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	couche 1		28.00	19.00	20.00
2	couche 2		40.00	14.00	20.00
3	couche 3		40.00	8.00	20.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	n [–]
1	couche 1		20.00		
2	couche 2		20.00		
3	couche 3		20.00		

Soil parameters

couche 1

Unit weight :	γ	=	20.00	kN/m³
Stress-state :	effective			
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	28.00	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	19.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	20.00	kN/m³

couche 2

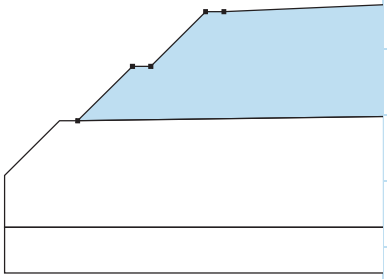
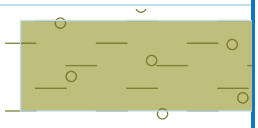
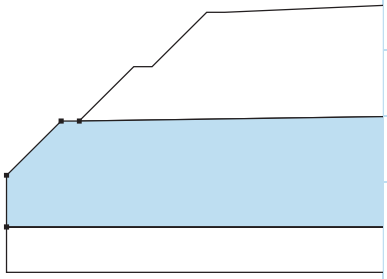
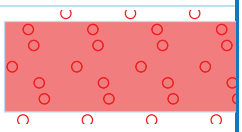
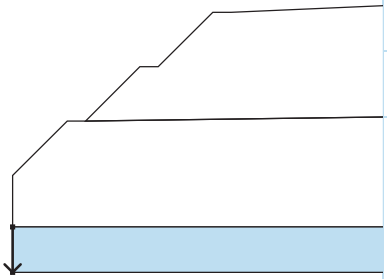
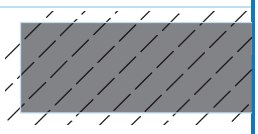
Unit weight :	γ	=	20.00	kN/m³
Stress-state :	effective			
Angle of internal friction :	φ_{ef}	=	40.00	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	14.00	kPa

Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m³

couche 3

Unit weight : γ = 20.00 kN/m³
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 40.00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 8.00 kPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		2792.24	1423.12	2792.24	1435.63	couche 1
		2767.29	1434.55	2765.29	1434.55	
		2759.29	1428.55	2757.29	1428.55	
		2751.29	1422.55			
2		2792.24	1410.84	2792.24	1423.12	couche 2
		2751.29	1422.55	2749.29	1422.55	
		2743.29	1416.55	2743.29	1410.84	
3		2743.29	1410.84	2743.29	1405.84	couche 3
		2792.24	1405.84	2792.24	1410.84	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

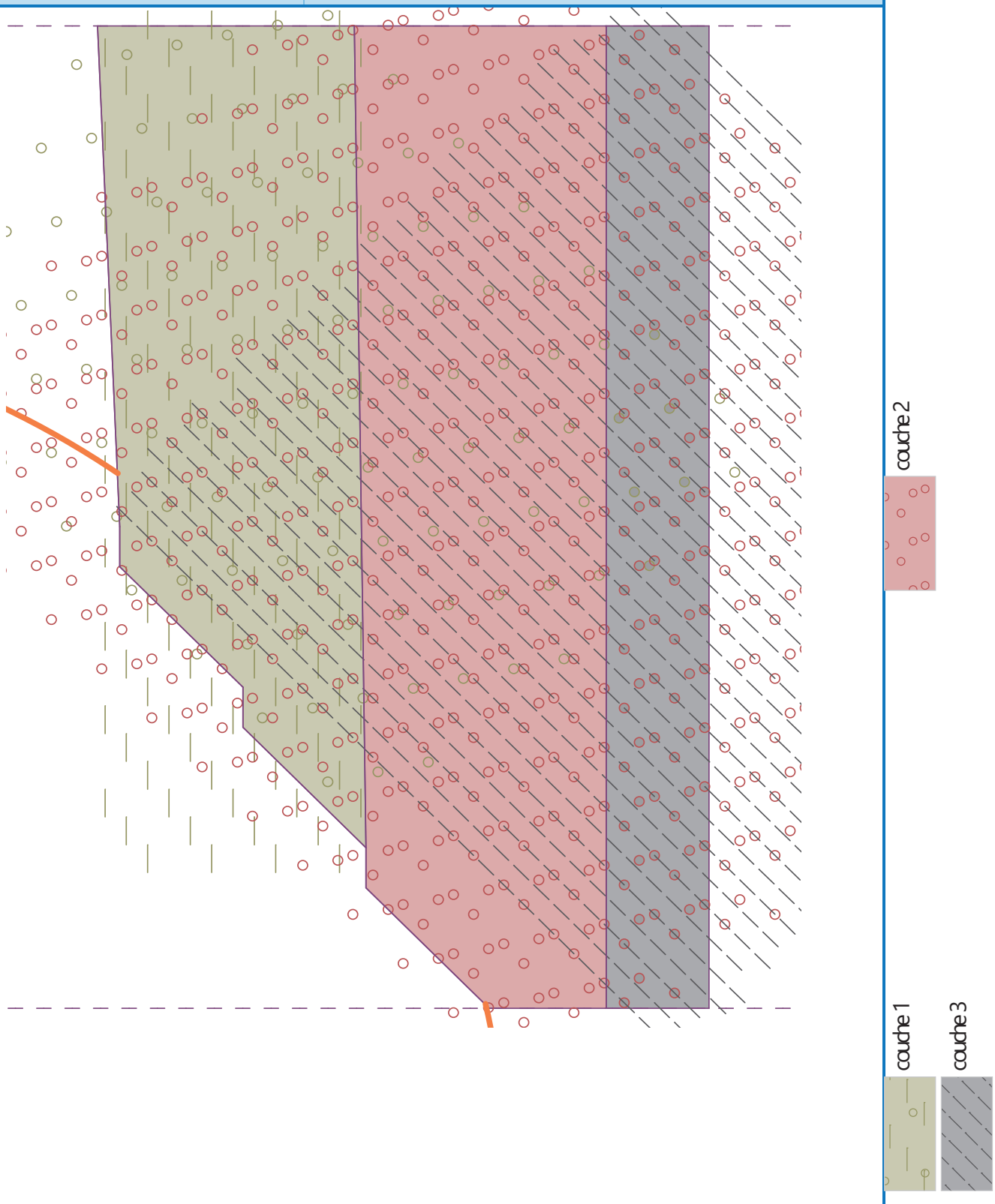
Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	2733.51	[m]	Angles :	α_1 =	13.04	[°]
	z =	1459.84	[m]		α_2 =	55.30	[°]
Radius :	R =	44.23	[m]				
Analysis of the slip surface without optimization.							

Slope stability verification (all methods)

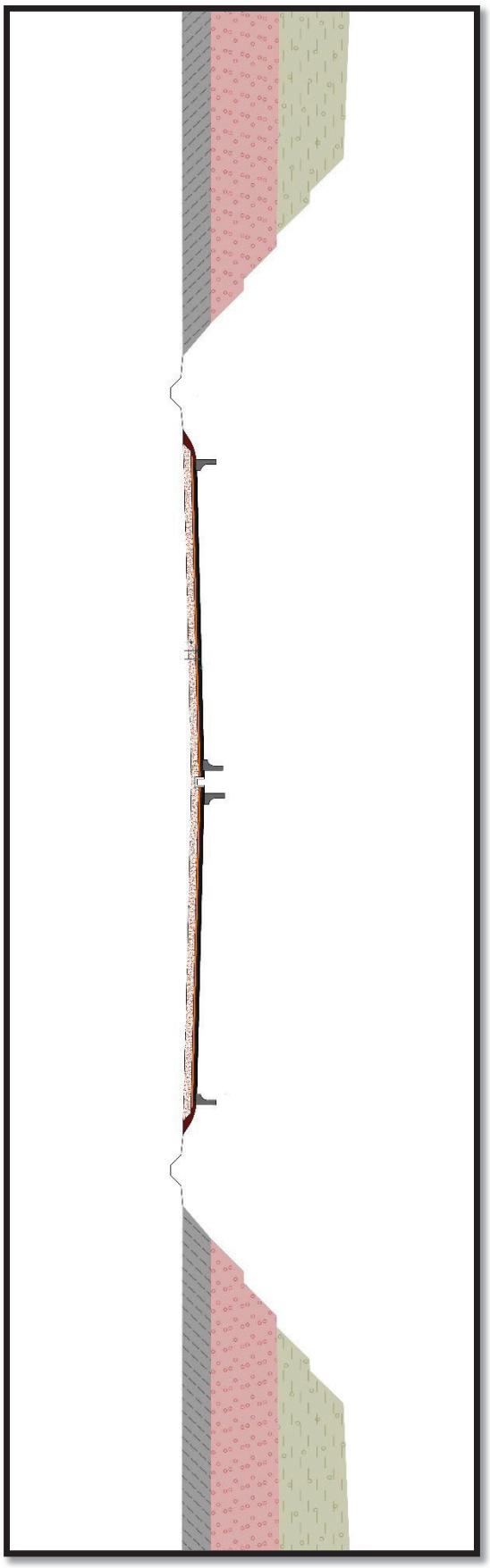
Bishop :	FS = 1.54 > 1.50	**ACCEPTABLE**
Fellenius / Petterson :	FS = 1.51 > 1.50	**ACCEPTABLE**
Spencer :	FS = 1.56 > 1.50	**ACCEPTABLE**
Janbu :	FS = 1.57 > 1.50	**ACCEPTABLE**
Morgenstern-Price :	FS = 1.57 > 1.50	**ACCEPTABLE**

Name :	Stage - analysis : 1 - 1



Analysis of the slip surface without optimization.

Ci joint une figure qui montre la disposition du talus par rapport a la route.



CHAPITRE V
DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

v. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

V.1 Introduction

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenus en temps opportun elles se dégradent, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maitre de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée. On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicules empruntant cette route.

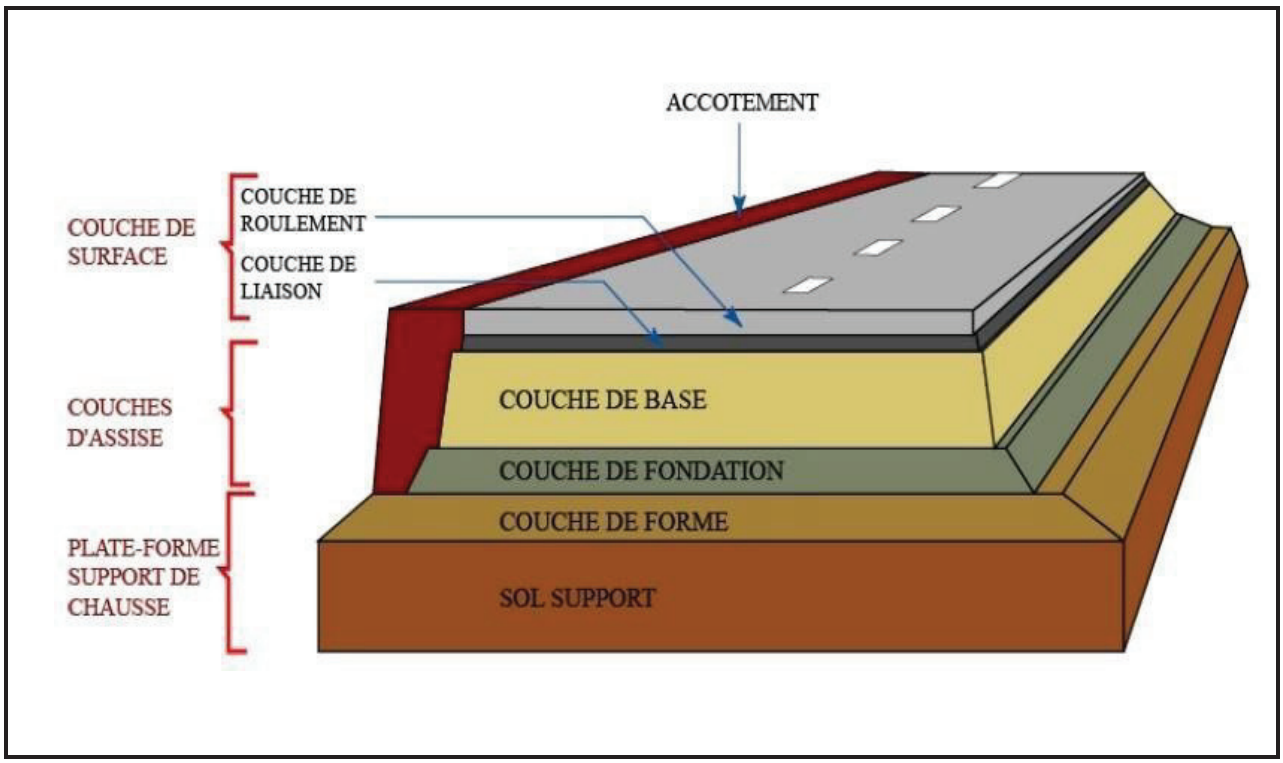


Figure VI.1 : Les éléments de chaussée

V.1.1 Méthode rationnelle

Ces méthodes se basent sur la connaissance du sol, des matériaux mis en place et du trafic envisagé, et font appel à des modèles mathématiques élaborés. Ces modèles fournissent les contraintes, déformations et déplacements à différents niveau.

a. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

Cette méthode se base essentiellement sur les paramètres suivants :

- Le trafic.
- La durée de vie.
- Les données climatiques.
- Le sol support de la chaussée. ➢ Le risque de calcul considéré. ➢ Les caractéristiques des matériaux.

1) Le trafic

- **Détermination du type de réseau principal**

On a :

$TJMA_0$	$TJMA_{2027}$	Taux de croissance
16431v/j	19048 v/j	3.5%

On a TJMA2020=19048 v/j > 1500 v/j Donc : Le réseau principal est RP1.

• **Réseau principal de niveau 1 (RP1)**

Il comporte des :

- liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules / jour
- liaisons reliant deux chefs-lieu de wilaya
- liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique

Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

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

L'évaluation du trafic sur notre section s'exprime sous la forme

TPL2027= TJMA2027 x Z x 2/3

TPL2027=19048 x 0.3 x 2/3 = 3810 PL/J/SENS

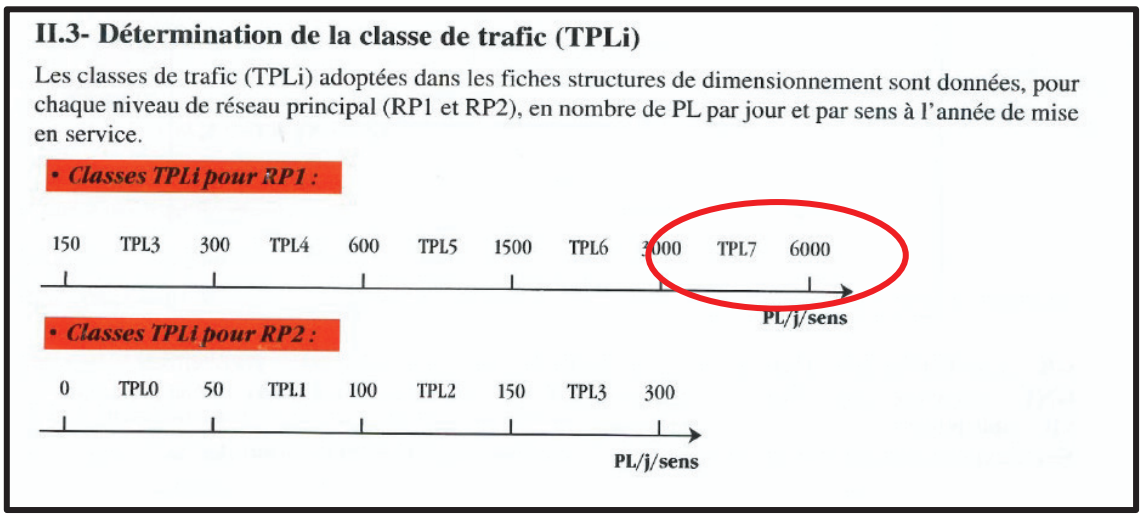
TPL_{2027}=3810 PL/J/SENS

Notre projet nous avons une chaussée de 3 voies.

D'après le catalogue du dimensionnement Algérien : la répartition du poids lourd est de 80% sur la voie la plus chargée.

TPL_{2027} x 0.8=3810 x 0.8=3048 PL/j/sens/voie plus chargée.

on a donc 3000<3048<6000 donc notre classe de trafic est : **TPL7.**



➢ Calcul du trafic cumulé de poids lourds (TCi)

Le TCi est le trafic cumulé de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie). Il est donné par la formule suivante :

$TCi(2027)=TPLi\times 365\times (-1+(1+i)^n)/ i$

$TCi(2027)=3810\times 365\times(-1+(1+0.03)^{20})/ 0.03$

TCi=37.36 $\times 10^6$PL j/sens/voie plus chargée

➢ Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi)

Le TCEi est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

Le calcul de TCEi qui fait intervenir l'agressivité (A) des PL, est donnée par la formule :

TCEi= TCi×A

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

Pour notre cas, la structure type sera en matériaux traités au bitume, et d'après **le tableau,** le coefficient **A = 0,6**

Tableau 11 : Valeurs du coefficient d'agressivité A

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

Alors :

TCEi=37.36×10^6 ×0.6=22.41×10^6essieux équivalents de 13 tonnes.

TCEi= 22.41×10^{6}essieux équivalents de 13 tonnes

2) La zone climatique

D'après le ≪**catalogue de dimensionnement des chaussées neuves** ≫, le site de projet est classé en **zone II**.

➢ La température équivalente

D'après le catalogue du dimensionnement algérien les valeurs de température équivalente (θéq) retenues pour le calcul du dimensionnement sont données

Tableau 8 : Choix des températures équivalentes

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

dans **le tableau.**On a une zone climatique **II** donc prend une température équivalente égale **20°C.**

3) La durée de vie

La durée de vie est 20 ans.

4) Le risque de calcul

Un risque de calcul sur une période de X années pris pour le dimensionnement de la chaussée, est la probabilité pour qu'apparaissent au cours de ces X années des dégradations structurelles qui impliqueraient des travaux de renforcement de la chaussée.

Pour notre projet d'après le catalogue du dimensionnement algérien on a un risque (r%)=**2%.**

Tableau 5 : Risques adoptés pour le réseau RP1

	Classe de trafic (TPLi) (PL/ J/ sens)	TPL5	TPL6	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB GB/GNT..	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

5) Détermination de la classe de portance des sols :

Les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0 sont représentées dans **le tableau.**

Tableau 2 : Classes de portance des sols Si

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

Pour notre pénétrante on a CBR=0.71% donc la classe de portance est **S4**

6) Détermination de la classe de portance pour le dimensionnement :

E (Mpa) = 5×CBR = 5×0.71 = 3.55 Mpa

Tableau 4 : Classes de portance de sol-supports

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

(*) Relation obtenue à partir d'essais en laboratoire réalisés sur une famille de sols prédominants en Algérie.

Donc une classe de portance S4.

7) Sur classement des sols support de chaussée:

Lorsque des cas de sols de faible portance (<S4 et S3 en RP1) sont rencontrés, le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptables.

L'utilisation d'une couche de forme en matériaux naturels sélectionnés ou traités, permet un sur classement de portance du sol terrassé.

Tableau 5 : Sur classement avec couche de forme en matériau non traité

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

(*) Matériaux non traités : Grave non traitée (G.N.T.), matériaux locaux (T.V.O, tufs, etc...).
Pour l'utilisation des matériaux locaux, il est recommandé de faire une étude spécifique au laboratoire

Dans notre cas, on a un sol de portance S4 et on vise une portance S2.

On aura donc recours a une couche de forme d'épaisseur **60 cm en 2 couches de Tuf.**

6) Détermination le dimensionnement du corps de chaussée



D'après le catalogue du dimensionnement algérien la principale structure proposée en fonction du niveau de réseau principal **RP1**, la zone climatique **II**, durée de vie de **20ans**, taux d'accroissement **(3%),** portance de sol (**S2**) et une classe de trafic **(TPL7)**

-Matériaux traités au bitume **(MTB)** ⟶ GB/GB
⟶ GB/GNT

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure Suivante:
Couche de roulement : **BB =8 cm.**
Couche de base : **GB=14 cm.**
Couche de fondation : **GB=15cm**

7) Conditions aux interfaces

L'hypothèse sur le type d'interface de notre structure est : **toutes les interfaces sont collées**.

8) Calcul des sollicitations admissibles

Il faudra vérifier que εt et εz calculées à l'aide d'Alize LCPC, sont inférieures aux valeurs admissibles εtadm et εzadm, c'est-à-dire :

$$\varepsilon t < \varepsilon tadm \quad et \quad \varepsilon z < \varepsilon zadm$$

9) Calcul des déformations admissibles sur le sol support (εzadm)

La déformation admissible (εzadm) est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussée algériennes. Cette formule est la suivante:

$\varepsilon z, adm = 22\times10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$

$\varepsilon z, adm = 22\times10^{-3} \times (22.41 \times 10^{6})^{-0.235}$

$\varepsilon z, adm = 412\times 10^{-6}$

$\varepsilon z, adm = 412\times 10^{-6}$

10) calcul des sollicitations admissibles des matériaux :

$\varepsilon t,adm$ $=\varepsilon_6\,(10°,25HZ) \times Kne\times K\theta\times Kr\times Kc$

Avec :

- **$\varepsilon_6\,(10°,25HZ)$** : déformation limite détenue au bout de 10° cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10° et 25HZ (essai de fatigue).
- **Kne** : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- **Kθ** : facteur lié à la température.
- **Kr :** facteur lié au risque et aux dispersions.
- **Kc** : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

Avec :

$$Kn_e = \left(\frac{10^6}{TCE_i}\right)^b \quad ; K_\theta = \sqrt{\frac{E(10°c)}{E(\theta_{éq})}} \quad ; K_r = 10^{-tb|\delta}$$

On note:

- ✓ **TCEi :** Trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.
- ✓ **b :** Pente de la droite de fatigue (b<0).
- ✓ **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.
- ✓ **б** : f (dispersion).

$$б = \sqrt{SN^2 + (\frac{C}{b} sh)^2}$$

on rajoute:

SN : Dispersion sur la loi de fatigue.

C : Coefficient égal à 0.02.

Sh : Dispersion sur les épaisseurs cm)

t : Fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%).

11) Application au projet

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et le tableau suivant :

Tableau 13 : 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

***BB** : béton bitumineux, **GB** : grave bitume, **SB** : sable bitume*

On résume les paramètres suivants :

- θeq = température équivalent (θeq=20°C) → E (20° ,10Hz)=7000Mpa.
- ε_6 (10°,25Hz)=100×10^{-6}
- C coefficient égal à 0.02

- -1/b=6.84 → b=-0.146
- Kne= $\left(\frac{10^6}{TCE_i}\right)^b$ = $(10^6/22.41x10^6)^{-0.146}$ = 1.57
- Kθ= $\sqrt{\frac{E(10°c)}{E(\theta_{éq})}}$ = $\sqrt{\left(\frac{12500}{7000}\right)}$ = 1.336
- Kc=1.300
- Kr= $10^{-tb\delta}$ avec: t=-2.054 et Sh=3 et SN=0.45 et Sh=3

Tableau 16 : Valeurs de t = f (r%)

r%	2	3	5	7	10	12	15
t	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	1,036
r%	20	23	25	30	35	40	50
t	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

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

$\sqrt{(0.45^2+(0.02 \times 3/0.146)^2}=0.609$

$Kr=10^{-0.146 \times 0.609 \times 2.054}$

Kr=0.6567

12) calcul de déformation admissible de traction (εt, adm)

εt, adm=$100\times 10^{-6} \times 1.336 \times 1.57 \times 0.6567 \times 1.3$

εt, adm=179.06 × 10^{-6}

13) Vérification en fatigue de la structure

Il faudra vérifier que εt et εz calculé à l'aide de Alizé-LCPC soient inferieur aux valeurs admissibles calculées, c'est -dire respectivement à εt, adm **et** εz, adm.

- **εt :** Etant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.
- **εz** : Etant la déformation verticale sur le sol support.

➢ Résultats de la simulation

Voici les résultats de la simulation à l'aide du logiciel Alizé-LCPC :

épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0	0,350	0,000	31,9	0,263	32,1	0,658
	collé		0,080	13,7	0,242	72,3	0,574
0,140	7000,0	0,350	0,080	13,7	0,389	34,0	0,574
	collé		0,220	-16,9	-0,083	31,4	0,176
0,150	7000,0	0,350	0,220	-16,9	-0,083	31,4	0,176
	collé		0,370	-65,2	-0,648	62,3	0,013
infini	50,0	0,350	0,370	-65,2	0,002	219,3	0,013

Tableau VI.2 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC

Tableau récapitulatif

	Déformations calculées	Déformations admissibles
εz (sol support) × 10^{-6}	219.3	412
εt (à la base de GB) × 10^{-6}	65.2	179

La structure est donc vérifiée car :

εz < εz, adm et εt< εt, adm

V.2 Conclusion :

Donc la structure retenue pour notre projet est :

8 BB
14 GB
15 GB
30 TUF
30 TUF

CHAPITRE VI
CUBATURES

VI. CUBATURES

VI.1 Introduction

Les cubatures sont un ensemble d'opérations qui consistent a déterminer le volumes des déblais et remblais dans un projet : elle quantifie donc la quantité des terres a apporter en cas de remblais et celles a enlever en cas de déblais dans le projet.

Cette évolution est quantifiée a l'aide des paramètres suivant :

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

VI.2 Les méthodes de calcul

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles Nous citerons :

- Méthode de la moyenne des aires
- Méthode de l'air moyenne
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

Pour calculer un volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, qui est une méthode très simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur par excès. Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

VI.3 Description la méthode de la moyenne des aires

Pour cette méthode en utilisant la formule suivante qui calcul le volume compris entre deux profils successifs :

$$V=\frac{Hm}{6}((S1+ S2 + 4S_m)$$

- **Hm** : hauteur moyenne entre deux profils.
- **S1** : surface de profil en travers P1.
- **S2** : surface de profil en travers P2.
- **Sm** : surface limitée à mi- distances des profils.

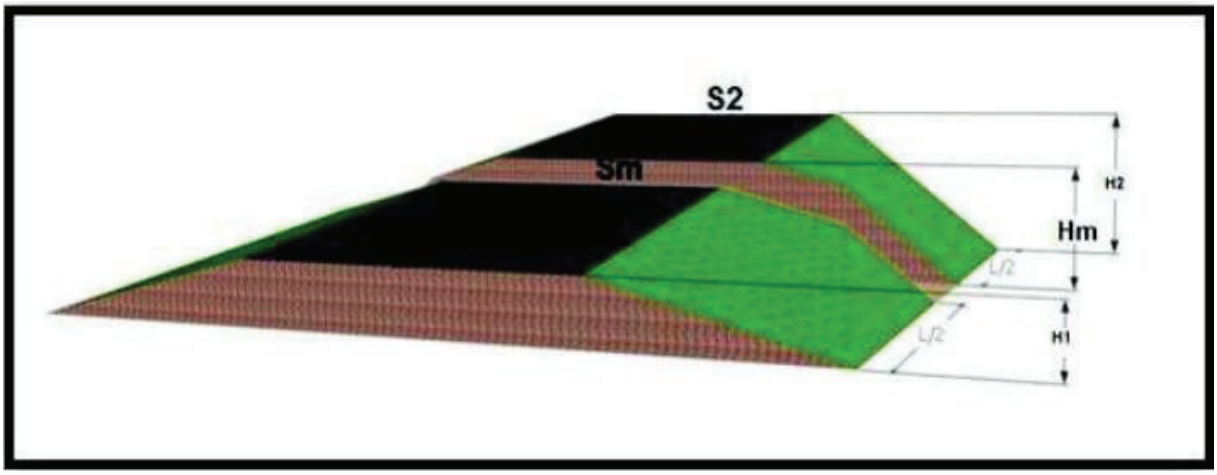


Figure VII.1 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné

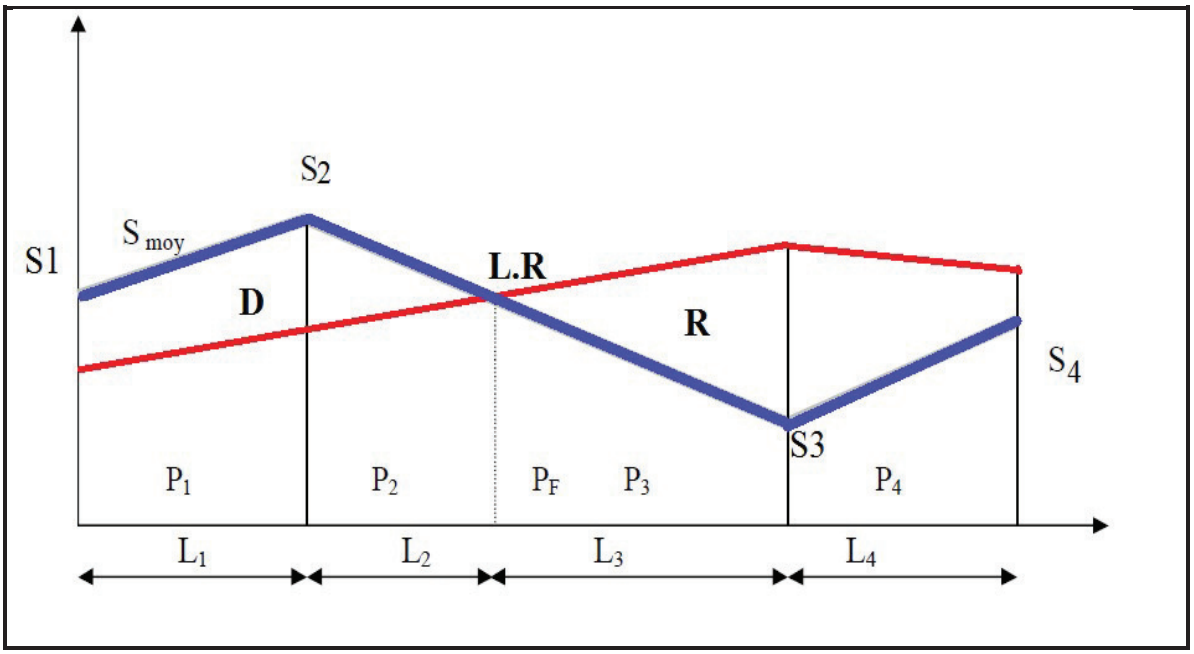


Figure VII.2 :Schématisation des déblais et remblais sur le profil en long

- **P_F :** profil fictif, surface nulle.
- **S_i :** surface de profil en travers Pi.
- **Li** : distance entre deux profils.
- **S_{moy} :** surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i).

VI.4 Exemple d'application d'un calcul

Le volume compris entre deux profils en travers Pi et Pi+1 de section Si, Si+1 est égale

$$V = \frac{Hm}{6}((S1 + S2 + 4S_m)$$

On a : $S_m = \frac{(Si+Si+2)}{2}$

Donc :

- ✓ Entre P1 et P2 : $V^1 = L_1 \times \frac{(S1+S2)}{2}$
- ✓ Entre P2 et PF : $V^2 = L_2 \times \frac{(S2+0)}{2}$
- ✓ Entre PF et P3 : $V^3 = L_3 \times \frac{(0+S3)}{2}$
- ✓ Entre P3 et P4 : $V^4 = L_4 \times \frac{(S3+S4)}{2}$

Le volume total V_t : $V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

$$V_t = S1 \times (\frac{L1}{2}) + S2 \times \frac{(L1+L2)}{2} + S3 \times \frac{(L3+L4)}{2} + S4 \times (\frac{L4}{2})$$

NB : le calcul des cubatures de notre projet a été effectué à l'aide de logiciel AUTOPISTE, et les résultats complets de calcul sont joints en annexe.

CHAPITRE VII
ASSAINISSEMENT

VII. ASSAINISSEMENT

VII.1 Introduction

Les opérations de drainage jouent un rôle crucial dans l'ingénierie des routes, visant à évacuer efficacement et en toute sécurité les eaux pluviales grâce à des calculs de flux précis. Ces opérations incluent la conception et l'implémentation de systèmes hydrauliques qui sont à la fois techniquement appropriés et économiquement viables.

L'objectif principal de l'assainissement routier est de :
- Garantir une évacuation rapide des eaux de pluie tombant directement sur la chaussée, prévenant ainsi le risque d'aquaplaning.
- Maintenir de bonnes conditions de circulation.
- Réduire les coûts de maintenance.
- Prévenir les problèmes d'érosion.
- Protéger l'infrastructure routière, car la présence d'eau accélère la détérioration de la surface, augmente l'humidité du sol de base, affecte la capacité portante et diminue les propriétés mécaniques de la chaussée.

VII.2 Données climatologique

La Wilaya de M'Sila est doté d'un climat désertique. Tout au long de l'année, la pluie y est techniquement inexistante. La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type BWk. M'Sila affiche une température annuelle moyenne de 15.8 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 225 mm.

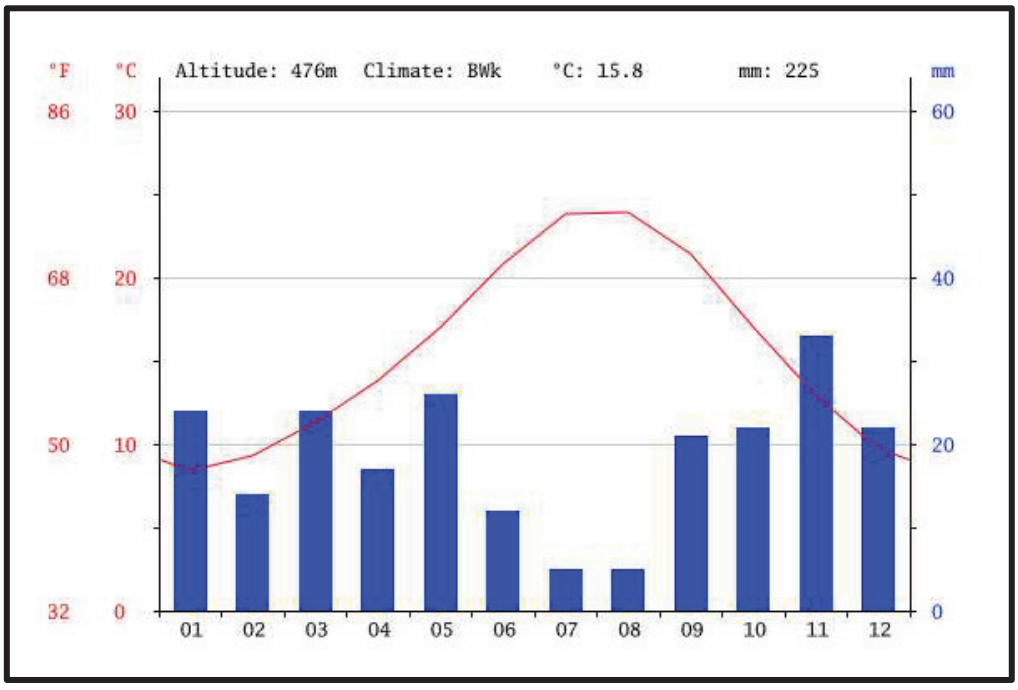


Figure VIII.2 :Diagramme climatique

Avec 5 mm, le mois de Juillet est le plus sec. Les précipitations record sont enregistrées en Novembre. Elles sont de 33 mm en moyenne.

VII.3 Dimensionnement du réseau d'assainissement a projeté

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximal des eaux de ruissellements susceptible d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée **la méthode rationnelle** qui est utilisée pour l'établissement des débits pour les ouvrages drainant des petits bassins versant.

VII.3.1 Estimation des débits de crue :

Le calcul du débit maximum est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché, celle-ci se dérive de la méthode dite rationnelle et elle donnée par la formule suivante :

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

Avec :

Qa= débit maximum d'eau pluviale

(m^3/s)

C= coefficient de ruissellement.

I=intensité des pluies maximales en (mm/h) égale au temps de concentration Tc(h)

A=Aire du bassin d'apport (km^2)

K =Coefficient de conversion des unités, égale à **K : 0.278** pour les unités suivantes

Q_a (m^3/s), I (mm/h), A (km^2).

❖ Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces Imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- la couverture végétale.
- la forme, la pente.
- la nature du terrain.

Le coefficient de ruissellement sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY ou C est la somme de trois coefficients partiels :

$$C=c1+c2+c3$$

Avec :
C1=dépend de la pente longitudinale du talweg.
C2=dépend de la nature du sol
C3=dépend de la couverture végétale du bassin versant.

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

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

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

❖ temps de concentration

La durée ***t*** de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de Concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé Respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit :

Bassin versant < 5Km² : Formule de Ventura

$$t_c = 0.127\sqrt{\frac{S}{P}}$$

Bassin versant entre 5Km² et 25Km²: Formule de Passini

$$t_c = 0.108\frac{\sqrt[3]{S.L}}{\sqrt{P}}$$

Bassin versant > 25Km² :Formule de Giandotti

$$t_C = \frac{4\sqrt{S}+1.5L}{0.8\sqrt{H_{moy}-H_{min}}}$$

Avec :

- **tc** : Temps de concentration (heure).
- **A** : Superficie du bassin versant (km²).
- **L** : Longueur de bassin versant (km).
- **P** : Pente moyenne du bassin versant.
- **H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (*m*).

❖ l'intensité de pluie

L'intensité de la pluie « I » s'exprime en fonction du temps et de l'intervalle de récurrence (fréquence) de la pluie suivant la position géographique.

Elle est tirée à partir des graphes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) ou bien par la formule de

MONTANA :

$$I(t, T)=a(T).t^{-b}$$

Avec :

- **I** : intensité de pluie exprimée en (mm/h).
- **T** : période de retour exprimé en (années).
- **t** : temps de concentration exprimé (en heures).
- **a** et **b :** paramètres de Montana avec b=0.62.

La valeur de b est de 0.80.

Le paramètre «a» pour les différentes fréquences est donné dans le tableau suivant :

T (ans)	2	5	10	20	50	100
a(T)	10.7	16.0	19.4	22.8	27.1	30.3

Le tracé des courbes IDF pour la station météorologique concerné par notre projet est le suivant :

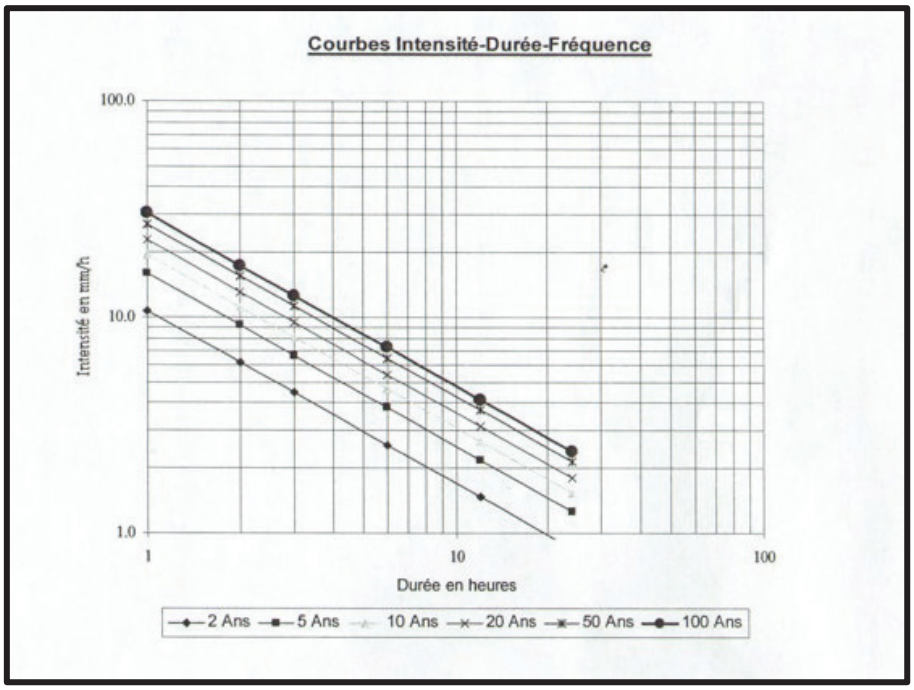


Figure VIII.3 :Courbe IDF

La fréquence f

Les fréquences de calcul hydraulique pouvant être utilisés pour la conception des éléments du système de drainage sont présentés suivant la période de retour T=100 ans.

❖ le débit de saturation Qs

Il est donné par la formule de MANING STRIKLER suivante :

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

Avec :

K_{st} : Coefficient de STRICKLER qui dépend de la structure de parois de l'ouvrage.

S_m : Section mouillée.

R_h : Rayon hydraulique en (m)

I : Pente longitudinale du canal en (m/m).

VII.4 Application pour notre projet

VII.4.1 Les caractéristiques physiques des bassins versants

Le tableau résume les caractéristiques physiques des bassins versants :

N° PK	BV	A (km^2)	H_{min} (m)	H_{max} (m)	longueur du talwaeg	Pente moyenne	Temp de concentration
00+136	BV1	320.45	620	1902	31.37	0.10	6.77
00+269	BV2	0.15	630	682	0.74	0.10	0.16
01+067	BV3	0.09	660	682	0.23	0.10	0.12
01+143	BV4	0.32	650	688	0.66	0.08	0.25
01+395	BV5	0.15	650	688	0.35	0.08	0.17
01+927	BV6	0.09	659	688	0.20	0.05	0.16
02+221	BV7	6.91	610	833	4.01	0.08	1.15
02+770	BV8	0.05	675	730	0.21	0.22	0.06
03+033	BV9	0.11	670	730	0.58	0.12	0.12
03+319	BV10	0.09	647	725	0.50	0.19	0.09
03+506	BV11	0.12	629	725	0.61	0.10	0.14
05+164	BV12	2.08	589	750	2.97	0.08	0.66
06+824	BV13	3.26	565	767	5.06	0.09	0.78
06+967	BV14	0.16	568	585	0.46	0.02	0.33
07+360	BV15	0.10	559	582	0.36	0.04	0.19
07+722	BV16	0.14	555	575	0.36	0.02	0.37
08+240	BV17	0.19	547	575	0.42	0.06	0.23
09+142	BV18	0.32	535	557	0.49	0.11	0.22

Tableau VIII.1 : caractéristiques physiques des bassins versants

VII.4.2 Calculs des débits

- **Exemple de calcul au Pk 00+269 (BV2) :**

On a A<5 km^2 : donc on applique la formule de Ventura :

On a P=0.1% (voir le tableau ci-dessus).

➢ Calcul du temps de concentration

$$tc=0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}=0.127 \times \sqrt{\frac{0.15}{0.1}}$$

tc =0.15554 heure

➢ Calcul de l'intensité I(t)

$I(t, T)=a(T).t^{-b}$ avec (T=10ans, a=19.4, b=0.80, tc=0.15554).

$I(t, T)=19.4\times 0.15554^{-0.80}=85.966$ mm/h

I(t, T)= 85.966 mm/h

➢ Calcul de débit Q_{10}

Les valeurs des coefficients C_i sont données dans les tableaux précédents :
C=c1+c2+c3=0.1+0.3+0.3=0.70.

Q_{10}=K.C.I.A=0.278×0.7× 85.966 × 0.15=2.5 m3/s.

Les résultats sont résumé dans le tableau suivant :

N° PK	BV	A (km^2)	Coefficient de ruissellement				T	Intensité de précipitation	Débit de crue
			C1	C2	C3	C			
00+136	BV1	320.4	0.10	0.30	0.30	0.7	100	6.56	408.80
00+269	BV2	0.15	0.10	0.30	0.30	0.7	10	84.39	2.50
01+067	BV3	0.09	0.10	0.30	0.30	0.7	10	105.17	1.86
01+143	BV4	0.32	0.10	0.30	0.30	0.7	10	59.03	3.63
01+395	BV5	0.15	0.10	0.30	0.30	0.7	10	79.59	2.28
01+927	BV6	0.09	0.10	0.30	0.30	0.7	10	82.18	1.37

02+221	BV7	6.91	0.10	0.30	0.30	0.7	50	24.30	32.66
02+770	BV8	0.05	0.20	0.30	0.30	0.8	10	185.55	1.96
03+033	BV9	0.11	0.20	0.30	0.30	0.8	10	103.29	2.57
03+319	BV10	0.09	0.20	0.30	0.30	0.8	10	138.67	2.66
03+506	BV11	0.12	0.3	0.30	0.30	0.9	50	131.33	3.79
05+164	BV12	2.08	0.05	0.30	0.30	0.65	50	37.71	14.19
06+824	BV13	3.26	0.10	0.30	0.30	0.7	50	33.16	21.02
06+967	BV14	0.16	0.05	0.30	0.30	0.65	10	46.76	1.36
07+360	BV15	0.10	0.10	0.30	0.30	0.7	10	73.07	1.39
07+722	BV16	0.14	0.05	0.30	0.30	0.65	10	43.35	1.13
08+240	BV17	0.19	0.10	0.30	0.30	0.7	10	63.61	2.36
09+142	BV18	0.32	0.10	0.30	0.30	0.7	50	90.63	5.69

Tableau VIII.2 : Surface des bassins versants et débits de crues

VII.4.3 Dimensionnement hydrauliques

- Les dalots
- Les passages busés
- Les ponts

Afin d'assurer un drainage judicieux le long de l'itinéraire. Les différents types sont représentés comme suit :

- Des buses qui ont pour but d'assurer l'écoulement des eaux lorsque leur volume est faible.
- Pour le volume important on construit alors des dalots.

On vérifie que le dimensionnement des ouvrages choisis fournit des conditions d'écoulement :

- Un écoulement a surface libre
- Une hauteur d'eau amont acceptable
- Une revanche pour le passage des corps flottants.

➢ Dimensionnement des buses

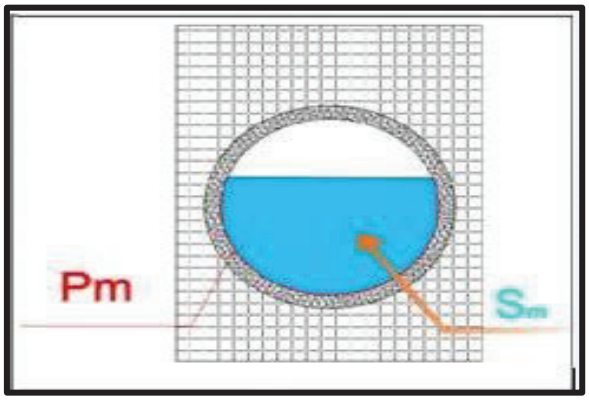


Figure VIII.4 :Schéma d'une buse

→ Exemple de dimensionnement d'une buse au pk 00+269 :

Pour le BV2 on a le débit de crue est égale a 2.5 m^3/s.

→ Détermination de la dimension du Buse :

Pour le dimensionnement des buses on prend :

$$Q_S = K \ S \ Rh^{2/3} \ I^{1/2}$$

S_m : section mouillée en (m^2).
Rh : rayon Hydraulique en (m).

$$Rh = \frac{S_m}{P_m}$$

Q_S : Débit de saturation (m^3/s).
P_m : périmètre mouillé en (m).
I : pente moyenne de l'oued.
K : coefficient de rugosité de Strickler.

Voici quelques ordres de grandeur du coefficient de Strickler :

Nature des parois	Valeur de K en $m^{1/3}/s$
Béton lisse	75-90
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50
Rivière de plaine, sans végétation arbustive	35-40
Rivière de plaine, large, végétation peu dense	30
Rivière à berges étroites très végétalisées	10-15
Lit majeur en prairie	20-30
Lit majeur en vigne ou taillis	10-15
Lit majeur urbanisé	10-15
Lit majeur en forêt	<10

Nous prenons :

35 pour les ponts
70 pour les dalots
80 pour les buses

$Q=K\ S\ Rh^{2/3}\ I^{1/2}$ et $S=\pi\times R^2$

$$R=\left(\frac{2^{2/3}\times Q}{K\ \times\pi\times I^{1/2}}\right)^{3/8}$$

On prends l'exemple de pk 00+ 269 :

$R=(2^{2/3}$ x 3.83/80 x3.14 x $0.01^{0.5})^{3/8}$
R=0.58 m alors D=1.175m alors on prend ϕ=1500m.

→ vérification des conditions de dimensionnement hydraulique pour les buses

a-Calcul de débit a pleine section

$Qps=S_m.K_{st}.R_h^{2/3}.I^{1/2}=\pi\times 0.6^2\times 80\times(0.6/2)^{2/3}\times 0.01^{1/2}=3.96\ m^3/s$

Qps= 3.96 m³/s

b. Calcul de vitesse a pleine section Vps

Vps=Qps/s=3.96/(π *0.6²)=3.5m/s

Vps=3.5 m/s.

c. Calcul de la vitesse de l'écoulement

Q/Qps= 3.8/3.96=0.959 D'après **donc** on a :

V/Vps= 1.14 donc V= Vps ×1.14=3.5 x 1.14 =3.99 m/s < 4m/s (verifié).

Et : 3.99>1m/s (verifié).

d. Calcul de la hauteur de remplissage

Q/Qps= 3.8/3.96=0.959 D'après **le tableau** on a H/D=0.78
Donc le taux de remplissage de la buse est de 78% <80% (vérifié).

e. Condition d'autocurage

Q=0.1Q_{PS} → donc V=0.638 x Vps=0.638 x 3.5=2.1 > 0.6 (verifié).

Q=0.01Q_{PS} → donc V=0.315 x Vps=0.315 x 3.5=1.1025 > 0.3 (verifié).

N°BV	PK	Qa=Q100	I(%)	Diamètres calculé (mm)	Diamètres Standard (mm)
2	00+269	3.8	1	1175	1200

f. Résultats des vérifications

PK	Ouvrage hydraulique	La vitesse d'écoulement (m/s)	Condition d'autocurage		Le taux de remplissage (%)
			V=0.638Vps (m/s)	V=0.315Vps (m/s)	
00+269	Buse ϕ=1200mm	3.5	2.1	1.1025	78

Tableau VIII.3 : Résultats de vérification des calculs de la buse

➢ Dimensionnement des dalots :

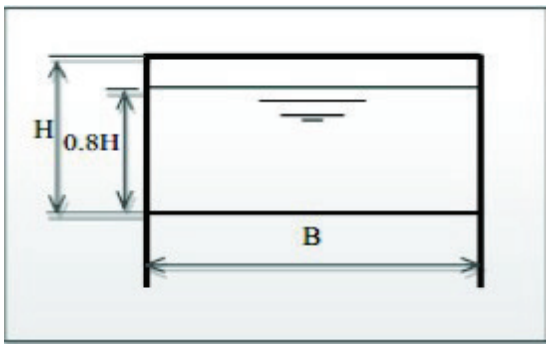


Figure VIII.5 :Schéma d'un dallot

- **Exemple de dimensionnement d'ouvrage transversal au 03+550**

Pour BV 9+10+11 on a: Q= 4.042+4.163+4.385= 12.58 m^3/s

Il existe plusieurs formes pour le dimensionnement des dalots. Les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

a. La surface mouillée : $S_m = 0.8H \times B$

b. Le périmètre mouillé : $P_m = 1.6H + B$

c. Le rayon hydraulique : $\frac{Sm}{Pm} = \frac{0.8H \times B}{1.6H+B}$

Qs=Qa $h = \left(\frac{1}{0.8 \times b}\right) \times \left(\frac{Qa}{Kst+\sqrt{I}}\right)^{3/5} \times (1.6 \times h + b)^{2/5}$

On prend b= 2 m et on tire la hauteur h par itération qui vérifie cette inégalité. On trouve : h =1.63; alors on prend un dalot de 2m de hauteur et 2m de largeur (2×2).

- **Vérification des conditions de dimensionnement hydraulique pour les dalots**

a. Calcul de débit a plein section

$Qps = S_m.K_{st}.R_h^{2/3}.I^{1/2} = (0.8x2x2.5)x70x(0.8x2x2.5 / 1.6 \times 2.5 + 2)^{3/5} \times 0.01^{0.5}$
$= 18.667\ m^3/s$

b. Calcul de la vitesse a plein section :

Vps=Qps/s=18.667 / (2*2.5)=3.73 m/s

Vps=3.73 m/s.

c. Condition d'autocurage :

PK	Ouvrage hydraulique	La vitesse d'écoulement (m/s)	Condition d'autocurage		
			V>1 m/s	V<4m/s	Taux de remplissage=<80%
03+550	Dalot 2m x 2m	3.73	3.73>1	3.73<4	=80%

Tableau VIII.5 : Résultats de vérification des calculs du dalot

CANALISATIONS CIRCULAIRES PARTIELLEMENT REMPLIES

H/D	TETA	Q/QPS	V/VPS	S/SPS	L/D	RH/D	RFR
0.02	0.2838	0.001	0.14	0.005	0.280	0.013	0.151
0.04	0.4027	0.003	0.22	0.013	0.392	0.026	0.187
0.06	0.4949	0.007	0.29	0.024	0.475	0.039	0.210
0.08	0.5735	0.013	0.35	0.037	0.543	0.051	0.228
0.10	0.6435	0.021	0.40	0.052	0.600	0.064	0.241
0.12	0.7075	0.031	0.45	0.068	0.650	0.075	0.251
0.14	0.7670	0.042	0.50	0.085	0.694	0.087	0.260
0.16	0.8230	0.056	0.54	0.103	0.733	0.099	0.266
0.18	0.8763	0.071	0.58	0.122	0.768	0.110	0.272
0.20	0.9273	0.088	0.62	0.142	0.800	0.121	0.276
0.22	0.9764	0.106	0.65	0.163	0.828	0.131	0.279
0.24	1.0239	0.126	0.68	0.185	0.854	0.142	0.281
0.26	1.0701	0.148	0.72	0.207	0.877	0.152	0.283
0.28	1.1152	0.171	0.75	0.229	0.898	0.161	0.284
0.30	1.1593	0.196	0.78	0.252	0.917	0.171	0.284
0.32	1.2025	0.222	0.80	0.276	0.933	0.180	0.284
0.34	1.2451	0.249	0.83	0.300	0.947	0.189	0.283
0.36	1.2870	0.277	0.86	0.324	0.960	0.198	0.281
0.38	1.3284	0.307	0.88	0.349	0.971	0.206	0.279
0.40	1.3694	0.337	0.90	0.374	0.980	0.214	0.277
0.42	1.4101	0.368	0.92	0.399	0.987	0.222	0.274
0.44	1.4505	0.400	0.94	0.424	0.993	0.229	0.271
0.46	1.4907	0.433	0.96	0.449	0.997	0.237	0.268
0.48	1.5308	0.466	0.98	0.475	0.999	0.243	0.264
0.50	1.5708	0.500	1.00	0.500	1.000	0.250	0.260
0.52	1.6108	0.534	1.02	0.525	0.999	0.256	0.255
0.54	1.6509	0.568	1.03	0.551	0.997	0.262	0.250
0.56	1.6911	0.603	1.05	0.576	0.993	0.268	0.245
0.58	1.7315	0.637	1.06	0.601	0.987	0.273	0.239
0.60	1.7722	0.672	1.07	0.626	0.980	0.278	0.233
0.62	1.8132	0.706	1.08	0.651	0.971	0.282	0.227
0.64	1.8546	0.740	1.09	0.676	0.960	0.286	0.221
0.66	1.8965	0.773	1.10	0.700	0.947	0.290	0.214
0.68	1.9391	0.806	1.11	0.724	0.933	0.293	0.207
0.70	1.9823	0.837	1.12	0.748	0.917	0.296	0.200
0.72	2.0264	0.868	1.13	0.771	0.898	0.299	0.192
0.74	2.0715	0.898	1.13	0.793	0.877	0.301	0.184
0.76	2.1176	0.926	1.14	0.815	0.854	0.302	0.175
0.78	2.1652	0.953	1.14	0.837	0.828	0.304	0.166
0.80	2.2143	0.977	1.14	0.858	0.800	0.304	0.157
0.82	2.2653	1.000	1.14	0.878	0.768	0.304	0.148
0.84	2.3186	1.021	1.14	0.897	0.733	0.304	0.138
0.86	2.3746	1.039	1.14	0.915	0.694	0.303	0.127
0.88	2.4341	1.054	1.13	0.932	0.650	0.301	0.116
0.90	2.4981	1.066	1.12	0.948	0.600	0.298	0.104
0.92	2.5681	1.073	1.12	0.963	0.543	0.294	0.091
0.94	2.6467	1.076	1.10	0.976	0.475	0.289	0.077
0.96	2.7389	1.071	1.09	0.987	0.392	0.283	0.061
0.98	2.8578	1.057	1.06	0.995	0.280	0.274	0.041
1.00	3.1416	1.000	1.00	1.000	0.000	0.250	0.000

Tableau VIII.6 : Caractéristiques des canalisations circulaires

Le tableau suivant résume les ouvrages hydrauliques de notre projet :

N° PK	BV	Débit De crue	Débit capable	vitesse	Pente	Type d'ouvrage	Débit de crue
00+200	BV1	408.80	/	/	/	OA01	L=55 ml
00+500	BV2	3,8316	3.96	3,38	1	Buse	Ø 1200
00+836	BV3	2,89389	3.96	2,55	1	Buse	Ø1200
1+095	BV4	5,71983	7.17	3,23	1	Buse	Ø1500
01+388	BV5	3,6502	3.96	3,22	1	Buse	Ø1200
01+950	BV6	2,2989	3.96	2,03	1	Buse	Ø1200
02+350	BV7	36,4338	/	/	/	OA02	L=302ml
02+750	BV8	3,199	/	/	/	OA02	L=302ml
03+550	BV9+10 11	12,58	18,866	2,51	1	Dalot	2x2,5
05+150	BV12	15,8792	18,866	3,17	1	Dalot	2x2,5
05+848	BV13	23,449	27,26	3,9	1	Dalot	2x3
06+988	BV14	2,126	2,7	2.02	1	Buse	Ø1000
07+300	BV15	2,226	2,83	2.07	1	Buse	Ø1000
07+728	BV16	1,698	2,16	2,16	1	Buse	Ø1000
08+340	BV17	3,6304	3.96	3,2	1	Buse	Ø1200
09+150	BV18	6,3357	7.17	3,58	1	Buse	Ø1500

Tableau VIII.7 : Ouvrages hydroliques

V.3.2 Systèmes de drainage longitudinal

Le drainage longitudinal a pour objet d'évacuer le ruissellement superficiel de la Chaussée et des terrains qui se déversent vers cette dernière, en le dirigeant vers le lit naturel ou ouvrage de déversement transversal le plus proche.

➢ Dimensionnement de fossé

Le dimensionnement se fait dans le cas le plus défavorable, pour notre cas les fossés droits et gauches sont de même dimensionnement.

Le entre PK 02+475 et PK03+150 avec une longueur de L= 675m et de pente 1.956%.
La hauteur du remblai est de 18m.

Les caractéristiques des sous bassins versants concernés.

SBV	Largeur	Surface (km^2)	Pente (%)
Chaussée +BAU+BDG	14.5	0.0097875	2.5
Berme	1	0.000675	8
Talus de déblai	18	0.01215	50

Tableau VIII.8 : Caractéristiques des sous-bassins versants

- **Détermination du temps de concentration**

On a A<5km^2 donc on applique la formule de Ventura

a. Chaussée +BAU+BDG :

$tc=0.127\sqrt{A/p}=0.127x(0.0097875/0.025)^{0.5}$ =0.0794 heure

b. Berme :

$tc=0.127\sqrt{A/p}=0.127x(0.000675/0.08)^{0.5}$ =0.01164 heure

c. Talus de déblai :

$tc=0.127\sqrt{A/p}=(0.01215/0.5)^{0.5}$ =0.001979 heure

- **détermination de l'intensité** Pour T=10 on a =19.4 et b=-0.8

a. Chaussée +BAU+BDG :

$I(t, T)=a(T).t^{-b}= 19.4\times0.0794^{-0.8}=147.21mm/h.$

b. Berme :

$I(t, T)=a(T).t^{-b}=19.4\times0.01164^{-0.8}=683.97mm/h.$

c. Talus de déblai :

$$I(t, T)=a(T).t^{-b}=19.4\times0.01215^{-0.80}=660.907mm/h$$

- **coefficient de ruissellement**

Les valeurs du coefficient du ruissellement sont données dans le tableau suivant

Type de chaussée	Valeur de C	Valeurs prises
Chaussée Revêtement en enrobés	0.8 à 0.95	0.95
Berme : sol légèrement perméable	0.10 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30

Tableau VIII.9 : Les coefficients de ruissellement

- **calcul de débit d'apport :**

$Qa= Q_C+Q_B+Q_T$

a. Débit d'apport de la chaussée :

$Q_C=k\times C_C\times I_{10}\times A_C=0.278\times147.21\times 0.95 \times0.0097875$

$$\mathbf{Q_C=0.38 m^3/s}$$

b. Débit d'apport de la berme :

$Q_B=k\times C_B\times I_{10}\times A_B=0.278\times0.4\times 683.97 \times 0.000675$

$$\mathbf{Q_B=0.05\ \ m^3/s}$$

c. Débit d'apport du talus :

$Q_T=k\times C_T\times I_{10}\times A_T=0.278\times0.30\times660.907\times 0.01215$

$$\mathbf{Q_T=0.669\ m^3/s}$$

a. Débit totale :

Qa=0.38+0.05+0.669=1.099 m^3/s

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

SBV	A (km^2)	C	I(%)	tc (heure)	I_{10} (mm/h)	Q_{10} (m^3/s)	Q_{total} (m_3/s)
Chaussée +BAU+BDG	0.0097875	0.95	2.5	0.0794	147.21	0.38	1.099
Berme	0.000675	0.4	8	0.01164	683.97	0.05	
Talus de déblai	0.01215	0.3	50	0.001979	660.907	0.669	

Tableau VIII.10 : Le débit équivalent des bassins versants

- ### Débit de dimensionnement Qs

On appliquant la f0ormule de MANING STRIKLER :

$Qs=S_m.K_{st}.R_{h2/3}.I_{1/2}$

Avec :

S_m : Surface mouillée S_m = (b+mh).h

P_m : Périmètre mouillée P_m=b+2h

$$\mathbf{h} = \left(\frac{Qa}{\text{Kst}\times b\times I^{0.5}}\right)^{3/5} \times \frac{\left(1+\frac{h}{b}\times 2\sqrt{2}\right)^{2/5}}{\left(1+\frac{h}{b}\right)}$$

Avec : I=1%

On prend b=0.5 m et on tire la hauteur h par itération qui vérifier cette inégalité.

On aura : h= 0.408m

Pour des raisons de sécurités on prend un fossé de : b=50cm, h=50cm, B=150cm.

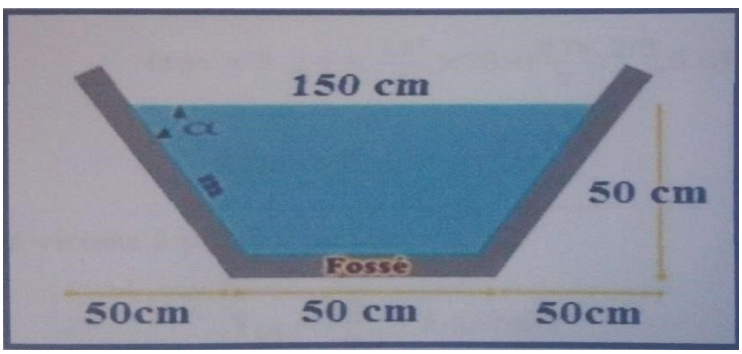


Figure VIII.5 :géométrie du fossé

CHAPITRE VIII CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

VIII. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

VIII.1 Introduction

Un échangeur est une intersection en plusieurs niveaux entre deux routes, permettant des connexions entre les voies qui se croisent. L'adoption d'un échangeur pour résoudre les défis posés par un carrefour nécessite une justification complète, mais certaines circonstances peuvent en nécessiter l'utilisation :

- Intersection de deux routes avec un volume de trafic élevé.
- Carrefour où le nombre d'accidents graves est anormalement élevé et où aucune autre solution n'est envisageable.
- Carrefour où la capacité limitée provoque des congestions sur une ou plusieurs voies d'approche.
- Carrefour où les contraintes topographiques empêchent toute conformité aux normes établies pour d'autres types de carrefours.

L'installation d'un échangeur doit assurer une bonne visibilité et perception du point de jonction. Il est généralement déconseillé de le placer dans un virage ou près d'un sommet. La conception d'un échangeur dépend de l'intensité du trafic d'échange entre les deux voies et des caractéristiques du site, telles que la topographie et l'utilisation du sol.

Le rôle d'un échangeur

L'échangeur vise à maintenir la fluidité des réseaux autoroutiers tout en facilitant l'accès à diverses directions. Il répartit les flux de circulation en fonction de leur importance, garantissant ainsi confort et sécurité. En éliminant les zones de conflit susceptibles de causer de graves accidents et les arrêts qui entraînent des retards, l'échangeur contribue à une meilleure gestion du trafic.

VIII.2 Les Types d'échangeur

Le type d'échangeur à adopter est fonction de :

La catégorie et les classes des routes en croisement

L'implantation des différents courants tournants avec leurs volumes (débits) respectifs.

Les contraintes topographiques et environnementales

Les principaux types d'échangeurs sont :

VIII.2.1 Echangeur majeur

Il raccorde deux route ou autoroutes de niveau de service élevé (trèfle complet, bifurcation « Y »).

VIII.2.2 Echangeur mineur

Il s'agit d'un raccordement autoroute- route ordinaire (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

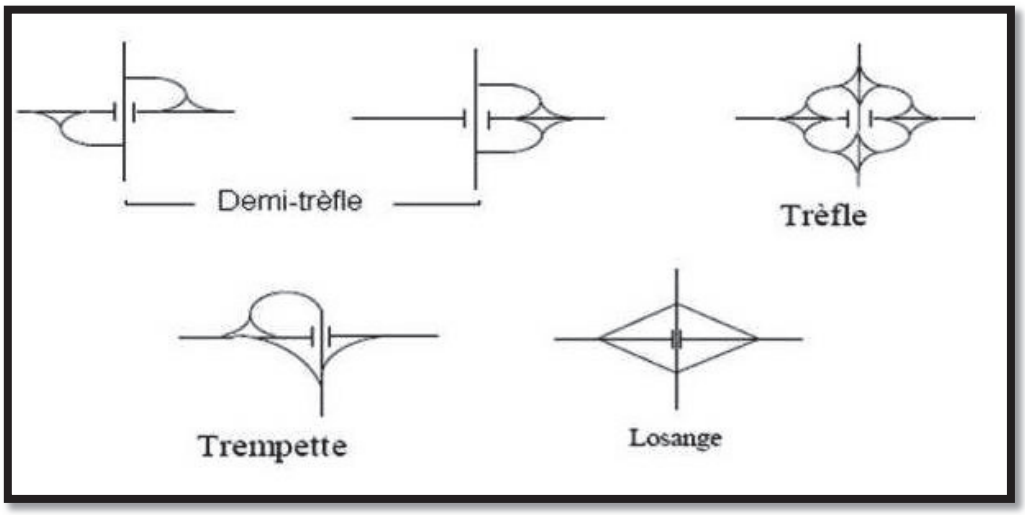


Figure IX.1: les types d'échangeurs

VIII.3 Choix du type de l'échangeur

Pour notre projet l'échangeur va relier la pénétrante autoroutière (2×3 voies) avec RN 60 (bidirectionnel 2×2 voies) donc l'échangeur sera du type **trompette, et plus précisément trompette a droite.**

VIII.3.1 Justification du choix de ce type d'échangeur

-un échangeur trompète est le type d'échange le moins encombrant vu les contraintes présente au début du projet donc la projection d'un autre type d'échangeur augmentent fortement l'emprise au sol et la consommation d'espace (cultivable, habité ou supports d'habitants naturels). Par ailleurs, les échangeurs de type diffuseur par exemple encouragent et facilitent la vitesse et donc la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre.

- le début de projet se situe dans une zone urbaine et après un virage assez serré donc les vitesses pratiqués dans cette zone sont faibles de ce fait l'échange entre l'autoroute et la RN60 dois se faire avec des vitesses réduites.

VIII.4 Caractéristiques géométriques des bretelles

les bretelles sont à 1 voie (d'après l'ICTAAL 2000).

VIII.4.1 Tracé en plan des bretelles

- Valeurs limites des rayons

Rayon	Symbol	Voie de sortie	Voie de boucle
Rayon minimal	Rm (m)	40 (7%) et 100 (le premier	40 (7%)

		rayon rencontré)	
Rayon minimal non déversé	Rnd (m)	300	/
Rayon maximal dans la boucle (m)	R_{max} (m)	/	60
Dévers entre Rnd et Rm	d (m)	d = (675/R) +0,25 entre 300 et 100	/

Tableau IX.1 : valeurs limites des rayons du tracé en plan

Note : Dans une courbe de rayon inférieur à 100 m, une sur largeur de 50/R par voie est à introduire à l'intérieur de la courbe.

VIII.4.1.1V.1.1 Enchainement 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 : $R1 \leq 2R2$, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe Rencontré dans le sens de circulation $R1>1.5R_{nd}$ 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.

VIII.4.1.2V.1.2 Raccordement progressif

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $\mathbf{6R^{0.4}}$ et $\mathbf{7|\Delta\delta|}$; où R note le rayon de courbure (en m), et Δδ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

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.

VIII.4.2 V.2 Profil en long des bretelles

Le tableau suivant représente les valeurs limites des paramètres du profil en long.

Tableau IX.2 : les valeurs limites des paramètres du profil en long

Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant	1500 m
Rayon minimal en angle rentrant	800 m

VIII.4.3 V.3 Profil en travers des bretelles :

La largeur des bretelles d'entrée et de sortie sont de 6m.

✓ Pente transversale des bretelles :

Le profil en travers d'une chaussée bidirectionnelle est constitué de deux versants plans raccordés sur l'axe, celui d'une chaussée unidirectionnelle est constitué d'un seul versant. Les bandes dérasées ont la même pente que la chaussée adjacente.
En dehors des courbes déversées, la pente transversale d'un versant est de 2,5 % orientée vers la droite.
Dans les courbes déversées, la pente transversale est orientée vers l'intérieur de la courbe. Sa valeur se calcule linéairement selon 1/R entre 2,5 % pour le rayon 300 et 7 % pour le rayon 100.

VIII.5 Raccordement avec l'autoroute

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

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle doit permettre d'atteindre au point E = 1.00 m.
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée, de longueur de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.

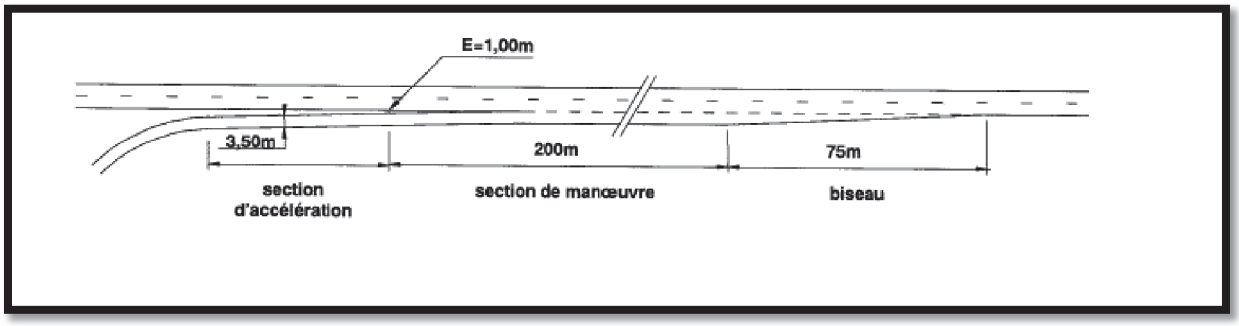


Figure IX.2: Dispositif d'entrée

Dans notre cas : On prend le rayon égale a 100m donc la longueur d'accélération sera de 0m selon la formule suivante :
Une projection dans le graphe donne R=100 on aura L0=0 et donc Ld/a=0.

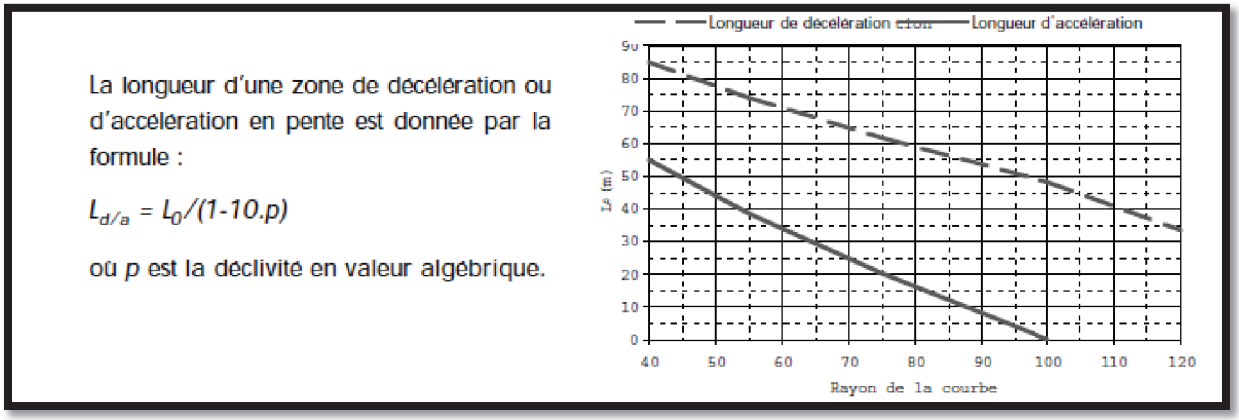


Figure IX.3: Graphe de la longueur par rapport au rayon de courbe

Le dispositif de sortie comporte successivement :

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

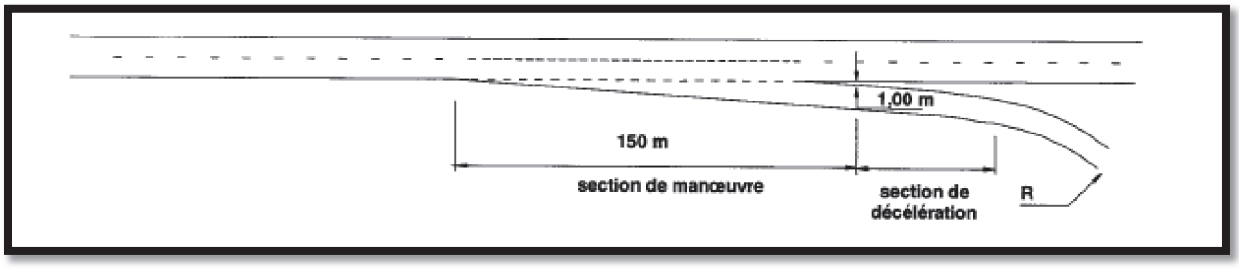


Figure IX.4: Dispositif de sortie

Dans notre cas : On prends le rayon égale a 100m donc la longueur de décélération sera de 158.33m selon la formule précedente :
Une projection dans le graphe donne L0=47.5m et donc :
Ld/a=47.5/(1-10*7%)=158.333m

La boucle :

Le rayon est de 40m, selon la figure suivante, et l'ouvrage d'art comportera 2 vois de 6m de largeur + un troittoir avec comme séparation un GBA de 0.5m.

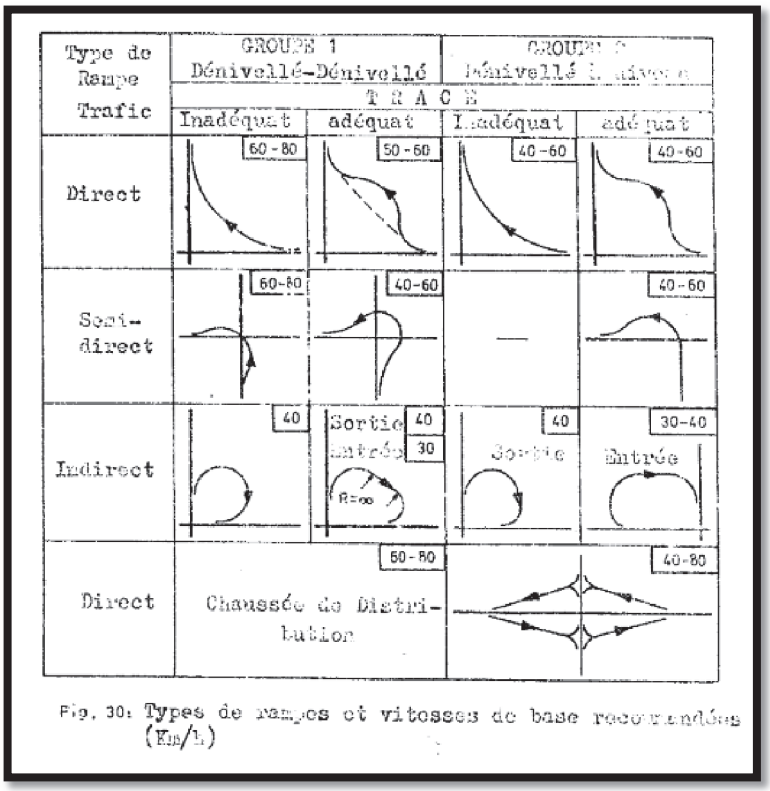


Figure IX.5: valeur des rayons des boucles

VIII.6 Visibilité

VIII.6.1 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.

Distance d'arrêt (da)= distance de freinage + distance de perception/réaction.

da= $2V+V^2/2g$ (γ(v) +p) avec :

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

Pour les rayons R<5V, (V en Km/h et R rayon de la courbe en m) : la distance de freinage est majorée de 25%.

VIII.6.2 Visibilité sur une sortie d'autoroute

- Distance de manoeuvre de sortie dms : Qui permet de définir également les changements de files en section courante : **dms = 6V (V en m/s).**

- Distance De Visibilité Sur Marquage : une distance de visibilité dvm est nécessaire sur les marquages limitant sa voie au début de l'arc de circulation : **dvm = 3v (v en m/s)**
- Distance de lecture Lc : définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation : **Lc = 5v (v en m/s).**

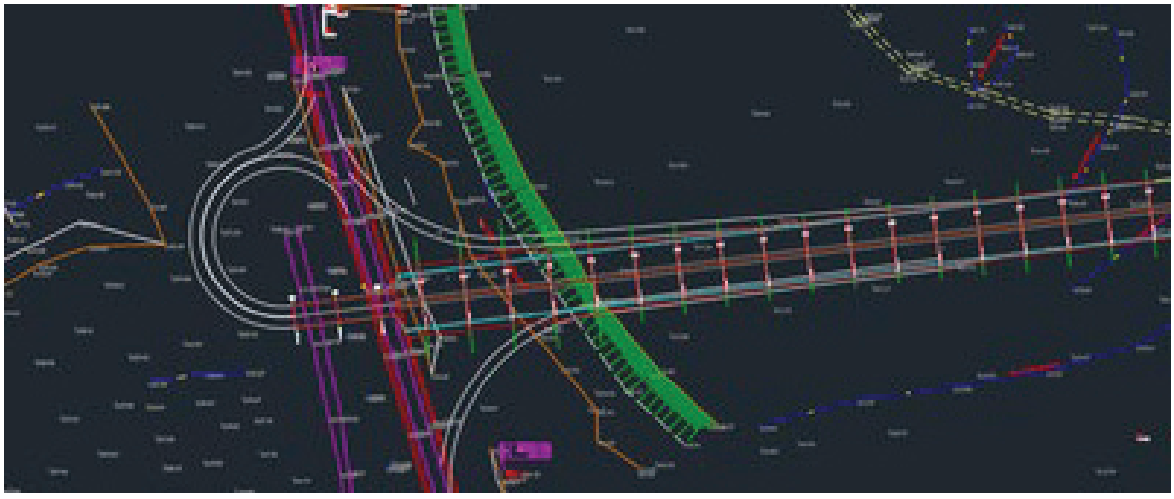


Figure IX.6: Conception en plan de l'échangeur

CHAPITRE IX
OUVRAGES D'ARTS

IX. OUVRAGES D'ART

IX.1 Introduction

La conception d'un pont résulte, le plus souvent, d'une démarche itérative dont l'objectif est l'optimisation technique, économique et esthétique de l'ouvrage de franchissement projeté vis-à-vis de l'ensemble des contraintes naturelles (qui sont l'ensemble des éléments de son environnement), et fonctionnelles imposées (qui sont l'ensemble des caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement).

L'étude d'un projet est conduite par un ingénieur expérimenté et imaginatif, possédant une bonne connaissance des divers types d'ouvrages, de leurs prédimensionnement et de leurs sujétions d'exécution et capable d'une hardiesse réfléchie dans la recherche de solutions à la fois économique et originales lorsque se posent des problèmes de complexité inhabituelle.

IX.2 Présentations des ouvrages

IX.2.1 Ouvrage d'art 01

Il s'agit d'un échangeur au niveau du Pk0+000 ayant une longueur de 50m.

- Longitudinalement le tablier de 40m de long est composé de 2 travées de 23.5m Portée de chacune.
- Transversalement le pont est de quatre voies de circulation, est composé d'un tablier à poutre préfabriqué en béton armée.
- Le tablier est composé de 8 Poutre en béton armée préfabriqué de 20m de longueur et de 1,2 m de hauteur reliées entre elles par un hourdis en béton armée de 24 cm coulé en place.
- Le tablier a un dévers unique de 2,5.

IX.2.2 Ouvrage d'art 02

Il s'agit d'un ouvrage d'art au niveau du pk 2+000 jusqu'à pk2+475.

- **Description de l'ouvrage**

- L'ouvrage est un pont mixte a bipoutre a entretoise.
- Longitudinalement le tablier de 475m de long est composé de 03 travées, une travée centrale de 150m de portée et deux portées de rives de 87m chacune.
- Le tablier est repose sur deux culées et 4 piles, leur largeur est de 14m, est composée de deux poutre et des entretoise et une dalle.
- Epaisseur de la dalle aux droits de la poutre principale est de 0.37m, aux centre de tablier est de 0.4m.

CHAPITRE X
SIGNALISATION

X. SIGNALISATION

X.1 Introduction

Elle fait partie intégrante du paysage routier et est essentielle pour les usagers de la route, leur permettant d'anticiper toute manœuvre ou changement de direction. Pour assurer une circulation efficace, trois critères principaux doivent être respectés : l'uniformité, l'homogénéité et la simplicité.

Pour répondre à ces critères, il est crucial de mettre en place des moyens rigoureux et efficaces afin de satisfaire l'objectif principal du trafic. Ces moyens comprennent une signalisation horizontale et verticale appropriée, ainsi que d'autres équipements nécessaires pour l'exploitation de la section courante, des points singuliers et des routes et chemins transversaux. Le chapitre suivant aborde :

- La signalisation horizontale
- La signalisation verticale

X.2 Signalisation horizontale

La signalisation horizontale a pour objectif de délimiter les différentes parties de la chaussée réservées aux divers sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers.

Pour renforcer la sécurité routière, une signalisation horizontale sera mise en place. Celle-ci consistera en un marquage au sol de bandes blanches rétro-réfléchissantes, continues ou discontinues, appliquées en enduit à chaud selon la largeur et la modulation définies dans l'étude.

X.2.1 Les lignes longitudinales :

Ils peuvent être :

- Les lignes continues : ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route ou le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.
- Les lignes discontinues : ce sont des marques routières longitudinales discontinues blanches qui ont pour objet de séparer les couloirs de circulation sur les lesquelles les sens unique, ainsi que sur les routes à double sens de circulation sur lesquelles les dépassements sont autorisés ils sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive).

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » qui est égale à :

- U = 7,5 cm ; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.
- U = 6 cm ; sur routes express a une chaussée et routes principales bidirectionnelles.
- U = 5 cm ; sur les autres routes.
- Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7,5 cm.

Modulation	Désignation des marques	Largeur(m)
Continue	Délimitation de terre-plein central	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence	3U

Tableau XI.1 : Les caractéristiques des lignes de marquage longitudinales

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport plein/vide
T1 **T'1**	3.00 1.50	10.00 5.00	1/3
T 2 **T'2**	3.00 0.50	3.5 0.50	1
T 3 **T'3**	3.00 20.00	1.33 6.00	3
T 4	39	13.00	3

Tableau XI.2 : Les caractéristiques des lignes discontinues

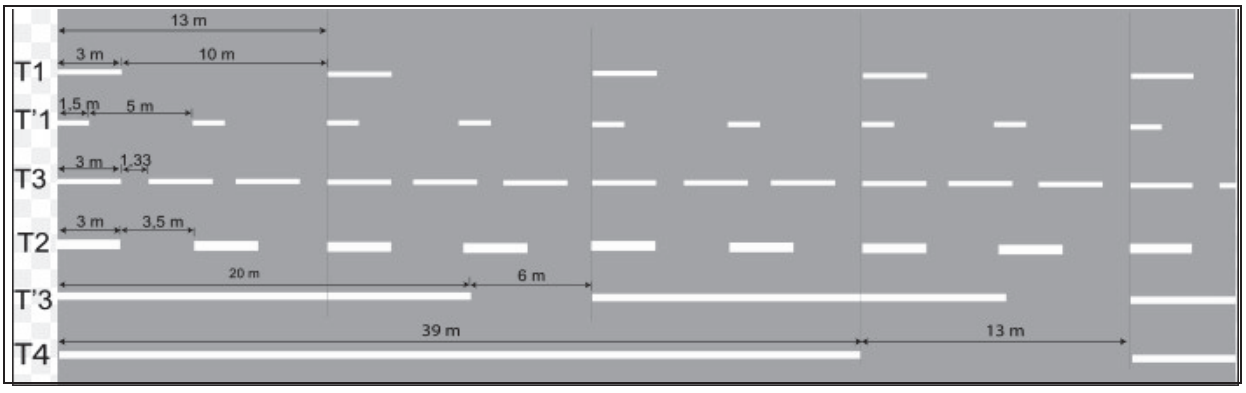


Figure XI.1 : Les lignes longitudinales

X.2.2 II.2 Les lignes transversales

- ligne continue « STOP »
- ligne discontinue « CEDER LE PASSAGE », d'effet des feux de signalisation, et de guidage en intersection.

X.2.3 Autres marquages :

❖ Voies de décélération :

La ligne séparant la voie d'insertion de la chaussée principale est du type T2

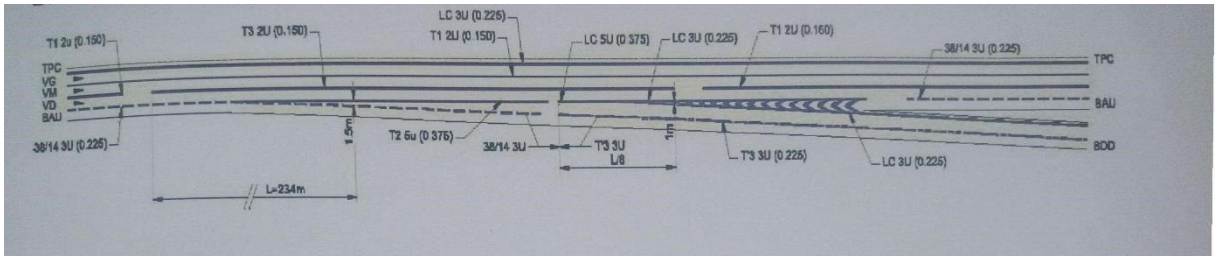


Figure XI.2 : Bretelle de décélération

❖ Voies d'accélération

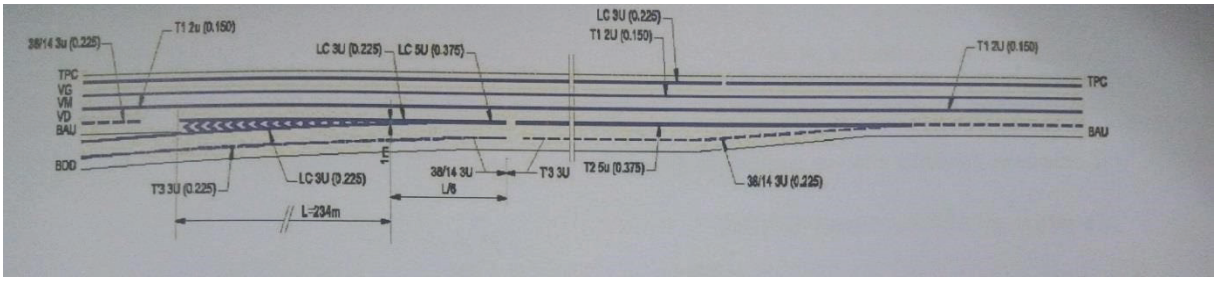


Figure XI.3 : Bretelle d'accélération

❖ Zébras de convergence autoroutière

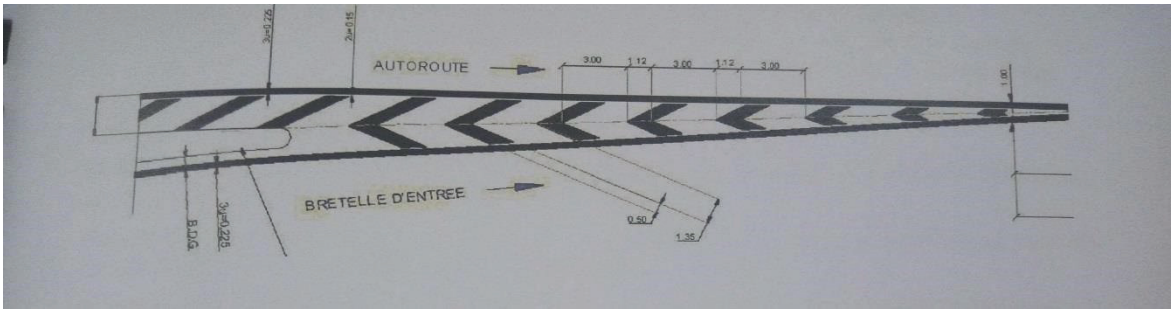


Figure XI.4 : Zébras de convergence autoroutière

❖ Zébras de divergence autoroutière

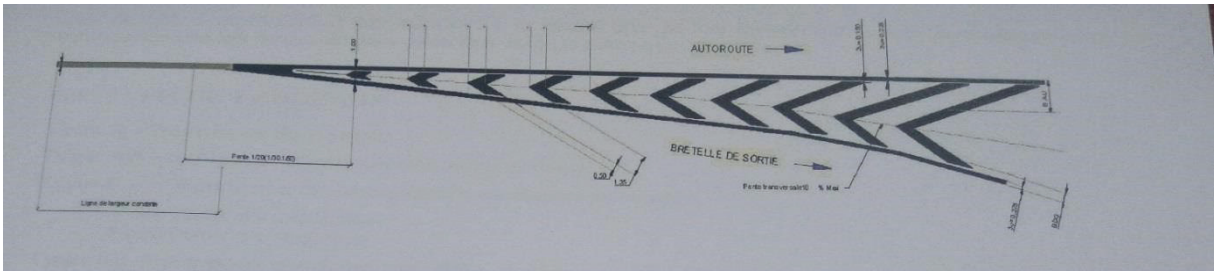


Figure XI-5 : Zébras de divergence autoroutière

❖ Flèches De Sélections :

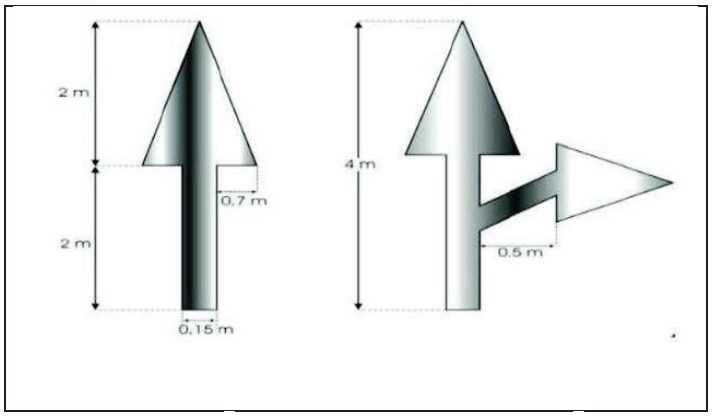


Figure XI.6 : Flèches de sélection

❖ Flèches de rabattement

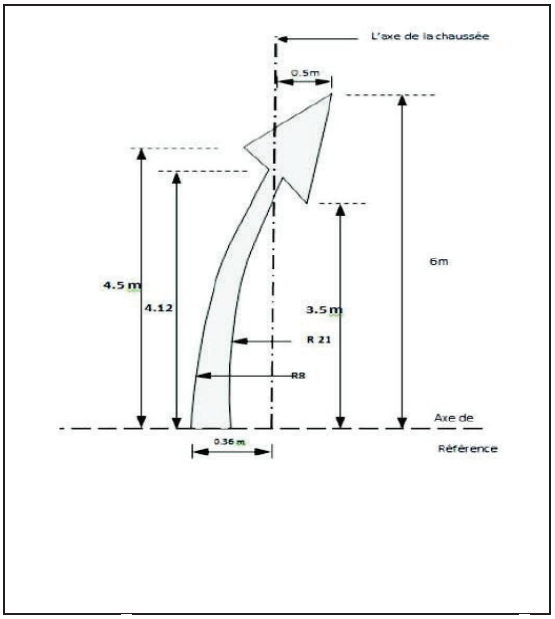


Figure XI.7 : Flèches de rabattement

X.3 Signalisation verticale

Dans le cadre du présent projet, la signalisation verticale hormis la signalisation d'indication et de direction qui fait l'objet d'un autre chapitre, concerne les panneaux de prescription et d'obligation, triangulaires ou circulaires concernant la limitation de vitesse, la signalisation des virages, des pentes élevées et points dangereux.

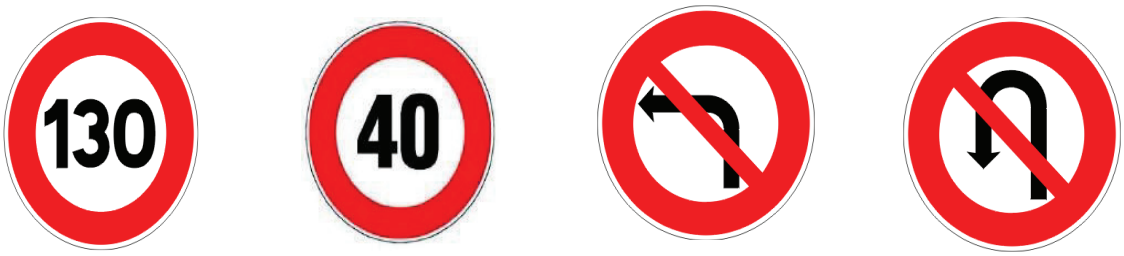
X.3.1 Forme des panneaux :

- Panneaux de danger : triangulation
- Panneaux relatifs aux intersections et notifiant les régimes de priorité : triangulation, carrés (panneaux placés sur pointe) et octogonale.
- Panneaux d'interdiction : circulaires

- Autres panneaux : rectangulaire a cotés horizontaux et verticaux

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

❖ Signaux d'interdiction



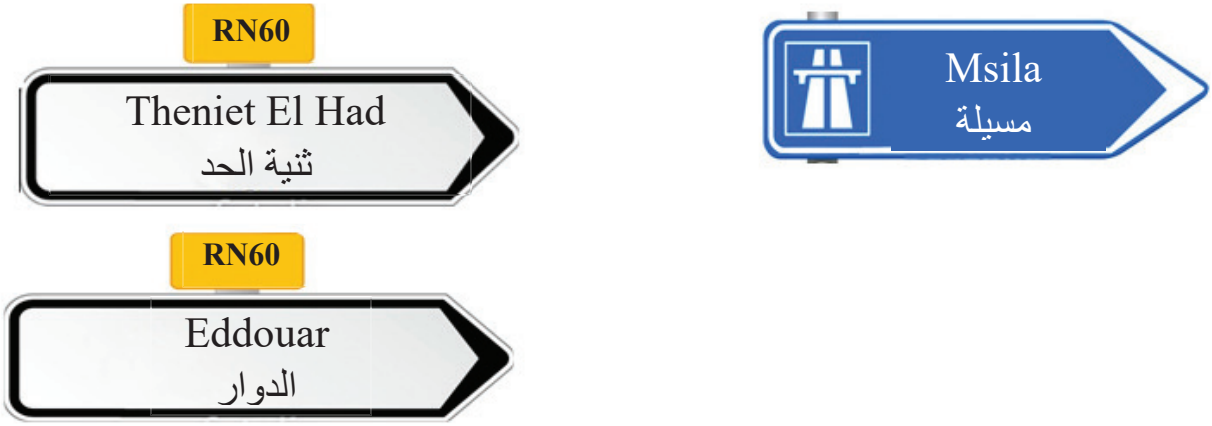
❖ Signaux de danger



❖ Signaux d'intersection et priorité



❖ signaux de direction



❖ Autres signalisation







CHAPITRE XI
ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRENNEMENT

XI. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRENNEMENT

XI.1 Introduction :

Le terme « environnement » englobe tout ce qui nous entoure, comprenant à la fois les éléments naturels et artificiels où se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, cette notion prend une importance de plus en plus globale.

L'étude de l'environnement est une discipline scientifique et technique multidisciplinaire qui analyse et évalue les effets et les mesures relatives à chaque composante environnementale d'un projet.

La construction d'infrastructures routières est complexe et est désormais considérée comme potentiellement nuisible à l'environnement. L'extraction de matériaux, le déboisement, l'utilisation des ressources en eau et les nuisances sonores associées à ces projets peuvent dégrader les paysages et les ressources naturelles.

Dans les années 1970, la prise de conscience de la nécessité urgente de protéger la nature a conduit à l'adoption de lois dans de nombreux pays, visant à réduire les nuisances et pollutions et à atténuer les impacts des grands projets. Ainsi, des « études d'impact environnemental » sont devenues obligatoires avant la réalisation de projets susceptibles de nuire de manière significative au milieu naturel.

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

L'objectif d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet. Elle a pour objectif :

- Intégrer les contraintes et les opportunités propres au milieu dans le processus de conception de la nouvelle infrastructure.
- Identifier et évaluer l'importance des impacts potentiels du projet sur les environnements physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- Proposer des mesures pour atténuer les impacts identifiés et optimiser l'intégration du projet dans l'environnement récepteur.
  Les mesures envisagées pour réduire et compenser les conséquences négatives du projet.

XI.3 Impact des routes sur l'environnement

La route se distingue par son caractère linéaire et son impact sur des environnements variés. Elle affecte en premier lieu le domaine foncier, dans son acception la plus large. La route interagit avec les zones urbaines, qu'elle traverse ou dessert.

Elle influence également l'environnement au sens étymologique, c'est-à-dire les écosystèmes composés d'eau, de faune, de flore, de sol et de sous-sol. Les exigences sociales ont progressivement conduit à la mise en place d'outils législatifs et réglementaires encadrant ces aspects. En outre, la route impacte aussi les zones urbaines.

XI.4 Evaluation des impacts

L'analyse des impacts vise à identifier les répercussions d'un projet sur les composantes environnementales et à en évaluer l'importance relative. Cette analyse a pour but de déterminer les principales sources d'impact, d'identifier les composantes des milieux physique, naturel et humain susceptibles de subir des effets, et de proposer des mesures d'atténuation ou de compensation pour minimiser les impacts et optimiser l'intégration du projet dans son environnement.

Les impacts potentiels sont identifiés en tenant compte des éléments susceptibles d'être affectés par le projet ou observés sur le terrain. Ces impacts peuvent être négatifs ou positifs, temporaires ou permanents, directs ou indirects.

XI.5 Sources d'impact :

Dans le cadre du projet, les impacts les plus significatifs se produiront essentiellement durant les phases de construction et d'exploitation. La phase de construction débute avec les travaux préparatoires et se poursuit jusqu'à la mise en service de l'autoroute. Les principales sources d'impact durant cette phase sont les suivantes :

- L'aménagement et l'organisation du chantier
- Les travaux d'excavation et de terrassement
- La construction de la chaussée et des infrastructures connexes
- La remise en état des lieux à la fin des travaux

XI.5.1 Identification et évaluation des impacts du projet

La présente section contient l'analyse des impacts du projet sur les composantes des milieux physique, naturel et humain.

XI.5.2 Milieu physique

➢ Sols et reliefs :

A travers le territoire de la wilaya de M'Sila on peut relever l'existence de sols alluviaux, de sols calcaires, et de sols salés des chotts. Ils sont souvent marqués par des mouvements ascendants de l'eau et risquent de se dégrader par salinisation ascendante. La disposition spatiale des sols s'organise en un zonage de chaines de sols qui s'orientent en bandes selon la direction Ouest/Est et se disposent du Nord au Sud, de la montagne vers le centre de la plaine. On distingue 3 types de sols : les peu évolués steppiques, les sols peu évolués halomorphes et les sols sodiques.

➢ Qualité de l'air :

La wilaya de M'Sila dispose d'un tissu industriel important, d'où certaines unités polluent l'atmosphère à travers les rejets gazeux.

La destruction des déchets solides (domestiques et industriels), les mines et carrières, le trafic routier et ferroviaire ainsi que les futurs projets tels que la zone industrielle de Boussaâda, le chemin de fer M'Sila - Boughzoul (en cours de réalisation) et la 4ème rocade, constituant des sources qui polluent l'atmosphère.

Source de pollution	Nombre
Décharges contrôlées	20
Décharges sauvages	68
Unités industrielles polluantes	974
Unités Industrielles polluantes classées ISO	03

Tableau XII.1 : Unités polluantes

Les véhicules âgés de plus de dix ans, et particulièrement les véhicules équipés d'un moteur diesel ont un taux de pollution plus considérable que les véhicules neufs.
La wilaya de M'Sila possède un parc automobile évalué à 164.469 véhicules tous types confondus, dont 79% âgés de plus de dix ans.

XI.5.3 Milieu naturel

➢ Flore

La zone d'étude dispose d'un patrimoine floristique spécifique, imposé souvent par la steppe et les forêts.

➢ Faune

La wilaya de M'Sila recèle un patrimoine faunistique riche et diversifié. Parmi les espèces animales qui fréquentent la zone d'étude, la gazelle de cuvier représente une espèce menacée. Cette Gazelle endémique du Maghreb est menacée sur toute son aire de répartition. L'espèce est protégée par la loi Algérienne depuis 1983. La population totale est estimée à 400 individus et la Réserve Naturelle de Mergueb en abrite une quarantaine.

XI.5.4 Milieux humain

➢ Nuisances sonores

Mis à part les chefs lieux des communes, les périmètres urbanisés sont peu nombreux à proximité du tracé. Toutefois il existe quelques douars dans la zone d'étude comme celui de Romana Dhahraouia.
Les nuisances dues à la circulation doivent être prises en considération dés le commencement des travaux, où il faudra prévoir des buttes antibruit pour les atténuer. Aussi pendant l'exploitation de l'autoroute il y a lieu de proposer l'implantation des murs antibruit.

➢ Circulation et sécurité routière :

Afin d'assurer la sécurité des usagers de la future liaison autoroutière reliant la 4ème Rocade – M'Sila les aménagements suivants sont nécessaires :

- La mise en place d'un système de signalisation efficace;
- L'installation d'une clôture anti intrusion dans la zone fréquentée par la faune;
- Le rétablissement des pistes agricoles, et des routes croisant le tracé en passages inferieurs et supérieurs et la mise en place de passerelles dans les zones fréquentées par les piétons;
- La réalisation des passages à faune;
- La mise en place d'un programme de contrôle et d'entretien périodique de l'infrastructure;
- Campagne de sensibilisation.

➢ Réseaux divers

Les deux variantes croisent des réseaux divers, composés généralement par :
- Des lignes électriques de haute, moyenne et basse tension (HT, MT, BT) ;
- Des gazoducs ;
- Des canalisations d'assainissement ;
- Des canalisations d'alimentation en eau potable (AEP).



Figure XII.1 :Conduite de gaz



Figure XII.2: ligne électrique moyenne tension

XI.6 Solutions proposés concernant l'impact sur l'environnement :

Dans cette section nous allons présenter différentes mesures afin d'atténuer les effet de l'impact sur l'environnement et ceux vis avis de différents aspects :

La végétation :

Afin de garantir une meilleur intégration du projet dans la wilaya, un ajout de végétation des talus , de TPC et des giratoires s'avère nécessaire.

La végétation des talus doit se faire par des espèces d'arbres et d'arbustes indigènes et variés, les giratoires doivent être engazonnés et décorés légèrement par des arbustes afin de conserver la visibilité et la sécurité routière.

La sécurité routière :

Afin d'assurer la sécurité des usagers de la future liaison, les aménagements suivants sont nécessaires :

→ Mise en place d'un système de signalisation efficace ,

→L'installation d'une clôture anti intrusion dans la zone fréquenté par la faune

→ Campagne de sensibilisation

→ Réalisation de passage a faune (Msila est une wilaya lourdement agriculturale)

→la mise en place d'un programme a contrôle et d'entretien périodique de l'infrastructure.

Protection des réseaux de transport d'énergie :

Les conduites de gaz doivent être protégées à l'aide des ouvrages de protection au niveau des interférences avec le tracé (voir le tableau des contraintes en annexe), et dans les zones de circulation de la machinerie durant la phase de construction.

La protection acoustique :

Les zones affectées par le bruit, des établissements ou des habitations nécessiteront une protection acoustique. Cette protection est matérialisée par l'installation des buttes et/ou des murs antibruit.

Remise en état des lieux :

Concernant les projets routiers Il s'agit de la remise en état naturel des sites des chantiers, des zones de dépôts, des parkings de stationnement et d'entretien de la machinerie et des carrières, après l'achèvement de l'infrastructure.

Protection des puits :

Le tracé de l'infrastructure passe parfois sur des puits et autre fois très proche. Afin de protéger ces ressources en eau et d'éviter la contamination des eaux souterraines les mesures suivantes sont nécessaires :

→ Reconstruction des puits à démolir ;

→ Protection des puits situés dans le périmètre d'influence du projet durant la construction et l'exploitation de l'infrastructure contre la pollution.

XI.7 Conclusion

La protection de l'environnement implique de prendre des mesures pour réduire ou éliminer les impacts négatifs des activités humaines sur notre milieu naturel. Cette démarche va au-delà de la simple conservation des espaces naturels ; elle exige une compréhension profonde des systèmes écologiques, y compris à l'échelle planétaire. Il s'agit d'identifier les comportements humains qui dégradent l'environnement au point de nuire aux générations présentes et futures, et de développer des stratégies correctives. Cette tâche est scientifique, nécessitant un approfondissement de nos connaissances encore limitées, mais aussi civique, car les décisions prises affectent les coûts pour les générations actuelles et l'avenir des générations .

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des Travaux	U	Quantité	P,U (H,T) DA	Montant DA
I	INSTALLATIONS DU CHANTIER ET ETUDE E'EXECUTION				
1	Installation du chantier	F	1 (forfait=10%)	-	300 000 000,00
2	Replis de matériel	F	1 (forfait=5%)	-	15 000 000,00
3	Etude d'exécution	F	1 (forfait=3%)	-	100 000 000,00
II	TERRASSEMENTS				
5	Preparation du terrain	M^2	353 918	200,00	70 783 604,00
6	Déblai	M^3	430 464	800,00	344 371 200,00
8	Remblai	M^3	703 975	1 200,00	844 770 000,00
III	CHAUSSEES				
	Couche de forme en TUF sélectionné, fourniture, transport et mise en œuvre. (ép = 60cm)	M^3	192 000	1 500,00	288 000 000,00
	Couche d'imprégnation	M^2	280 000	120,00	33 600 000,00
	Couche de base + Couche de fondation en GB 0/20 (ép=14+15=29cm)	M^3	81 200	7 000,00	568 400 000,00
	Couche de roulement BB (ép=8cm)	t	56 000	6 700,00	375 200 000,00
	Couche d'accrochage	M^2	560 000	120,00	67 200 000,00
IV	ASSAINISSEMENT				
	Diamètre 1000 mm	ml	102	23 000,00	2 346 000,00
	Diameter 1200 mm	ml	176	28 000,00	4 928 000,00
	Diamètre 1500 mm	ml	68	34 000,00	2 312 000,00
	Construction de fossé trapézoidal (0,5*1,5*0,5)	ml	20 000	6 500,00	130 000 000,00
	Dalots en béton armé	m3	722	50 000,00	36 100 000,00
V	SIGNALITATION				
	Ligne continué (délimitant les chaussées et le TPC)	ml	20 000	40,00	800 000,00
	Ligne discontinué(T1)	ml	20 000	25,00	500 000,00
	Ligne discontinue (T4)	ml	20 000	35,00	700 000,00
	Pose de glissiere en béton armée	ml	40 000	4 500,00	180 000 000,00
VI	OUVRAGES d'art				
	Ouvrages d'art	m^2	16 000	100 000,00	1 600 000 000,00
			TOTAL EN HORS TAXES		4 965 010 804,00
			TVA 19%		943 352 052,76
			TOTAL EN T,T,C,		5 908 362 856,76

Pour un total de : **Cinq milliards neuf cent huit millions trois cent soixante-deux mille huit cent cinquante-six Dinars**

XIII. Conclusion Generale:

Le projet de fin d'étude qui a été établis, est une étape importante dans la vie de l'ingénieur qui nous permet de tester nos connaissances et notre patience vis-à-vis l'étude des projets .

Nous avons commencé par présenter le projet ainsi que fournir des plans synoptique de la région, puis nous a vos fait une étude sur le Traffic pour dimensionner la route, ensuite on a réalisé une étude géométrique sur la route pour définir différents aspects de celle-ci .
on a enchainé sur le dimensionnement du corps de chaussé puis par l'étude géotechnique en amorçant une étude de stabilité de talus ainsi qu'une étude d'assainissement et d'impact sur l'environnement et enfin on a terminé par estimer le cout de notre projet .

Ce projet m'a aussi permis de me perfectionner sur les logiciels AUTOCAD et COVADIS qui sont très crucial dans le domaine du génie civil, ainsi qu'un apprentissage générale du logiciel GEO5 . Ce projet m'a aussi permis de m'améliorer dans la rédaction des rapport et la gestion de donné en utilisant les logiciels Word et Excel ainsi que les présentation via PowerPoint

L'élaboration de ce projet certes étais stressante et fatiguant, mais elle m'a permis un grand accès a l'ensemble de l'hiérarchie de l'organisme de la SAETI , ce qui ma ouvert l'esprit et m'a fait découvrir diffèrent profil et leur rôle dans l'ensemble de la société et m'a permit une plus grand aisance a communiquer avec les autres ingénieurs en plus d'observer de près le train de vie que je m'apprête a prendre.

Finalement , Ce projet ma permis d'approfondir mes connaissance théorique ainsi que pratique dans le domaine routier, cette spécialisation qui me tient tant a cœur car elle me permet de remettre mes capacité en question et aspirer a toujours vouloir optimiser mo dimensionnement, mon devis , mes choix , au service de la société et des commerces locaux.

XIV. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] B40 : Normes techniques d'aménagement des routes, direction des études générales et de la règlementation technique (MTP), Octobre 1977.

[2] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1, 2,3, (C.T.T.P), Novembre 2001.

[3] COMPLEMENTS à l'ICTAAL : Les échangeurs, Avril 2006.

[4] Guide technique Assainissement routier, SETRA, Octobre 2006.

[5] GTR_Fascicule_1_Principes_Généraux, SETRA_LCPC, Juillet 2000.

[6] GTR_Fascicule_2_Annexes_Techniques, SETRA_LCPC, Juillet 2000.

[7] ICTAAL : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison, 12 Décembre 2000.

[8] L'instruction interministérielles sur la signalisation routière – généralités

[9] L'instruction interministérielles sur la signalisation routière – Signalisation de Danger, Août 2009.
[10] L'instruction interministérielles sur la signalisation routière – Signalisation de prescription, Août 2009.

[11] L'instruction interministérielles sur la signalisation routière – Signalisation d'indications et des services, Aout 2009.

[12] L'instruction interministérielles sur la signalisation routière – Marquage sur chaussée, Août 2009.

[13] L'instruction interministérielle relative à la signalisation de direction, édition mars 1982.

[14] Manuel de projets de routes, (GOUMETTRE Ahmed, KALLI Fatima-Zohra), OPU ,2012.

[15] Norme française NF P 98 141 : Couche de roulement et couche de liaison : béton bitumineux à module élevé (BBME), AFNOR, Novembre 1999.

[16] Norme française NF P 98 150 : Exécution des corps de chaussée, couche de liaison et couche de roulement: béton bitumineux à module élevé (BBME), AFNOR, Décembre1992.

[17] NOTE D'INFORMATION : Clôture routière et faune, SETRA, Septembre 2008.

[18] NOTE D'INFORMATION : Entrés et Sorties sur Autoroute, SETRA, Décembre 1989.

ANNEXE

XV. ANNEXE :

XV.1 Axe en plan :

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	92.10gr	891,940	0,000	627480,134	3966810,316
Arc 1	Rayon	-1500.000 m	1606,251	891,940	628365,210	3966920,760
	Centre X	628550.947 m				
	Centre Y	3965432.304 m				
Droite 2	Gisement	160.27gr	242,747	2498,192	629768,176	3966308,861
Arc 2	Rayon	-1500.000 m	110,151	2740,939	629910,030	3966111,875
	Centre X	628692.801 m				
	Centre Y	3965235.318 m				
Droite 3	Gisement	164.94gr	1238,996	2851,089	629971,061	3966020,207
Arc 3	Rayon	-1500.000 m	414,286	4090,086	630619,378	3964964,367
	Centre X	629341.118 m				
	Centre Y	3964179.478 m				
Droite 4	Gisement	182.53gr	306,708	4504,372	630784,967	3964586,048
Arc 4	Rayon	1500.000 m	258,744	4811,080	630868,099	3964290,822
	Centre X	632311.948 m				
	Centre Y	3964697.393 m				
Droite 5	Gisement	171.54gr	895,742	5069,824	630959,311	3964049,031
Arc 5	Rayon	-1500.000 m	49,823	5965,566	631346,488	3963241,288
	Centre X	629993.851 m				
	Centre Y	3962592.927 m				
Droite 6	Gisement	173.66gr	1874,580	6015,388	631367,273	3963196,011
Arc 6	Rayon	-1500.000 m	13,495	7889,969	632120,960	3961479,617
	Centre X	630747.537 m				
	Centre Y	3960876.533 m				
Droite 7	Gisement	174.23gr	1532,922	7903,464	632126,330	3961467,237
Arc 7	Rayon	-1500.000 m	494,713	9436,386	632729,999	3960058,182
	Centre X	631351.206 m				
	Centre Y	3959467.478 m				
Droite 8	Gisement	195.23gr	155,834	9931,099	632846,994	3959579,808
				10086,933	632858,664	3959424,411
Longueur totale de l'axe 10086.933 mètre(s)						

XV.2 Profil en long :

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-0.52 %	58,476	0,000	624,867
Pente 2	Pente	-4.78 %	62,447	58,476	624,562
Cercle 1	Rayon	4200.000 m	308,279	120,923	621,576
	Sommet Absc.	321.499 m			
	Sommet Alt.	616.784 m			
Pente 3	Pente	2.57 %	2,648	429,202	618,165
Cercle 2	Rayon	-12500.000 m	112,463	431,850	618,233
	Sommet Absc.	752.395 m			
	Sommet Alt.	622.344 m			
Pente 4	Pente	1.66 %	251,063	544,313	620,612
Cercle 3	Rayon	40000.000 m	84,156	795,376	624,792
	Sommet Absc.	129.513 m			
	Sommet Alt.	619.249 m			
Pente 5	Pente	1.88 %	13,537	879,532	626,281
Cercle 4	Rayon	6000.000 m	175,980	893,069	626,535
	Sommet Absc.	780.566 m			
	Sommet Alt.	625.480 m			
Pente 6	Pente	4.81 %	263,322	1069,049	632,420
Cercle 5	Rayon	-12500.000 m	537,236	1332,372	645,095
	Sommet Absc.	1933.378 m			
	Sommet Alt.	659.552 m			
Pente 7	Pente	0.51 %	5,393	1869,607	659,389
Pente 8	Pente	1.13 %	513,699	1875,000	659,417
Cercle 6	Rayon	-12500.000 m	755,366	2388,699	665,242
	Sommet Absc.	2530.434 m			
	Sommet Alt.	666.045 m			
Pente 9	Pente	-4.91 %	579,699	3144,065	650,974
Cercle 7	Rayon	20000.000 m	258,069	3723,764	622,482
	Sommet Absc.	4705.574 m			
	Sommet Alt.	598.369 m			
Pente 10	Pente	-3.62 %	138,075	3981,833	611,468
Cercle 8	Rayon	30000.000 m	462,177	4119,908	606,469
	Sommet Absc.	5205.520 m			
	Sommet Alt.	586.820 m			
Pente 11	Pente	-2.08 %	424,524	4582,085	593,298
Cercle 9	Rayon	4200.000 m	146,412	5006,608	584,474
	Sommet Absc.	5093.889 m			
	Sommet Alt.	583.567 m			
Pente 12	Pente	1.41 %	1,810	5153,021	583,983
Cercle 10	Rayon	-12500.000 m	445,655	5154,830	584,009
	Sommet Absc.	5330.816 m			
	Sommet Alt.	585.248 m			
Pente 13	Pente	-2.16 %	56,823	5600,485	582,339
Cercle 11	Rayon	4200.000 m	35,387	5657,308	581,112
	Sommet Absc.	5747.916 m			
	Sommet Alt.	580.135 m			
Pente 14	Pente	-1.31 %	2,741	5692,695	580,498
Cercle 12	Rayon	-12500.000 m	308,176	5695,436	580,462
	Sommet Absc.	5531.086 m			
	Sommet Alt.	581.542 m			

Pente 15	Pente	-3.78 %	81,932	6003,612	572,608
Cercle 13	Rayon	10000.000 m	179,902	6085,544	569,509
	Sommet Absc.	6463.565 m			
	Sommet Alt.	562.361 m			
Pente 16	Pente	-1.98 %	130,209	6265,446	564,324
Cercle 14	Rayon	15000.000 m	403,234	6395,655	561,744
	Sommet Absc.	6692.834 m			
	Sommet Alt.	558.799 m			
Pente 17	Pente	0.71 %	2,686	6798,889	559,174
Cercle 15	Rayon	-14044.726 m	371,255	6801,575	559,193
	Sommet Absc.	6900.876 m			
	Sommet Alt.	559.544 m			
Pente 18	Pente	-1.94 %	105,917	7172,830	556,911
Cercle 16	Rayon	4200.000 m	42,430	7278,748	554,860
	Sommet Absc.	7360.074 m			
	Sommet Alt.	554.072 m			
Pente 19	Pente	-0.93 %	313,895	7321,178	554,253
Cercle 17	Rayon	90000.000 m	207,911	7635,073	551,345
	Sommet Absc.	8468.559 m			
	Sommet Alt.	547.486 m			
Pente 20	Pente	-0.70 %	398,963	7842,984	549,660
Cercle 18	Rayon	-12500.000 m	196,193	8241,947	546,887
	Sommet Absc.	8155.061 m			
	Sommet Alt.	547.189 m			
Pente 21	Pente	-2.27 %	143,005	8438,139	543,983
Cercle 19	Rayon	4200.000 m	52,005	8581,144	540,744
	Sommet Absc.	8676.258 m			
	Sommet Alt.	539.667 m			
Pente 22	Pente	-1.03 %	306,312	8633,149	539,888
Cercle 20	Rayon	4200.000 m	85,962	8939,461	536,744
	Sommet Absc.	8982.570 m			
	Sommet Alt.	536.522 m			
Pente 23	Pente	1.02 %	0,556	9025,423	536,741
Cercle 21	Rayon	-12500.000 m	296,108	9025,979	536,747
	Sommet Absc.	9153.518 m			
	Sommet Alt.	537.397 m			
Pente 24	Pente	-1.35 %	144,759	9322,087	536,261
Cercle 22	Rayon	4200.000 m	14,137	9466,846	534,308
	Sommet Absc.	9523.485 m			
	Sommet Alt.	533.927 m			
Pente 25	Pente	-1.01 %	139,012	9480,983	534,142
Cercle 23	Rayon	90000.000 m	260,013	9619,995	532,735
	Sommet Absc.	10530.744 m			
	Sommet Alt.	528.127 m			
Pente 26	Pente	-0.72 %	206,925	9880,008	530,479
				10086,933	528,983
Longueur totale de l'axe 10086.933 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 10089.949 mètre(s)					

XV.3 Tabulations :

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P01	0,000	Droite 1	Pente 1	617,617	624,867	192,10	627480,134	3966810,316	2,50	-2,50	-0,52
P02	25,000	Droite 1	Pente 1	616,617	624,736	192,10	627504,941	3966813,411	2,50	-2,50	-0,52
P03	50,000	Droite 1	Pente 1	616,524	624,606	192,10	627529,749	3966816,507	2,50	-2,50	-0,52
P04	75,000	Droite 1	Pente 2	615,612	623,772	192,10	627554,557	3966819,602	2,50	-2,50	-4,78
P05	100,000	Droite 1	Pente 2	614,164	622,577	192,10	627579,364	3966822,698	2,50	-2,50	-4,78
P06	125,000	Droite 1	Cercle 1	612,307	621,383	192,10	627604,172	3966825,794	2,50	-2,50	-4,68
P07	150,000	Droite 1	Cercle 1	609,397	620,287	192,10	627628,979	3966828,889	2,50	-2,50	-4,09
P08	175,000	Droite 1	Cercle 1	613,436	619,340	192,10	627653,787	3966831,985	2,50	-2,50	-3,49
P09	200,000	Droite 1	Cercle 1	613,835	618,542	192,10	627678,595	3966835,081	2,50	-2,50	-2,89
P10	225,000	Droite 1	Cercle 1	614,085	617,893	192,10	627703,402	3966838,176	2,50	-2,50	-2,30
P11	250,000	Droite 1	Cercle 1	614,168	617,393	192,10	627728,210	3966841,272	2,50	-2,50	-1,70
P12	275,000	Droite 1	Cercle 1	614,210	617,042	192,10	627753,017	3966844,367	2,50	-2,50	-1,11
P13	300,000	Droite 1	Cercle 1	614,397	616,839	192,10	627777,825	3966847,463	2,50	-2,50	-0,51
P14	325,000	Droite 1	Cercle 1	614,601	616,786	192,10	627802,633	3966850,559	2,50	-2,50	0,08
P15	350,000	Droite 1	Cercle 1	614,776	616,881	192,10	627827,440	3966853,654	2,50	-2,50	0,68
P16	375,000	Droite 1	Cercle 1	614,989	617,125	192,10	627852,248	3966856,750	2,50	-2,50	1,27
P17	400,000	Droite 1	Cercle 1	615,358	617,518	192,10	627877,055	3966859,845	2,50	-2,50	1,87
P18	425,000	Droite 1	Cercle 1	615,792	618,060	192,10	627901,863	3966862,941	2,50	-2,50	2,47
P19	450,000	Droite 1	Cercle 2	616,366	618,686	192,10	627926,671	3966866,037	2,50	-2,50	2,42
P20	475,000	Droite 1	Cercle 2	617,120	619,266	192,10	627951,478	3966869,132	2,50	-2,50	2,22
P21	500,000	Droite 1	Cercle 2	618,259	619,795	192,10	627976,286	3966872,228	2,50	-2,50	2,02
P22	525,000	Droite 1	Cercle 2	619,159	620,275	192,10	628001,093	3966875,324	2,50	-2,50	1,82
P23	550,000	Droite 1	Pente 4	620,140	620,706	192,10	628025,901	3966878,419	2,50	-2,50	1,66
P24	575,000	Droite 1	Pente 4	621,380	621,123	192,10	628050,709	3966881,515	2,50	-2,50	1,66
P25	600,000	Droite 1	Pente 4	622,296	621,539	192,10	628075,516	3966884,610	2,50	-2,50	1,66
P26	625,000	Droite 1	Pente 4	623,350	621,955	192,10	628100,324	3966887,706	2,50	-2,50	1,66
P27	650,000	Droite 1	Pente 4	624,516	622,371	192,10	628125,131	3966890,802	2,50	-2,50	1,66
P28	675,000	Droite 1	Pente 4	625,651	622,788	192,10	628149,939	3966893,897	2,50	-2,50	1,66
P29	700,000	Droite 1	Pente 4	623,349	623,204	192,10	628174,747	3966896,993	2,50	-2,50	1,66
P30	725,000	Droite 1	Pente 4	623,021	623,620	192,10	628199,554	3966900,088	2,50	-2,50	1,66
P31	750,000	Droite 1	Pente 4	622,786	624,036	192,10	628224,362	3966903,184	2,50	-2,50	1,66
P32	775,000	Droite 1	Pente 4	625,922	624,452	192,10	628249,169	3966906,280	2,50	-2,50	1,66
P33	800,000	Droite 1	Cercle 3	625,737	624,869	192,10	628273,977	3966909,375	2,50	-2,50	1,68
P34	825,000	Droite 1	Cercle 3	624,050	625,296	192,10	628298,785	3966912,471	2,50	-2,50	1,74

P35	850,000	Droite 1	Cercle 3	623,901	625,738	192,10	628323,592	3966915,566	2,50	-2,50	1,80
P36	875,000	Droite 1	Cercle 3	623,619	626,197	192,10	628348,400	3966918,662	2,50	-2,50	1,86
P37	891,940	Arc 1	Pente 5	623,730	626,514	192,10	628365,210	3966920,760	2,50	-2,50	1,88
P38	900,000	Arc 1	Cercle 4	624,044	626,669	192,44	628373,210	3966921,736	2,50	-2,50	1,99
P39	925,000	Arc 1	Cercle 4	625,922	627,219	193,50	628398,058	3966924,492	2,50	-2,50	2,41
P40	950,000	Arc 1	Cercle 4	627,122	627,873	194,56	628422,947	3966926,832	2,50	-2,50	2,83
P41	975,000	Arc 1	Cercle 4	627,356	628,632	195,62	628447,873	3966928,758	2,50	-2,50	3,24
P42	1000,000	Arc 1	Cercle 4	628,782	629,494	196,68	628472,827	3966930,268	2,50	-2,50	3,66
P43	1025,000	Arc 1	Cercle 4	630,054	630,461	197,74	628497,803	3966931,362	2,50	-2,50	4,08
P44	1050,000	Arc 1	Cercle 4	632,236	631,533	198,81	628522,793	3966932,039	2,50	-2,50	4,50
P45	1075,000	Arc 1	Pente 6	634,186	632,706	199,87	628547,792	3966932,300	2,50	-2,50	4,81
P46	1100,000	Arc 1	Pente 6	634,314	633,910	200,93	628572,791	3966932,144	2,50	-2,50	4,81
P47	1125,000	Arc 1	Pente 6	633,161	635,113	201,99	628597,784	3966931,572	2,50	-2,50	4,81
P48	1150,000	Arc 1	Pente 6	634,456	636,316	203,05	628622,764	3966930,583	2,50	-2,50	4,81
P49	1175,000	Arc 1	Pente 6	634,933	637,520	204,11	628647,724	3966929,178	2,50	-2,50	4,81
P50	1200,000	Arc 1	Pente 6	635,584	638,723	205,17	628672,658	3966927,358	2,50	-2,50	4,81
P51	1225,000	Arc 1	Pente 6	636,819	639,927	206,23	628697,557	3966925,121	2,50	-2,50	4,81
P52	1250,000	Arc 1	Pente 6	639,011	641,130	207,29	628722,416	3966922,471	2,50	-2,50	4,81
P53	1275,000	Arc 1	Pente 6	641,909	642,333	208,35	628747,227	3966919,406	2,50	-2,50	4,81
P54	1300,000	Arc 1	Pente 6	643,219	643,537	209,42	628771,984	3966915,928	2,50	-2,50	4,81
P55	1325,000	Arc 1	Pente 6	643,912	644,740	210,48	628796,679	3966912,039	2,50	-2,50	4,81
P56	1350,000	Arc 1	Cercle 5	644,014	645,931	211,54	628821,306	3966907,738	2,50	-2,50	4,67
P57	1375,000	Arc 1	Cercle 5	645,252	647,074	212,60	628845,858	3966903,027	2,50	-2,50	4,47
P58	1400,000	Arc 1	Cercle 5	645,466	648,167	213,66	628870,328	3966897,908	2,50	-2,50	4,27
P59	1425,000	Arc 1	Cercle 5	650,004	649,209	214,72	628894,709	3966892,381	2,50	-2,50	4,07
P60	1450,000	Arc 1	Cercle 5	648,859	650,202	215,78	628918,995	3966886,450	2,50	-2,50	3,87
P61	1475,000	Arc 1	Cercle 5	648,927	651,144	216,84	628943,178	3966880,114	2,50	-2,50	3,67
P62	1500,000	Arc 1	Cercle 5	650,236	652,037	217,90	628967,253	3966873,376	2,50	-2,50	3,47
P63	1525,000	Arc 1	Cercle 5	652,225	652,879	218,96	628991,212	3966866,237	2,50	-2,50	3,27
P64	1550,000	Arc 1	Cercle 5	655,202	653,671	220,03	629015,048	3966858,701	2,50	-2,50	3,07
P65	1575,000	Arc 1	Cercle 5	658,606	654,413	221,09	629038,756	3966850,768	2,50	-2,50	2,87
P66	1600,000	Arc 1	Cercle 5	658,979	655,105	222,15	629062,328	3966842,441	2,50	-2,50	2,67
P67	1625,000	Arc 1	Cercle 5	659,358	655,747	223,21	629085,759	3966833,723	2,50	-2,50	2,47
P68	1650,000	Arc 1	Cercle 5	659,323	656,339	224,27	629109,040	3966824,615	2,50	-2,50	2,27
P69	1675,000	Arc 1	Cercle 5	657,890	656,881	225,33	629132,167	3966815,121	2,50	-2,50	2,07
P70	1700,000	Arc 1	Cercle 5	654,682	657,373	226,39	629155,132	3966805,242	2,50	-2,50	1,87
P71	1725,000	Arc 1	Cercle 5	655,903	657,815	227,45	629177,929	3966794,982	2,50	-2,50	1,67
P72	1750,000	Arc 1	Cercle 5	655,020	658,207	228,51	629200,552	3966784,344	2,50	-2,50	1,47

P73	1775,000	Arc 1	Cercle 5	659,146	658,548	229,58	629222,995	3966773,329	2,50	-2,50	1,27
P74	1800,000	Arc 1	Cercle 5	652,740	658,840	230,64	629245,251	3966761,943	2,50	-2,50	1,07
P75	1825,000	Arc 1	Cercle 5	655,020	659,082	231,70	629267,314	3966750,187	2,50	-2,50	0,87
P76	1850,000	Arc 1	Cercle 5	650,293	659,274	232,76	629289,179	3966738,065	2,50	-2,50	0,67
P77	1875,000	Arc 1	Pente 7	654,552	659,417	233,82	629310,838	3966725,580	2,50	-2,50	0,51
P78	1900,000	Arc 1	Pente 8	658,754	659,700	234,88	629332,286	3966712,737	2,50	-2,50	1,13
P79	1925,000	Arc 1	Pente 8	659,805	659,984	235,94	629353,517	3966699,537	2,50	-2,50	1,13
P80	1950,000	Arc 1	Pente 8	658,155	660,267	237,00	629374,525	3966685,985	2,50	-2,50	1,13
P81	1975,000	Arc 1	Pente 8	657,544	660,551	238,06	629395,304	3966672,086	2,50	-2,50	1,13
P82	2000,000	Arc 1	Pente 8	651,167	660,834	239,12	629415,849	3966657,841	2,50	-2,50	1,13
P83	2025,000	Arc 1	Pente 8	650,186	661,117	240,19	629436,154	3966643,257	2,50	-2,50	1,13
P84	2050,000	Arc 1	Pente 8	649,005	661,401	241,25	629456,212	3966628,336	2,50	-2,50	1,13
P85	2075,000	Arc 1	Pente 8	643,302	661,684	242,31	629476,020	3966613,083	2,50	-2,50	1,13
P86	2100,000	Arc 1	Pente 8	637,685	661,968	243,37	629495,570	3966597,502	2,50	-2,50	1,13
P87	2125,000	Arc 1	Pente 8	635,245	662,251	244,43	629514,858	3966581,597	2,50	-2,50	1,13
P88	2150,000	Arc 1	Pente 8	635,941	662,535	245,49	629533,878	3966565,373	2,50	-2,50	1,13
P89	2175,000	Arc 1	Pente 8	633,602	662,818	246,55	629552,625	3966548,834	2,50	-2,50	1,13
P90	2200,000	Arc 1	Pente 8	631,083	663,102	247,61	629571,094	3966531,985	2,50	-2,50	1,13
P91	2225,000	Arc 1	Pente 8	627,682	663,385	248,67	629589,279	3966514,831	2,50	-2,50	1,13
P92	2250,000	Arc 1	Pente 8	628,053	663,669	249,73	629607,176	3966497,375	2,50	-2,50	1,13
P93	2275,000	Arc 1	Pente 8	628,796	663,952	250,80	629624,780	3966479,625	2,50	-2,50	1,13
P94	2300,000	Arc 1	Pente 8	629,857	664,236	251,86	629642,086	3966461,583	2,50	-2,50	1,13
P95	2325,000	Arc 1	Pente 8	631,238	664,519	252,92	629659,088	3966443,255	2,50	-2,50	1,13
P96	2350,000	Arc 1	Pente 8	632,829	664,803	253,98	629675,782	3966424,646	2,50	-2,50	1,13
P97	2375,000	Arc 1	Pente 8	634,910	665,086	255,04	629692,164	3966405,762	2,50	-2,50	1,13
P98	2400,000	Arc 1	Cercle 6	639,830	665,365	256,10	629708,230	3966386,607	2,50	-2,50	1,04
P99	2425,000	Arc 1	Cercle 6	647,831	665,601	257,16	629723,973	3966367,188	2,50	-2,50	0,84
P100	2450,000	Arc 1	Cercle 6	656,449	665,786	258,22	629739,391	3966347,508	2,50	-2,50	0,64
P101	2475,000	Arc 1	Cercle 6	665,076	665,922	259,28	629754,479	3966327,575	2,50	-2,50	0,44
P102	2498,192	Arc 1	Cercle 6	672,783	666,004	260,27	629768,176	3966308,861	2,50	-2,50	0,26
P103	2500,000	Droite 2	Cercle 6	673,346	666,008	260,27	629769,233	3966307,393	2,50	-2,50	0,24
P104	2525,000	Droite 2	Cercle 6	678,779	666,044	260,27	629783,842	3966287,106	2,50	-2,50	0,04
P105	2550,000	Droite 2	Cercle 6	679,473	666,030	260,27	629798,451	3966266,819	2,50	-2,50	-0,16
P106	2575,000	Droite 2	Cercle 6	680,419	665,966	260,27	629813,061	3966246,532	2,50	-2,50	-0,36
P107	2600,000	Droite 2	Cercle 6	681,895	665,852	260,27	629827,670	3966226,245	2,50	-2,50	-0,56
P108	2625,000	Droite 2	Cercle 6	680,411	665,687	260,27	629842,279	3966205,957	2,50	-2,50	-0,76
P109	2650,000	Droite 2	Cercle 6	676,300	665,473	260,27	629856,888	3966185,670	2,50	-2,50	-0,96
P110	2675,000	Droite 2	Cercle 6	671,954	665,209	260,27	629871,498	3966165,383	2,50	-2,50	-1,16

P111	2700,000	Droite 2	Cercle 6	669,263	664,895	260,27	629886,107	3966145,096	2,50	-2,50	-1,36
P112	2725,000	Droite 2	Cercle 6	666,907	664,531	260,27	629900,716	3966124,809	2,50	-2,50	-1,56
P113	2740,939	Arc 2	Cercle 6	666,790	664,273	260,27	629910,030	3966111,875	2,50	-2,50	-1,68
P114	2750,000	Arc 2	Cercle 6	667,865	664,117	260,65	629915,303	3966104,506	2,50	-2,50	-1,76
P115	2775,000	Arc 2	Cercle 6	668,542	663,652	261,71	629929,619	3966084,011	2,50	-2,50	-1,96
P116	2800,000	Arc 2	Cercle 6	667,482	663,138	262,77	629943,592	3966063,280	2,50	-2,50	-2,16
P117	2825,000	Arc 2	Cercle 6	666,968	662,574	263,84	629957,217	3966042,320	2,50	-2,50	-2,36
P118	2850,000	Arc 2	Cercle 6	667,285	661,960	264,90	629970,491	3966021,135	2,50	-2,50	-2,56
P119	2851,089	Arc 2	Cercle 6	667,259	661,932	264,94	629971,061	3966020,207	2,50	-2,50	-2,57
P120	2875,000	Droite 3	Cercle 6	665,257	661,295	264,94	629983,573	3965999,831	2,50	-2,50	-2,76
P121	2900,000	Droite 3	Cercle 6	663,741	660,581	264,94	629996,654	3965978,527	2,50	-2,50	-2,96
P122	2925,000	Droite 3	Cercle 6	662,561	659,816	264,94	630009,735	3965957,222	2,50	-2,50	-3,16
P123	2950,000	Droite 3	Cercle 6	660,742	659,002	264,94	630022,817	3965935,918	2,50	-2,50	-3,36
P124	2975,000	Droite 3	Cercle 6	660,349	658,137	264,94	630035,898	3965914,614	2,50	-2,50	-3,56
P125	3000,000	Droite 3	Cercle 6	659,675	657,222	264,94	630048,980	3965893,309	2,50	-2,50	-3,76
P126	3025,000	Droite 3	Cercle 6	658,557	656,258	264,94	630062,061	3965872,005	2,50	-2,50	-3,96
P127	3050,000	Droite 3	Cercle 6	657,084	655,243	264,94	630075,143	3965850,701	2,50	-2,50	-4,16
P128	3075,000	Droite 3	Cercle 6	655,669	654,177	264,94	630088,224	3965829,396	2,50	-2,50	-4,36
P129	3100,000	Droite 3	Cercle 6	654,546	653,062	264,94	630101,306	3965808,092	2,50	-2,50	-4,56
P130	3125,000	Droite 3	Cercle 6	653,438	651,897	264,94	630114,387	3965786,788	2,50	-2,50	-4,76
P131	3150,000	Droite 3	Pente 9	652,046	650,683	264,94	630127,469	3965765,483	2,50	-2,50	-4,91
P132	3175,000	Droite 3	Pente 9	650,016	649,454	264,94	630140,550	3965744,179	2,50	-2,50	-4,91
P133	3200,000	Droite 3	Pente 9	646,948	648,225	264,94	630153,632	3965722,875	2,50	-2,50	-4,91
P134	3225,000	Droite 3	Pente 9	643,971	646,996	264,94	630166,713	3965701,570	2,50	-2,50	-4,91
P135	3250,000	Droite 3	Pente 9	644,002	645,768	264,94	630179,795	3965680,266	2,50	-2,50	-4,91
P136	3275,000	Droite 3	Pente 9	643,548	644,539	264,94	630192,876	3965658,962	2,50	-2,50	-4,91
P137	3300,000	Droite 3	Pente 9	642,930	643,310	264,94	630205,958	3965637,657	2,50	-2,50	-4,91
P138	3325,000	Droite 3	Pente 9	641,113	642,081	264,94	630219,039	3965616,353	2,50	-2,50	-4,91
P139	3350,000	Droite 3	Pente 9	638,472	640,853	264,94	630232,121	3965595,049	2,50	-2,50	-4,91
P140	3375,000	Droite 3	Pente 9	635,177	639,624	264,94	630245,202	3965573,744	2,50	-2,50	-4,91
P141	3400,000	Droite 3	Pente 9	635,198	638,395	264,94	630258,284	3965552,440	2,50	-2,50	-4,91
P142	3425,000	Droite 3	Pente 9	635,655	637,167	264,94	630271,365	3965531,136	2,50	-2,50	-4,91
P143	3450,000	Droite 3	Pente 9	636,342	635,938	264,94	630284,447	3965509,831	2,50	-2,50	-4,91
P144	3475,000	Droite 3	Pente 9	634,552	634,709	264,94	630297,528	3965488,527	2,50	-2,50	-4,91
P145	3500,000	Droite 3	Pente 9	631,578	633,480	264,94	630310,610	3965467,223	2,50	-2,50	-4,91
P146	3525,000	Droite 3	Pente 9	629,246	632,252	264,94	630323,691	3965445,918	2,50	-2,50	-4,91
P147	3550,000	Droite 3	Pente 9	627,496	631,023	264,94	630336,773	3965424,614	2,50	-2,50	-4,91
P148	3575,000	Droite 3	Pente 9	626,875	629,794	264,94	630349,854	3965403,310	2,50	-2,50	-4,91

P149	3600,000	Droite 3	Pente 9	626,260	628,565	264,94	630362,936	3965382,005	2,50	-2,50	-4,91
P150	3625,000	Droite 3	Pente 9	625,370	627,337	264,94	630376,017	3965360,701	2,50	-2,50	-4,91
P151	3650,000	Droite 3	Pente 9	624,006	626,108	264,94	630389,099	3965339,397	2,50	-2,50	-4,91
P152	3675,000	Droite 3	Pente 9	622,125	624,879	264,94	630402,180	3965318,092	2,50	-2,50	-4,91
P153	3700,000	Droite 3	Pente 9	619,571	623,650	264,94	630415,262	3965296,788	2,50	-2,50	-4,91
P154	3725,000	Droite 3	Cercle 7	617,860	622,422	264,94	630428,343	3965275,484	2,50	-2,50	-4,91
P155	3750,000	Droite 3	Cercle 7	616,898	621,210	264,94	630441,425	3965254,179	2,50	-2,50	-4,78
P156	3775,000	Droite 3	Cercle 7	616,057	620,030	264,94	630454,506	3965232,875	2,50	-2,50	-4,66
P157	3800,000	Droite 3	Cercle 7	615,787	618,881	264,94	630467,588	3965211,571	2,50	-2,50	-4,53
P158	3825,000	Droite 3	Cercle 7	615,145	617,764	264,94	630480,669	3965190,266	2,50	-2,50	-4,41
P159	3850,000	Droite 3	Cercle 7	614,429	616,678	264,94	630493,751	3965168,962	2,50	-2,50	-4,28
P160	3875,000	Droite 3	Cercle 7	614,048	615,623	264,94	630506,832	3965147,658	2,50	-2,50	-4,16
P161	3900,000	Droite 3	Cercle 7	612,550	614,599	264,94	630519,914	3965126,353	2,50	-2,50	-4,03
P162	3925,000	Droite 3	Cercle 7	610,893	613,607	264,94	630532,995	3965105,049	2,50	-2,50	-3,91
P163	3950,000	Droite 3	Cercle 7	609,783	612,646	264,94	630546,077	3965083,745	2,50	-2,50	-3,78
P164	3975,000	Droite 3	Cercle 7	608,669	611,717	264,94	630559,158	3965062,440	2,50	-2,50	-3,66
P165	4000,000	Droite 3	Pente 10	607,939	610,810	264,94	630572,240	3965041,136	2,50	-2,50	-3,62
P166	4025,000	Droite 3	Pente 10	607,904	609,905	264,94	630585,321	3965019,832	2,50	-2,50	-3,62
P167	4050,000	Droite 3	Pente 10	608,416	609,000	264,94	630598,402	3964998,527	2,50	-2,50	-3,62
P168	4075,000	Droite 3	Pente 10	608,491	608,095	264,94	630611,484	3964977,223	2,50	-2,50	-3,62
P169	4090,086	Arc 3	Pente 10	607,861	607,548	264,94	630619,378	3964964,367	2,50	-2,50	-3,62
P170	4100,000	Arc 3	Pente 10	607,394	607,189	265,36	630624,537	3964955,901	2,50	-2,50	-3,62
P171	4125,000	Arc 3	Cercle 8	606,614	606,285	266,42	630637,299	3964934,404	2,50	-2,50	-3,60
P172	4150,000	Arc 3	Cercle 8	606,061	605,394	267,49	630649,701	3964912,697	2,50	-2,50	-3,52
P173	4175,000	Arc 3	Cercle 8	605,507	604,524	268,55	630661,739	3964890,787	2,50	-2,50	-3,44
P174	4200,000	Arc 3	Cercle 8	605,400	603,675	269,61	630673,410	3964868,679	2,50	-2,50	-3,35
P175	4225,000	Arc 3	Cercle 8	605,628	602,847	270,67	630684,711	3964846,379	2,50	-2,50	-3,27
P176	4250,000	Arc 3	Cercle 8	605,728	602,040	271,73	630695,639	3964823,894	2,50	-2,50	-3,19
P177	4275,000	Arc 3	Cercle 8	604,014	601,254	272,79	630706,190	3964801,231	2,50	-2,50	-3,10
P178	4300,000	Arc 3	Cercle 8	601,551	600,489	273,85	630716,363	3964778,394	2,50	-2,50	-3,02
P179	4325,000	Arc 3	Cercle 8	598,884	599,744	274,91	630726,153	3964755,391	2,50	-2,50	-2,94
P180	4350,000	Arc 3	Cercle 8	598,148	599,021	275,97	630735,559	3964732,228	2,50	-2,50	-2,85
P181	4375,000	Arc 3	Cercle 8	600,298	598,318	277,04	630744,578	3964708,912	2,50	-2,50	-2,77
P182	4400,000	Arc 3	Cercle 8	602,361	597,636	278,10	630753,206	3964685,449	2,50	-2,50	-2,69
P183	4425,000	Arc 3	Cercle 8	602,717	596,975	279,16	630761,442	3964661,845	2,50	-2,50	-2,60
P184	4450,000	Arc 3	Cercle 8	603,164	596,335	280,22	630769,284	3964638,107	2,50	-2,50	-2,52
P185	4475,000	Arc 3	Cercle 8	602,822	595,715	281,28	630776,729	3964614,241	2,50	-2,50	-2,44
P186	4500,000	Arc 3	Cercle 8	603,770	595,117	282,34	630783,776	3964590,255	2,50	-2,50	-2,35

P187	4504,372	Arc 3	Cercle 8	603,764	595,014	282,53	630784,967	3964586,048	2,50	-2,50	-2,34
P188	4525,000	Droite 4	Cercle 8	602,145	594,539	282,53	630790,558	3964566,193	2,50	-2,50	-2,27
P189	4550,000	Droite 4	Cercle 8	602,452	593,982	282,53	630797,334	3964542,128	2,50	-2,50	-2,19
P190	4575,000	Droite 4	Cercle 8	599,968	593,446	282,53	630804,110	3964518,064	2,50	-2,50	-2,10
P191	4600,000	Droite 4	Pente 11	596,072	592,926	282,53	630810,887	3964494,000	2,50	-2,50	-2,08
P192	4625,000	Droite 4	Pente 11	593,164	592,406	282,53	630817,663	3964469,936	2,50	-2,50	-2,08
P193	4650,000	Droite 4	Pente 11	591,352	591,886	282,53	630824,439	3964445,872	2,50	-2,50	-2,08
P194	4675,000	Droite 4	Pente 11	589,382	591,367	282,53	630831,215	3964421,808	2,50	-2,50	-2,08
P195	4700,000	Droite 4	Pente 11	588,315	590,847	282,53	630837,991	3964397,744	2,50	-2,50	-2,08
P196	4725,000	Droite 4	Pente 11	587,673	590,327	282,53	630844,767	3964373,679	2,50	-2,50	-2,08
P197	4750,000	Droite 4	Pente 11	587,625	589,808	282,53	630851,544	3964349,615	2,50	-2,50	-2,08
P198	4775,000	Droite 4	Pente 11	588,555	589,288	282,53	630858,320	3964325,551	2,50	-2,50	-2,08
P199	4800,000	Droite 4	Pente 11	588,819	588,769	282,53	630865,096	3964301,487	2,50	-2,50	-2,08
P200	4811,080	Arc 4	Pente 11	588,885	588,538	282,53	630868,099	3964290,822	2,50	-2,50	-2,08
P201	4825,000	Arc 4	Pente 11	588,971	588,249	281,94	630871,934	3964277,440	2,50	-2,50	-2,08
P202	4850,000	Arc 4	Pente 11	588,872	587,729	280,87	630879,133	3964253,500	2,50	-2,50	-2,08
P203	4875,000	Arc 4	Pente 11	588,658	587,210	279,81	630886,730	3964229,682	2,50	-2,50	-2,08
P204	4900,000	Arc 4	Pente 11	588,033	586,690	278,75	630894,723	3964205,995	2,50	-2,50	-2,08
P205	4925,000	Arc 4	Pente 11	588,460	586,170	277,69	630903,109	3964182,444	2,50	-2,50	-2,08
P206	4950,000	Arc 4	Pente 11	587,582	585,651	276,63	630911,887	3964159,035	2,50	-2,50	-2,08
P207	4975,000	Arc 4	Pente 11	586,655	585,131	275,57	630921,054	3964135,777	2,50	-2,50	-2,08
P208	5000,000	Arc 4	Pente 11	585,445	584,611	274,51	630930,607	3964112,674	2,50	-2,50	-2,08
P209	5025,000	Arc 4	Cercle 9	584,293	584,132	273,45	630940,543	3964089,734	2,50	-2,50	-1,64
P210	5050,000	Arc 4	Cercle 9	583,379	583,796	272,39	630950,861	3964066,963	2,50	-2,50	-1,05
P211	5075,000	Droite 5	Cercle 9	582,512	583,610	271,54	630961,549	3964044,363	2,50	-2,50	-0,45
P212	5100,000	Droite 5	Cercle 9	581,717	583,572	271,54	630972,355	3964021,819	2,50	-2,50	0,15
P213	5125,000	Droite 5	Cercle 9	580,988	583,682	271,54	630983,161	3963999,275	2,50	-2,50	0,74
P214	5150,000	Droite 5	Cercle 9	580,338	583,942	271,54	630993,967	3963976,731	2,50	-2,50	1,34
P215	5175,000	Droite 5	Cercle 10	581,288	584,277	271,54	631004,773	3963954,187	2,50	-2,50	1,25
P216	5200,000	Droite 5	Cercle 10	583,454	584,563	271,54	631015,579	3963931,643	2,50	-2,50	1,05
P217	5225,000	Droite 5	Cercle 10	585,665	584,800	271,54	631026,385	3963909,099	2,50	-2,50	0,85
P218	5250,000	Droite 5	Cercle 10	590,397	584,986	271,54	631037,191	3963886,555	2,50	-2,50	0,65
P219	5275,000	Droite 5	Cercle 10	592,785	585,123	271,54	631047,997	3963864,011	2,50	-2,50	0,45
P220	5300,000	Droite 5	Cercle 10	591,801	585,210	271,54	631058,803	3963841,467	2,50	-2,50	0,25
P221	5325,000	Droite 5	Cercle 10	590,137	585,246	271,54	631069,609	3963818,924	2,50	-2,50	0,05
P222	5350,000	Droite 5	Cercle 10	588,742	585,233	271,54	631080,415	3963796,380	2,50	-2,50	-0,15
P223	5375,000	Droite 5	Cercle 10	587,547	585,170	271,54	631091,221	3963773,836	2,50	-2,50	-0,35
P224	5400,000	Droite 5	Cercle 10	586,548	585,056	271,54	631102,027	3963751,292	2,50	-2,50	-0,55

P225	5425,000	Droite 5	Cercle 10	585,555	584,893	271,54	631112,833	3963728,748	2,50	-2,50	-0,75
P226	5450,000	Droite 5	Cercle 10	584,201	584,680	271,54	631123,639	3963706,204	2,50	-2,50	-0,95
P227	5475,000	Droite 5	Cercle 10	582,353	584,416	271,54	631134,445	3963683,660	2,50	-2,50	-1,15
P228	5500,000	Droite 5	Cercle 10	581,893	584,103	271,54	631145,251	3963661,116	2,50	-2,50	-1,35
P229	5525,000	Droite 5	Cercle 10	579,693	583,739	271,54	631156,057	3963638,572	2,50	-2,50	-1,55
P230	5550,000	Droite 5	Cercle 10	578,523	583,326	271,54	631166,863	3963616,028	2,50	-2,50	-1,75
P231	5575,000	Droite 5	Cercle 10	577,696	582,862	271,54	631177,669	3963593,484	2,50	-2,50	-1,95
P232	5600,000	Droite 5	Cercle 10	577,395	582,349	271,54	631188,475	3963570,940	2,50	-2,50	-2,15
P233	5625,000	Droite 5	Pente 13	577,307	581,810	271,54	631199,281	3963548,396	2,50	-2,50	-2,16
P234	5650,000	Droite 5	Pente 13	577,214	581,270	271,54	631210,087	3963525,852	2,50	-2,50	-2,16
P235	5675,000	Droite 5	Cercle 11	576,961	580,768	271,54	631220,893	3963503,308	2,50	-2,50	-1,74
P236	5700,000	Droite 5	Cercle 12	576,894	580,401	271,54	631231,699	3963480,764	2,50	-2,50	-1,35
P237	5725,000	Droite 5	Cercle 12	576,739	580,038	271,54	631242,505	3963458,220	2,50	-2,50	-1,55
P238	5750,000	Droite 5	Cercle 12	576,476	579,625	271,54	631253,311	3963435,676	2,50	-2,50	-1,75
P239	5775,000	Droite 5	Cercle 12	576,132	579,162	271,54	631264,117	3963413,132	2,50	-2,50	-1,95
P240	5800,000	Droite 5	Cercle 12	575,567	578,649	271,54	631274,923	3963390,588	2,50	-2,50	-2,15
P241	5825,000	Droite 5	Cercle 12	574,889	578,086	271,54	631285,729	3963368,045	2,50	-2,50	-2,35
P242	5850,000	Droite 5	Cercle 12	574,018	577,473	271,54	631296,535	3963345,501	2,50	-2,50	-2,55
P243	5875,000	Droite 5	Cercle 12	572,775	576,810	271,54	631307,341	3963322,957	2,50	-2,50	-2,75
P244	5900,000	Droite 5	Cercle 12	571,491	576,097	271,54	631318,147	3963300,413	2,50	-2,50	-2,95
P245	5925,000	Droite 5	Cercle 12	570,101	575,334	271,54	631328,953	3963277,869	2,50	-2,50	-3,15
P246	5950,000	Droite 5	Cercle 12	569,337	574,521	271,54	631339,760	3963255,325	2,50	-2,50	-3,35
P247	5965,566	Arc 5	Cercle 12	569,362	573,989	271,54	631346,488	3963241,288	2,50	-2,50	-3,48
P248	5975,000	Arc 5	Cercle 12	569,255	573,658	271,94	631350,539	3963232,768	2,50	-2,50	-3,55
P249	6000,000	Arc 5	Cercle 12	568,831	572,744	273,01	631361,014	3963210,069	2,50	-2,50	-3,75
P250	6015,388	Arc 5	Pente 15	568,479	572,162	273,66	631367,273	3963196,011	2,50	-2,50	-3,78
P251	6025,000	Droite 6	Pente 15	568,200	571,799	273,66	631371,137	3963187,210	2,50	-2,50	-3,78
P252	6050,000	Droite 6	Pente 15	567,650	570,853	273,66	631381,189	3963164,320	2,50	-2,50	-3,78
P253	6075,000	Droite 6	Pente 15	567,065	569,907	273,66	631391,240	3963141,430	2,50	-2,50	-3,78
P254	6100,000	Droite 6	Cercle 13	566,400	568,972	273,66	631401,292	3963118,539	2,50	-2,50	-3,64
P255	6125,000	Droite 6	Cercle 13	565,609	568,094	273,66	631411,343	3963095,649	2,50	-2,50	-3,39
P256	6150,000	Droite 6	Cercle 13	565,061	567,278	273,66	631421,394	3963072,758	2,50	-2,50	-3,14
P257	6175,000	Droite 6	Cercle 13	564,966	566,525	273,66	631431,446	3963049,868	2,50	-2,50	-2,89
P258	6200,000	Droite 6	Cercle 13	565,005	565,835	273,66	631441,497	3963026,978	2,50	-2,50	-2,64
P259	6225,000	Droite 6	Cercle 13	565,005	565,207	273,66	631451,549	3963004,087	2,50	-2,50	-2,39
P260	6250,000	Droite 6	Cercle 13	564,597	564,642	273,66	631461,600	3962981,197	2,50	-2,50	-2,14
P261	6275,000	Droite 6	Pente 16	564,206	564,134	273,66	631471,651	3962958,307	2,50	-2,50	-1,98
P262	6300,000	Droite 6	Pente 16	562,961	563,639	273,66	631481,703	3962935,416	2,50	-2,50	-1,98

P263	6325,000	Droite 6	Pente 16	562,612	563,144	273,66	631491,754	3962912,526	2,50	-2,50	-1,98
P264	6350,000	Droite 6	Pente 16	562,279	562,648	273,66	631501,806	3962889,635	2,50	-2,50	-1,98
P265	6375,000	Droite 6	Pente 16	562,360	562,153	273,66	631511,857	3962866,745	2,50	-2,50	-1,98
P266	6400,000	Droite 6	Cercle 14	562,293	561,658	273,66	631521,908	3962843,855	2,50	-2,50	-1,95
P267	6425,000	Droite 6	Cercle 14	561,699	561,191	273,66	631531,960	3962820,964	2,50	-2,50	-1,79
P268	6450,000	Droite 6	Cercle 14	561,150	560,765	273,66	631542,011	3962798,074	2,50	-2,50	-1,62
P269	6475,000	Droite 6	Cercle 14	560,532	560,381	273,66	631552,063	3962775,184	2,50	-2,50	-1,45
P270	6500,000	Droite 6	Cercle 14	559,778	560,039	273,66	631562,114	3962752,293	2,50	-2,50	-1,29
P271	6525,000	Droite 6	Cercle 14	559,674	559,738	273,66	631572,166	3962729,403	2,50	-2,50	-1,12
P272	6550,000	Droite 6	Cercle 14	559,454	559,479	273,66	631582,217	3962706,512	2,50	-2,50	-0,95
P273	6575,000	Droite 6	Cercle 14	559,214	559,262	273,66	631592,268	3962683,622	2,50	-2,50	-0,79
P274	6600,000	Droite 6	Cercle 14	559,041	559,087	273,66	631602,320	3962660,732	2,50	-2,50	-0,62
P275	6625,000	Droite 6	Cercle 14	558,806	558,953	273,66	631612,371	3962637,841	2,50	-2,50	-0,45
P276	6650,000	Droite 6	Cercle 14	558,553	558,861	273,66	631622,423	3962614,951	2,50	-2,50	-0,29
P277	6675,000	Droite 6	Cercle 14	558,355	558,810	273,66	631632,474	3962592,061	2,50	-2,50	-0,12
P278	6700,000	Droite 6	Cercle 14	558,046	558,801	273,66	631642,525	3962569,170	2,50	-2,50	0,05
P279	6725,000	Droite 6	Cercle 14	557,291	558,834	273,66	631652,577	3962546,280	2,50	-2,50	0,21
P280	6750,000	Droite 6	Cercle 14	557,141	558,908	273,66	631662,628	3962523,389	2,50	-2,50	0,38
P281	6775,000	Droite 6	Cercle 14	557,482	559,024	273,66	631672,680	3962500,499	2,50	-2,50	0,55
P282	6800,000	Droite 6	Pente 17	558,362	559,182	273,66	631682,731	3962477,609	2,50	-2,50	0,71
P283	6825,000	Droite 6	Cercle 15	558,684	559,339	273,66	631692,782	3962454,718	2,50	-2,50	0,54
P284	6850,000	Droite 6	Cercle 15	558,261	559,452	273,66	631702,834	3962431,828	2,50	-2,50	0,36
P285	6875,000	Droite 6	Cercle 15	557,763	559,521	273,66	631712,885	3962408,938	2,50	-2,50	0,18
P286	6900,000	Droite 6	Cercle 15	558,558	559,544	273,66	631722,937	3962386,047	2,50	-2,50	0,01
P287	6925,000	Droite 6	Cercle 15	558,075	559,524	273,66	631732,988	3962363,157	2,50	-2,50	-0,17
P288	6950,000	Droite 6	Cercle 15	557,484	559,458	273,66	631743,039	3962340,266	2,50	-2,50	-0,35
P289	6975,000	Droite 6	Cercle 15	557,007	559,349	273,66	631753,091	3962317,376	2,50	-2,50	-0,53
P290	7000,000	Droite 6	Cercle 15	556,396	559,195	273,66	631763,142	3962294,486	2,50	-2,50	-0,71
P291	7025,000	Droite 6	Cercle 15	555,586	558,996	273,66	631773,194	3962271,595	2,50	-2,50	-0,88
P292	7050,000	Droite 6	Cercle 15	555,591	558,753	273,66	631783,245	3962248,705	2,50	-2,50	-1,06
P293	7075,000	Droite 6	Cercle 15	555,317	558,465	273,66	631793,296	3962225,815	2,50	-2,50	-1,24
P294	7100,000	Droite 6	Cercle 15	555,105	558,133	273,66	631803,348	3962202,924	2,50	-2,50	-1,42
P295	7125,000	Droite 6	Cercle 15	554,771	557,756	273,66	631813,399	3962180,034	2,50	-2,50	-1,60
P296	7150,000	Droite 6	Cercle 15	554,419	557,335	273,66	631823,451	3962157,143	2,50	-2,50	-1,77
P297	7175,000	Droite 6	Pente 18	553,993	556,869	273,66	631833,502	3962134,253	2,50	-2,50	-1,94
P298	7200,000	Droite 6	Pente 18	553,486	556,385	273,66	631843,553	3962111,363	2,50	-2,50	-1,94
P299	7225,000	Droite 6	Pente 18	554,109	555,901	273,66	631853,605	3962088,472	2,50	-2,50	-1,94
P300	7250,000	Droite 6	Pente 18	553,307	555,417	273,66	631863,656	3962065,582	2,50	-2,50	-1,94

P301	7275,000	Droite 6	Pente 18	552,865	554,932	273,66	631873,708	3962042,692	2,50	-2,50	-1,94
P302	7300,000	Droite 6	Cercle 16	552,455	554,502	273,66	631883,759	3962019,801	2,50	-2,50	-1,43
P303	7325,000	Droite 6	Pente 19	551,987	554,217	273,66	631893,810	3961996,911	2,50	-2,50	-0,93
P304	7350,000	Droite 6	Pente 19	551,631	553,986	273,66	631903,862	3961974,020	2,50	-2,50	-0,93
P305	7375,000	Droite 6	Pente 19	551,202	553,754	273,66	631913,913	3961951,130	2,50	-2,50	-0,93
P306	7400,000	Droite 6	Pente 19	550,890	553,523	273,66	631923,965	3961928,240	2,50	-2,50	-0,93
P307	7425,000	Droite 6	Pente 19	550,274	553,291	273,66	631934,016	3961905,349	2,50	-2,50	-0,93
P308	7450,000	Droite 6	Pente 19	549,947	553,059	273,66	631944,067	3961882,459	2,50	-2,50	-0,93
P309	7475,000	Droite 6	Pente 19	549,833	552,828	273,66	631954,119	3961859,569	2,50	-2,50	-0,93
P310	7500,000	Droite 6	Pente 19	549,190	552,596	273,66	631964,170	3961836,678	2,50	-2,50	-0,93
P311	7525,000	Droite 6	Pente 19	548,572	552,365	273,66	631974,222	3961813,788	2,50	-2,50	-0,93
P312	7550,000	Droite 6	Pente 19	548,151	552,133	273,66	631984,273	3961790,897	2,50	-2,50	-0,93
P313	7575,000	Droite 6	Pente 19	548,171	551,902	273,66	631994,324	3961768,007	2,50	-2,50	-0,93
P314	7600,000	Droite 6	Pente 19	547,454	551,670	273,66	632004,376	3961745,117	2,50	-2,50	-0,93
P315	7625,000	Droite 6	Pente 19	548,306	551,439	273,66	632014,427	3961722,226	2,50	-2,50	-0,93
P316	7650,000	Droite 6	Cercle 17	548,210	551,208	273,66	632024,479	3961699,336	2,50	-2,50	-0,91
P317	7675,000	Droite 6	Cercle 17	548,428	550,985	273,66	632034,530	3961676,446	2,50	-2,50	-0,88
P318	7700,000	Droite 6	Cercle 17	548,248	550,768	273,66	632044,581	3961653,555	2,50	-2,50	-0,85
P319	7725,000	Droite 6	Cercle 17	548,195	550,558	273,66	632054,633	3961630,665	2,50	-2,50	-0,83
P320	7750,000	Droite 6	Cercle 17	548,341	550,354	273,66	632064,684	3961607,774	2,50	-2,50	-0,80
P321	7775,000	Droite 6	Cercle 17	548,178	550,158	273,66	632074,736	3961584,884	2,50	-2,50	-0,77
P322	7800,000	Droite 6	Cercle 17	547,680	549,969	273,66	632084,787	3961561,994	2,50	-2,50	-0,74
P323	7825,000	Droite 6	Cercle 17	547,259	549,787	273,66	632094,838	3961539,103	2,50	-2,50	-0,72
P324	7850,000	Droite 6	Pente 20	546,975	549,611	273,66	632104,890	3961516,213	2,50	-2,50	-0,70
P325	7875,000	Droite 6	Pente 20	546,690	549,438	273,66	632114,941	3961493,323	2,50	-2,50	-0,70
P326	7889,969	Arc 6	Pente 20	546,543	549,333	273,66	632120,960	3961479,617	2,50	-2,50	-0,70
P327	7900,000	Arc 6	Pente 20	546,452	549,264	274,08	632124,962	3961470,419	2,50	-2,50	-0,70
P328	7925,000	Droite 7	Pente 20	546,270	549,090	274,23	632134,811	3961447,440	2,50	-2,50	-0,70
P329	7950,000	Droite 7	Pente 20	546,189	548,916	274,23	632144,656	3961424,461	2,50	-2,50	-0,70
P330	7975,000	Droite 7	Pente 20	545,851	548,742	274,23	632154,501	3961401,481	2,50	-2,50	-0,70
P331	8000,000	Droite 7	Pente 20	545,350	548,569	274,23	632164,346	3961378,501	2,50	-2,50	-0,70
P332	8025,000	Droite 7	Pente 20	545,477	548,395	274,23	632174,191	3961355,521	2,50	-2,50	-0,70
P333	8050,000	Droite 7	Pente 20	545,118	548,221	274,23	632184,036	3961332,541	2,50	-2,50	-0,70
P334	8075,000	Droite 7	Pente 20	545,010	548,047	274,23	632193,881	3961309,561	2,50	-2,50	-0,70
P335	8100,000	Droite 7	Pente 20	545,011	547,874	274,23	632203,726	3961286,581	2,50	-2,50	-0,70
P336	8125,000	Droite 7	Pente 20	545,098	547,700	274,23	632213,571	3961263,601	2,50	-2,50	-0,70
P337	8150,000	Droite 7	Pente 20	545,182	547,526	274,23	632223,416	3961240,622	2,50	-2,50	-0,70
P338	8175,000	Droite 7	Pente 20	544,260	547,352	274,23	632233,261	3961217,642	2,50	-2,50	-0,70

P339	8200,000	Droite 7	Pente 20	544,177	547,178	274,23	632243,106	3961194,662	2,50	-2,50	-0,70
P340	8225,000	Droite 7	Pente 20	544,386	547,005	274,23	632252,952	3961171,682	2,50	-2,50	-0,70
P341	8250,000	Droite 7	Cercle 18	544,736	546,828	274,23	632262,797	3961148,702	2,50	-2,50	-0,76
P342	8275,000	Droite 7	Cercle 18	544,584	546,613	274,23	632272,642	3961125,722	2,50	-2,50	-0,96
P343	8300,000	Droite 7	Cercle 18	544,270	546,349	274,23	632282,487	3961102,742	2,50	-2,50	-1,16
P344	8325,000	Droite 7	Cercle 18	544,155	546,034	274,23	632292,332	3961079,762	2,50	-2,50	-1,36
P345	8350,000	Droite 7	Cercle 18	543,687	545,669	274,23	632302,177	3961056,783	2,50	-2,50	-1,56
P346	8375,000	Droite 7	Cercle 18	543,055	545,254	274,23	632312,022	3961033,803	2,50	-2,50	-1,76
P347	8400,000	Droite 7	Cercle 18	542,915	544,789	274,23	632321,867	3961010,823	2,50	-2,50	-1,96
P348	8425,000	Droite 7	Cercle 18	542,695	544,274	274,23	632331,712	3960987,843	2,50	-2,50	-2,16
P349	8450,000	Droite 7	Pente 21	542,197	543,714	274,23	632341,557	3960964,863	2,50	-2,50	-2,27
P350	8475,000	Droite 7	Pente 21	541,817	543,148	274,23	632351,402	3960941,883	2,50	-2,50	-2,27
P351	8500,000	Droite 7	Pente 21	541,450	542,582	274,23	632361,247	3960918,903	2,50	-2,50	-2,27
P352	8525,000	Droite 7	Pente 21	541,081	542,016	274,23	632371,092	3960895,923	2,50	-2,50	-2,27
P353	8550,000	Droite 7	Pente 21	540,863	541,449	274,23	632380,937	3960872,944	2,50	-2,50	-2,27
P354	8575,000	Droite 7	Pente 21	540,763	540,883	274,23	632390,782	3960849,964	2,50	-2,50	-2,27
P355	8600,000	Droite 7	Cercle 19	540,618	540,359	274,23	632400,628	3960826,984	2,50	-2,50	-1,82
P356	8625,000	Droite 7	Cercle 19	540,833	539,979	274,23	632410,473	3960804,004	2,50	-2,50	-1,22
P357	8650,000	Droite 7	Pente 22	540,819	539,715	274,23	632420,318	3960781,024	2,50	-2,50	-1,03
P358	8675,000	Droite 7	Pente 22	539,652	539,458	274,23	632430,163	3960758,044	2,50	-2,50	-1,03
P359	8700,000	Droite 7	Pente 22	539,397	539,202	274,23	632440,008	3960735,064	2,50	-2,50	-1,03
P360	8725,000	Droite 7	Pente 22	539,971	538,945	274,23	632449,853	3960712,084	2,50	-2,50	-1,03
P361	8750,000	Droite 7	Pente 22	540,126	538,688	274,23	632459,698	3960689,105	2,50	-2,50	-1,03
P362	8775,000	Droite 7	Pente 22	540,467	538,432	274,23	632469,543	3960666,125	2,50	-2,50	-1,03
P363	8800,000	Droite 7	Pente 22	539,830	538,175	274,23	632479,388	3960643,145	2,50	-2,50	-1,03
P364	8825,000	Droite 7	Pente 22	539,165	537,919	274,23	632489,233	3960620,165	2,50	-2,50	-1,03
P365	8850,000	Droite 7	Pente 22	537,777	537,662	274,23	632499,078	3960597,185	2,50	-2,50	-1,03
P366	8875,000	Droite 7	Pente 22	538,955	537,405	274,23	632508,923	3960574,205	2,50	-2,50	-1,03
P367	8900,000	Droite 7	Pente 22	536,769	537,149	274,23	632518,768	3960551,225	2,50	-2,50	-1,03
P368	8925,000	Droite 7	Pente 22	536,403	536,892	274,23	632528,613	3960528,245	2,50	-2,50	-1,03
P369	8950,000	Droite 7	Cercle 20	536,099	536,649	274,23	632538,458	3960505,266	2,50	-2,50	-0,78
P370	8975,000	Droite 7	Cercle 20	536,241	536,529	274,23	632548,304	3960482,286	2,50	-2,50	-0,18
P371	9000,000	Droite 7	Cercle 20	535,408	536,559	274,23	632558,149	3960459,306	2,50	-2,50	0,41
P372	9025,000	Droite 7	Cercle 20	535,418	536,737	274,23	632567,994	3960436,326	2,50	-2,50	1,01
P373	9050,000	Droite 7	Cercle 21	536,833	536,969	274,23	632577,839	3960413,346	2,50	-2,50	0,83
P374	9075,000	Droite 7	Cercle 21	536,996	537,151	274,23	632587,684	3960390,366	2,50	-2,50	0,63
P375	9100,000	Droite 7	Cercle 21	536,647	537,283	274,23	632597,529	3960367,386	2,50	-2,50	0,43
P376	9125,000	Droite 7	Cercle 21	536,874	537,365	274,23	632607,374	3960344,406	2,50	-2,50	0,23

P377	9150,000	Droite 7	Cercle 21	535,356	537,397	274,23	632617,219	3960321,427	2,50	-2,50	0,03
P378	9175,000	Droite 7	Cercle 21	534,006	537,379	274,23	632627,064	3960298,447	2,50	-2,50	-0,17
P379	9200,000	Droite 7	Cercle 21	534,943	537,311	274,23	632636,909	3960275,467	2,50	-2,50	-0,37
P380	9225,000	Droite 7	Cercle 21	535,979	537,193	274,23	632646,754	3960252,487	2,50	-2,50	-0,57
P381	9250,000	Droite 7	Cercle 21	534,019	537,025	274,23	632656,599	3960229,507	2,50	-2,50	-0,77
P382	9275,000	Droite 7	Cercle 21	534,240	536,807	274,23	632666,444	3960206,527	2,50	-2,50	-0,97
P383	9300,000	Droite 7	Cercle 21	536,400	536,539	274,23	632676,289	3960183,547	2,50	-2,50	-1,17
P384	9325,000	Droite 7	Pente 24	536,972	536,221	274,23	632686,134	3960160,567	2,50	-2,50	-1,35
P385	9350,000	Droite 7	Pente 24	536,294	535,884	274,23	632695,980	3960137,588	2,50	-2,50	-1,35
P386	9375,000	Droite 7	Pente 24	535,711	535,547	274,23	632705,825	3960114,608	2,50	-2,50	-1,35
P387	9400,000	Droite 7	Pente 24	534,625	535,210	274,23	632715,670	3960091,628	2,50	-2,50	-1,35
P388	9425,000	Droite 7	Pente 24	534,241	534,873	274,23	632725,515	3960068,648	2,50	-2,50	-1,35
P389	9436,386	Arc 7	Pente 24	533,788	534,719	274,23	632729,999	3960058,182	2,50	-2,50	-1,35
P390	9450,000	Arc 7	Pente 24	533,551	534,536	274,81	632735,303	3960045,644	2,50	-2,50	-1,35
P391	9475,000	Arc 7	Cercle 22	532,634	534,206	275,87	632744,746	3960022,496	2,50	-2,50	-1,15
P392	9500,000	Arc 7	Pente 25	532,784	533,949	276,93	632753,803	3959999,195	2,50	-2,50	-1,01
P393	9525,000	Arc 7	Pente 25	533,006	533,696	277,99	632762,469	3959975,745	2,50	-2,50	-1,01
P394	9550,000	Arc 7	Pente 25	532,834	533,443	279,05	632770,744	3959952,155	2,50	-2,50	-1,01
P395	9575,000	Arc 7	Pente 25	532,665	533,190	280,11	632778,625	3959928,430	2,50	-2,50	-1,01
P396	9600,000	Arc 7	Pente 25	531,691	532,937	281,18	632786,108	3959904,576	2,50	-2,50	-1,01
P397	9625,000	Arc 7	Cercle 23	531,794	532,684	282,24	632793,194	3959880,602	2,50	-2,50	-1,01
P398	9650,000	Arc 7	Cercle 23	531,560	532,436	283,30	632799,879	3959856,512	2,50	-2,50	-0,98
P399	9675,000	Arc 7	Cercle 23	531,269	532,195	284,36	632806,161	3959832,315	2,50	-2,50	-0,95
P400	9700,000	Arc 7	Cercle 23	530,938	531,961	285,42	632812,039	3959808,016	2,50	-2,50	-0,92
P401	9725,000	Arc 7	Cercle 23	530,761	531,733	286,48	632817,512	3959783,623	2,50	-2,50	-0,90
P402	9750,000	Arc 7	Cercle 23	530,468	531,513	287,54	632822,577	3959759,142	2,50	-2,50	-0,87
P403	9775,000	Arc 7	Cercle 23	530,907	531,300	288,60	632827,233	3959734,579	2,50	-2,50	-0,84
P404	9800,000	Arc 7	Cercle 23	531,962	531,093	289,66	632831,480	3959709,943	2,50	-2,50	-0,81
P405	9825,000	Arc 7	Cercle 23	532,378	530,894	290,73	632835,315	3959685,239	2,50	-2,50	-0,78
P406	9850,000	Arc 7	Cercle 23	532,557	530,701	291,79	632838,738	3959660,475	2,50	-2,50	-0,76
P407	9875,000	Arc 7	Cercle 23	532,136	530,515	292,85	632841,748	3959635,657	2,50	-2,50	-0,73
P408	9900,000	Arc 7	Pente 26	530,561	530,335	293,91	632844,344	3959610,792	2,50	-2,50	-0,72
P409	9925,000	Arc 7	Pente 26	530,413	530,154	294,97	632846,525	3959585,888	2,50	-2,50	-0,72
P410	9931,099	Arc 7	Pente 26	530,955	530,110	295,23	632846,994	3959579,808	2,50	-2,50	-0,72
P411	9950,000	Droite 8	Pente 26	531,325	529,973	295,23	632848,410	3959560,959	2,50	-2,50	-0,72
P412	9975,000	Droite 8	Pente 26	530,850	529,792	295,23	632850,282	3959536,029	2,50	-2,50	-0,72
P413	10000,000	Droite 8	Pente 26	530,782	529,611	295,23	632852,154	3959511,100	2,50	-2,50	-0,72
P414	10025,000	Droite 8	Pente 26	527,700	529,431	295,23	632854,026	3959486,170	2,50	-2,50	-0,72

P415	10050,000	Droite 8	Pente 26	527,431	529,250	295,23	632855,898	3959461,240	2,50	-2,50	-0,72
P416	10075,000	Droite 8	Pente 26	529,141	529,069	295,23	632857,770	3959436,310	2,50	-2,50	-0,72
P417	10086,933	Droite 8	Pente 26	528,983	528,983	295,23	632858,664	3959424,411	2,50	-2,50	-0,72

XV.4 Cubatures

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0,000	12,500	0,00	96,04	0,0	1200,5	0,0	1200,5
P02	25,000	25,000	0,00	107,77	0,0	2694,3	0,0	3894,8
P03	50,000	25,000	0,00	107,27	0,0	2681,7	0,0	6576,5
P04	75,000	25,000	0,00	264,83	0,0	6620,8	0,0	13197,3
P05	100,000	25,000	0,00	276,70	0,0	6917,4	0,0	20114,7
P06	125,000	25,000	0,00	308,33	0,0	7708,4	0,0	27823,1
P07	150,000	25,000	0,00	375,09	0,0	9377,3	0,0	37200,4
P08	175,000	25,000	0,00	193,94	0,0	4848,5	0,0	42048,9
P09	200,000	25,000	0,00	132,69	0,0	3317,3	0,0	45366,2
P10	225,000	25,000	0,00	99,45	0,0	2486,4	0,0	47852,6
P11	250,000	25,000	0,00	78,34	0,0	1958,4	0,0	49811,0
P12	275,000	25,000	0,00	64,32	0,0	1608,1	0,0	51419,1
P13	300,000	25,000	0,00	50,71	0,0	1267,8	0,0	52686,8
P14	325,000	25,000	0,00	41,57	0,0	1039,3	0,0	53726,1
P15	350,000	25,000	0,00	38,76	0,0	969,1	0,0	54695,1
P16	375,000	25,000	0,00	39,69	0,0	992,2	0,0	55687,4
P17	400,000	25,000	0,00	40,72	0,0	1017,9	0,0	56705,3
P18	425,000	25,000	0,00	44,18	0,0	1104,6	0,0	57809,8
P19	450,000	25,000	0,00	46,11	0,0	1152,7	0,0	58962,6
P20	475,000	25,000	0,00	39,69	0,0	992,2	0,0	59954,8
P21	500,000	25,000	1,44	19,81	36,1	495,2	36,1	60450,0
P22	525,000	25,000	7,05	7,43	176,3	185,9	212,4	60635,8
P23	550,000	25,000	15,75	0,01	393,8	0,1	606,1	60636,0
P24	575,000	25,000	39,89	0,01	997,2	0,3	1603,3	60636,3
P25	600,000	25,000	60,13	0,00	1503,3	0,0	3106,6	60636,3
P26	625,000	25,000	84,23	0,00	2105,6	0,0	5212,2	60636,3
P27	650,000	25,000	109,38	0,00	2734,5	0,0	7946,7	60636,3
P28	675,000	25,000	123,80	0,00	3095,1	0,0	11041,8	60636,3
P29	700,000	25,000	40,72	0,02	1018,1	0,6	12059,9	60636,8
P30	725,000	25,000	17,60	5,63	440,1	140,8	12499,9	60777,6
P31	750,000	25,000	3,53	13,20	88,2	330,0	12588,1	61107,7
P32	775,000	25,000	74,61	0,00	1865,4	0,0	14453,5	61107,7
P33	800,000	25,000	59,17	1,55	1479,3	38,7	15932,8	61146,4
P34	825,000	25,000	4,32	16,21	107,9	405,2	16040,7	61551,6
P35	850,000	25,000	0,96	36,89	24,1	922,1	16064,8	62473,7
P36	875,000	20,970	0,11	36,72	2,3	770,0	16067,1	63243,7
P37	891,940	12,500	0,00	43,40	0,0	542,5	16067,1	63786,3
P38	900,000	16,530	0,14	42,00	2,4	696,0	16069,4	64482,3
P39	925,000	25,000	5,32	22,93	132,0	577,1	16201,4	65059,3
P40	950,000	25,000	17,21	20,05	427,3	505,2	16628,7	65564,6
P41	975,000	25,000	1,07	19,06	26,5	478,6	16655,2	66043,2
P42	1000,000	25,000	10,83	1,59	269,1	40,1	16924,2	66083,2
P43	1025,000	25,000	20,81	0,30	517,7	7,5	17441,9	66090,7
P44	1050,000	25,000	63,13	0,56	1569,9	14,1	19011,8	66104,8

P45	1075,000	25,000	95,52	0,00	2378,2	0,0	21390,0	66104,8
P46	1100,000	25,000	48,93	0,00	1222,5	0,0	22612,5	66104,8
P47	1125,000	25,000	0,30	34,16	7,5	857,9	22620,0	66962,7
P48	1150,000	25,000	0,00	33,71	0,0	845,8	22620,0	67808,6
P49	1175,000	25,000	0,00	54,34	0,0	1362,5	22620,0	69171,1
P50	1200,000	25,000	0,00	61,53	0,0	1540,9	22620,0	70712,0
P51	1225,000	25,000	0,00	60,62	0,0	1513,3	22620,0	72225,3
P52	1250,000	25,000	0,53	37,87	13,3	943,7	22633,3	73169,0
P53	1275,000	25,000	7,89	14,31	198,0	355,0	22831,4	73524,0
P54	1300,000	25,000	9,72	7,67	241,9	193,5	23073,2	73717,5
P55	1325,000	25,000	24,91	0,00	624,0	0,0	23697,3	73717,5
P56	1350,000	25,000	0,46	31,85	11,4	800,0	23708,6	74517,5
P57	1375,000	25,000	4,20	34,84	104,0	876,3	23812,6	75393,8
P58	1400,000	25,000	0,00	50,31	0,0	1259,9	23812,6	76653,6
P59	1425,000	25,000	38,33	4,68	955,1	118,0	24767,7	76771,7
P60	1450,000	25,000	2,88	19,17	71,4	482,4	24839,1	77254,1
P61	1475,000	25,000	0,00	42,33	0,0	1062,1	24839,1	78316,2
P62	1500,000	25,000	0,00	27,94	0,0	699,5	24839,1	79015,7
P63	1525,000	25,000	25,51	8,88	642,4	220,2	25481,5	79235,9
P64	1550,000	25,000	93,48	0,00	2344,7	0,0	27826,3	79235,9
P65	1575,000	25,000	175,80	0,00	4390,9	0,0	32217,2	79235,9
P66	1600,000	25,000	185,91	0,00	4635,1	0,0	36852,2	79235,9
P67	1625,000	25,000	173,23	0,00	4317,9	0,0	41170,1	79235,9
P68	1650,000	25,000	125,51	0,00	3132,7	0,0	44302,9	79235,9
P69	1675,000	25,000	77,74	13,23	1931,8	333,5	46234,7	79569,4
P70	1700,000	25,000	3,21	51,47	79,6	1292,9	46314,3	80862,2
P71	1725,000	25,000	0,00	48,25	0,0	1206,0	46314,3	82068,2
P72	1750,000	25,000	0,44	72,83	10,9	1828,6	46325,2	83896,8
P73	1775,000	25,000	57,09	1,00	1421,2	25,1	47746,4	83921,9
P74	1800,000	25,000	0,00	169,86	0,0	4247,8	47746,4	88169,8
P75	1825,000	25,000	0,00	119,54	0,0	2995,0	47746,4	91164,8
P76	1850,000	25,000	0,00	281,19	0,0	7043,3	47746,4	98208,1
P77	1875,000	25,000	0,00	147,73	0,0	3692,1	47746,4	101900,2
P78	1900,000	25,000	8,14	34,54	202,0	870,9	47948,4	102771,0
P79	1925,000	25,000	25,18	0,00	630,6	0,0	48579,0	102771,0
P80	1950,000	25,000	0,00	31,17	0,0	781,7	48579,0	103552,8
P81	1975,000	25,000	0,00	91,13	0,0	2286,4	48579,0	105839,2
P82	2000,000	25,000	0,00	261,43	0,0	6539,5	48579,0	112378,7
P83	2025,000	25,000	0,00	320,50	0,0	8021,2	48579,0	120399,8
P84	2050,000	25,000	0,00	391,13	0,0	9782,1	48579,0	130182,0
P85	2075,000	25,000	0,00	563,43	0,0	14084,4	48579,0	144266,4
P86	2100,000	25,000	0,00	727,89	0,0	18195,0	48579,0	162461,4
P87	2125,000	25,000	0,00	807,96	0,0	20200,1	48579,0	182661,5
P88	2150,000	25,000	0,00	815,83	0,0	20405,2	48579,0	203066,8
P89	2175,000	25,000	0,00	890,63	0,0	22272,8	48579,0	225339,6
P90	2200,000	25,000	0,00	984,65	0,0	24619,6	48579,0	249959,1
P91	2225,000	25,000	0,00	1091,36	0,0	27284,7	48579,0	277243,9
P92	2250,000	25,000	0,00	1100,82	0,0	27521,1	48579,0	304764,9
P93	2275,000	25,000	0,00	1082,78	0,0	27067,7	48579,0	331832,6
P94	2300,000	25,000	0,00	1058,61	0,0	26463,0	48579,0	358295,6
P95	2325,000	25,000	0,00	1029,14	0,0	25724,6	48579,0	384020,2
P96	2350,000	25,000	0,00	991,82	0,0	24792,6	48579,0	408812,8
P97	2375,000	25,000	0,00	925,07	0,0	23121,1	48579,0	431933,9
P98	2400,000	25,000	0,00	768,48	0,0	19208,1	48579,0	451141,9

P99	2425,000	25,000	0,00	542,03	0,0	13543,1	48579,0	464685,0
P100	2450,000	25,000	0,00	285,56	0,0	7130,7	48579,0	471815,8
P101	2475,000	24,096	25,18	47,57	611,3	1138,8	49190,3	472954,6
P102	2498,192	12,500	324,81	0,00	4074,3	0,0	53264,6	472954,6
P103	2500,000	13,404	349,59	0,00	4686,0	0,0	57950,6	472954,6
P104	2525,000	25,000	581,76	0,00	14544,1	0,0	72494,6	472954,6
P105	2550,000	25,000	555,73	0,00	13893,1	0,0	86387,8	472954,6
P106	2575,000	25,000	621,43	0,00	15535,7	0,0	101923,5	472954,6
P107	2600,000	25,000	713,96	0,00	17848,9	0,0	119772,4	472954,6
P108	2625,000	25,000	647,00	0,00	16175,1	0,0	135947,5	472954,6
P109	2650,000	25,000	462,72	0,00	11567,9	0,0	147515,4	472954,6
P110	2675,000	25,000	299,84	0,00	7496,1	0,0	155011,5	472954,6
P111	2700,000	25,000	217,10	0,00	5427,4	0,0	160438,9	472954,6
P112	2725,000	20,469	152,11	0,00	3113,5	0,0	163552,5	472954,6
P113	2740,939	12,500	147,08	0,00	1839,7	0,0	165392,2	472954,6
P114	2750,000	17,031	183,34	0,00	3129,2	0,0	168521,4	472954,6
P115	2775,000	25,000	214,35	0,00	5372,9	0,0	173894,2	472954,6
P116	2800,000	25,000	189,22	0,00	4743,4	0,0	178637,6	472954,6
P117	2825,000	25,000	200,30	0,00	5020,1	0,0	183657,7	472954,6
P118	2850,000	13,045	222,98	0,00	2914,4	0,0	186572,0	472954,6
P119	2851,089	12,500	222,39	0,00	2780,1	0,0	189352,1	472954,6
P120	2875,000	24,455	171,59	0,00	4196,2	0,0	193548,3	472954,6
P121	2900,000	25,000	139,99	0,00	3499,8	0,0	197048,1	472954,6
P122	2925,000	25,000	122,91	0,00	3072,9	0,0	200121,0	472954,6
P123	2950,000	25,000	93,11	0,00	2327,7	0,0	202448,6	472954,6
P124	2975,000	25,000	109,13	0,00	2728,2	0,0	205176,9	472954,6
P125	3000,000	25,000	111,69	0,00	2792,1	0,0	207969,0	472954,6
P126	3025,000	25,000	110,16	0,00	2754,1	0,0	210723,1	472954,6
P127	3050,000	25,000	93,74	0,00	2343,6	0,0	213066,7	472954,6
P128	3075,000	25,000	80,11	0,00	2002,8	0,0	215069,5	472954,6
P129	3100,000	25,000	79,60	0,00	1990,1	0,0	217059,6	472954,6
P130	3125,000	25,000	85,24	0,00	2131,0	0,0	219190,6	472954,6
P131	3150,000	25,000	79,27	0,00	1981,7	0,0	221172,3	472954,6
P132	3175,000	25,000	49,70	0,00	1242,5	0,0	222414,8	472954,6
P133	3200,000	25,000	0,22	6,34	5,4	158,6	222420,3	473113,2
P134	3225,000	25,000	0,12	40,08	2,9	1001,9	222423,2	474115,1
P135	3250,000	25,000	5,68	36,87	142,0	921,7	222565,2	475036,8
P136	3275,000	25,000	13,04	16,00	326,0	400,1	222891,2	475436,8
P137	3300,000	25,000	21,19	3,72	529,7	93,0	223420,8	475529,8
P138	3325,000	25,000	0,20	8,57	5,1	214,2	223425,9	475744,0
P139	3350,000	25,000	0,00	58,36	0,0	1459,0	223425,9	477203,0
P140	3375,000	25,000	0,00	113,82	0,0	2845,5	223425,9	480048,5
P141	3400,000	25,000	0,00	78,21	0,0	1955,2	223425,9	482003,8
P142	3425,000	25,000	3,82	20,79	95,5	519,8	223521,4	482523,6
P143	3450,000	25,000	45,92	0,01	1148,0	0,2	224669,4	482523,8
P144	3475,000	25,000	22,51	1,18	562,7	29,4	225232,1	482553,2
P145	3500,000	25,000	0,00	31,32	0,0	783,0	225232,1	483336,2
P146	3525,000	25,000	0,00	68,89	0,0	1722,2	225232,1	485058,3
P147	3550,000	25,000	0,00	83,94	0,0	2098,5	225232,1	487156,9
P148	3575,000	25,000	0,00	64,85	0,0	1621,3	225232,1	488778,2
P149	3600,000	25,000	0,00	50,23	0,0	1255,7	225232,1	490033,8
P150	3625,000	25,000	0,00	40,08	0,0	1002,0	225232,1	491035,8
P151	3650,000	25,000	0,00	50,59	0,0	1264,7	225232,1	492300,5
P152	3675,000	25,000	0,00	69,72	0,0	1742,9	225232,1	494043,4

P153	3700,000	25,000	0,00	111,06	0,0	2776,5	225232,1	496820,0
P154	3725,000	25,000	0,00	105,69	0,0	2642,3	225232,1	499462,2
P155	3750,000	25,000	0,00	119,00	0,0	2975,0	225232,1	502437,2
P156	3775,000	25,000	0,00	104,56	0,0	2614,1	225232,1	505051,3
P157	3800,000	25,000	0,00	75,78	0,0	1894,4	225232,1	506945,7
P158	3825,000	25,000	0,19	56,61	4,8	1415,4	225237,0	508361,1
P159	3850,000	25,000	0,81	42,01	20,4	1050,3	225257,3	509411,4
P160	3875,000	25,000	2,45	24,00	61,2	600,0	225318,5	510011,4
P161	3900,000	25,000	0,00	38,49	0,1	962,2	225318,6	510973,6
P162	3925,000	25,000	0,00	58,37	0,0	1459,4	225318,6	512432,9
P163	3950,000	25,000	0,00	66,90	0,0	1672,6	225318,6	514105,5
P164	3975,000	25,000	0,00	71,92	0,0	1798,1	225318,6	515903,6
P165	4000,000	25,000	0,00	63,11	0,0	1577,8	225318,6	517481,4
P166	4025,000	25,000	0,00	35,23	0,0	880,8	225318,6	518362,2
P167	4050,000	25,000	14,60	1,83	365,0	45,8	225683,6	518407,9
P168	4075,000	20,043	45,36	0,00	909,2	0,0	226592,8	518408,0
P169	4090,086	12,500	41,79	0,02	522,9	0,3	227115,6	518408,2
P170	4100,000	17,457	38,86	0,05	680,3	0,8	227795,9	518409,0
P171	4125,000	25,000	42,01	0,02	1052,8	0,4	228848,8	518409,5
P172	4150,000	25,000	48,55	0,00	1215,4	0,0	230064,1	518409,5
P173	4175,000	25,000	63,49	0,00	1588,3	0,0	231652,4	518409,5
P174	4200,000	25,000	91,78	0,00	2295,9	0,0	233948,3	518409,5
P175	4225,000	25,000	129,06	0,00	3228,9	0,0	237177,2	518409,5
P176	4250,000	25,000	162,44	0,00	4064,4	0,0	241241,7	518409,5
P177	4275,000	25,000	151,41	0,00	3786,3	0,0	245028,0	518409,5
P178	4300,000	25,000	92,30	0,00	2320,2	0,0	247348,2	518409,5
P179	4325,000	25,000	35,12	7,01	885,0	173,9	248233,2	518583,4
P180	4350,000	25,000	28,21	11,18	711,0	277,4	248944,2	518860,8
P181	4375,000	25,000	121,08	0,00	3039,0	0,0	251983,1	518860,8
P182	4400,000	25,000	215,46	0,00	5406,4	0,0	257389,5	518860,8
P183	4425,000	25,000	234,25	0,00	5873,9	0,0	263263,4	518860,8
P184	4450,000	25,000	269,19	0,00	6746,6	0,0	270010,0	518860,8
P185	4475,000	25,000	273,34	0,00	6851,2	0,0	276861,2	518860,8
P186	4500,000	14,686	325,28	0,00	4783,3	0,0	281644,6	518860,8
P187	4504,372	12,500	321,77	0,00	4023,1	0,0	285667,6	518860,8
P188	4525,000	22,814	286,09	0,00	6526,9	0,0	292194,5	518860,8
P189	4550,000	25,000	291,66	0,00	7291,4	0,0	299485,9	518860,8
P190	4575,000	25,000	233,58	0,00	5839,6	0,0	305325,5	518860,8
P191	4600,000	25,000	110,65	0,00	2766,2	0,0	308091,7	518860,8
P192	4625,000	25,000	51,74	0,00	1293,4	0,0	309385,2	518860,8
P193	4650,000	25,000	11,27	2,63	281,8	65,7	309667,0	518926,5
P194	4675,000	25,000	0,00	25,76	0,0	643,9	309667,0	519570,4
P195	4700,000	25,000	0,00	46,74	0,0	1168,6	309667,0	520739,0
P196	4725,000	25,000	0,00	55,56	0,0	1389,1	309667,0	522128,0
P197	4750,000	25,000	0,00	42,29	0,0	1057,2	309667,0	523185,2
P198	4775,000	25,000	11,81	7,41	295,3	185,2	309962,3	523370,5
P199	4800,000	18,040	34,06	0,02	614,5	0,3	310576,9	523370,7
P200	4811,080	12,500	43,99	0,02	549,0	0,3	311125,9	523371,1
P201	4825,000	19,460	56,74	0,00	1101,7	0,0	312227,6	523371,1
P202	4850,000	25,000	71,21	0,00	1776,9	0,0	314004,4	523371,1
P203	4875,000	25,000	80,29	0,00	2004,1	0,0	316008,5	523371,1
P204	4900,000	25,000	81,94	0,00	2047,2	0,0	318055,7	523371,1
P205	4925,000	25,000	104,69	0,00	2616,3	0,0	320672,0	523371,1
P206	4950,000	25,000	96,20	0,00	2403,8	0,0	323075,9	523371,1

P207	4975,000	25,000	82,01	0,00	2050,3	0,0	325126,2	523371,1
P208	5000,000	25,000	60,06	0,00	1502,0	0,0	326628,2	523371,1
P209	5025,000	25,000	37,50	0,00	937,8	0,0	327566,1	523371,1
P210	5050,000	25,000	18,98	0,00	474,9	0,0	328040,9	523371,1
P211	5075,000	25,000	0,00	4,07	0,0	101,9	328040,9	523472,9
P212	5100,000	25,000	0,00	30,09	0,0	752,2	328040,9	524225,1
P213	5125,000	25,000	0,00	59,45	0,0	1486,2	328040,9	525711,3
P214	5150,000	25,000	0,00	87,49	0,0	2187,4	328040,9	527898,7
P215	5175,000	25,000	0,00	78,01	0,0	1950,3	328040,9	529849,0
P216	5200,000	25,000	1,77	11,45	44,2	286,2	328085,2	530135,2
P217	5225,000	25,000	60,74	0,00	1518,5	0,0	329603,7	530135,2
P218	5250,000	25,000	214,50	0,00	5362,6	0,0	334966,3	530135,2
P219	5275,000	25,000	316,12	0,00	7902,9	0,0	342869,2	530135,2
P220	5300,000	25,000	273,87	0,00	6846,9	0,0	349716,1	530135,2
P221	5325,000	25,000	204,97	0,00	5124,2	0,0	354840,2	530135,2
P222	5350,000	25,000	153,47	0,00	3836,8	0,0	358677,1	530135,2
P223	5375,000	25,000	112,11	0,00	2802,8	0,0	361479,9	530135,2
P224	5400,000	25,000	76,73	0,00	1918,3	0,0	363398,2	530135,2
P225	5425,000	25,000	43,19	0,03	1079,7	0,8	364477,9	530136,0
P226	5450,000	25,000	12,95	5,19	323,7	129,7	364801,6	530265,6
P227	5475,000	25,000	0,00	39,29	0,0	982,3	364801,6	531248,0
P228	5500,000	25,000	0,00	53,25	0,0	1331,2	364801,6	532579,1
P229	5525,000	25,000	0,00	107,69	0,0	2692,4	364801,6	535271,5
P230	5550,000	25,000	0,00	131,53	0,0	3288,1	364801,6	538559,6
P231	5575,000	25,000	0,00	144,87	0,0	3621,8	364801,6	542181,5
P232	5600,000	25,000	0,00	141,45	0,0	3536,3	364801,6	545717,7
P233	5625,000	25,000	0,00	124,79	0,0	3119,7	364801,6	548837,4
P234	5650,000	25,000	0,00	109,02	0,0	2725,5	364801,6	551563,0
P235	5675,000	25,000	0,00	100,40	0,0	2509,9	364801,6	554072,8
P236	5700,000	25,000	0,00	89,35	0,0	2233,7	364801,6	556306,6
P237	5725,000	25,000	0,00	82,23	0,0	2055,7	364801,6	558362,2
P238	5750,000	25,000	0,00	74,93	0,0	1873,3	364801,6	560235,5
P239	5775,000	25,000	0,00	68,03	0,0	1700,6	364801,6	561936,1
P240	5800,000	25,000	0,00	69,66	0,0	1741,4	364801,6	563677,5
P241	5825,000	25,000	0,00	75,39	0,0	1884,8	364801,6	565562,3
P242	5850,000	25,000	0,00	89,32	0,0	2233,0	364801,6	567795,3
P243	5875,000	25,000	0,00	110,55	0,0	2763,7	364801,6	570559,0
P244	5900,000	25,000	0,00	131,01	0,0	3275,2	364801,6	573834,1
P245	5925,000	25,000	0,00	152,62	0,0	3815,6	364801,6	577649,7
P246	5950,000	20,283	0,00	150,32	0,0	3048,8	364801,6	580698,6
P247	5965,566	12,500	0,00	130,09	0,0	1626,5	364801,6	582325,1
P248	5975,000	17,217	0,00	121,36	0,0	2090,8	364801,6	584415,9
P249	6000,000	20,194	0,00	103,35	0,0	2088,7	364801,6	586504,6
P250	6015,388	12,500	0,00	94,98	0,0	1187,8	364801,6	587692,3
P251	6025,000	17,306	0,00	91,38	0,0	1581,4	364801,6	589273,7
P252	6050,000	25,000	0,00	78,15	0,0	1953,7	364801,6	591227,4
P253	6075,000	25,000	0,00	64,71	0,0	1617,8	364801,6	592845,2
P254	6100,000	25,000	0,00	56,20	0,0	1405,1	364801,6	594250,4
P255	6125,000	25,000	0,00	46,43	0,0	1160,7	364801,6	595411,0
P256	6150,000	25,000	0,00	38,46	0,0	961,5	364801,6	596372,5
P257	6175,000	25,000	0,00	19,67	0,0	491,8	364801,6	596864,3
P258	6200,000	25,000	5,77	1,32	144,2	33,1	364945,8	596897,3
P259	6225,000	25,000	25,25	0,03	631,2	0,7	365577,0	596898,0
P260	6250,000	25,000	30,93	0,20	773,3	4,9	366350,4	596902,9

P261	6275,000	25,000	28,26	0,63	706,5	15,7	367056,9	596918,6
P262	6300,000	25,000	12,38	0,01	309,6	0,2	367366,5	596918,8
P263	6325,000	25,000	13,27	0,65	331,7	16,2	367698,2	596935,0
P264	6350,000	25,000	22,45	0,05	561,2	1,3	368259,4	596936,2
P265	6375,000	25,000	39,19	0,00	979,6	0,0	369239,0	596936,2
P266	6400,000	25,000	53,25	0,00	1331,4	0,0	370570,4	596936,2
P267	6425,000	25,000	49,09	0,00	1227,4	0,0	371797,7	596936,2
P268	6450,000	25,000	45,20	0,00	1130,0	0,0	372927,8	596936,2
P269	6475,000	25,000	38,68	0,00	967,0	0,0	373894,7	596936,2
P270	6500,000	25,000	29,07	0,00	726,8	0,0	374621,6	596936,2
P271	6525,000	25,000	30,12	0,00	753,0	0,0	375374,5	596936,2
P272	6550,000	25,000	31,85	0,00	796,3	0,0	376170,8	596936,2
P273	6575,000	25,000	31,82	0,00	795,4	0,0	376966,2	596936,2
P274	6600,000	25,000	30,41	0,00	760,3	0,0	377726,4	596936,3
P275	6625,000	25,000	27,09	0,02	677,2	0,4	378403,7	596936,7
P276	6650,000	25,000	21,76	0,06	543,9	1,5	378947,6	596938,2
P277	6675,000	25,000	16,97	0,00	424,3	0,0	379371,9	596938,2
P278	6700,000	25,000	6,92	0,28	173,0	7,1	379544,8	596945,3
P279	6725,000	25,000	0,00	20,50	0,0	512,6	379544,8	597457,9
P280	6750,000	25,000	0,00	26,64	0,0	665,9	379544,8	598123,8
P281	6775,000	25,000	0,00	19,69	0,0	492,1	379544,8	598615,9
P282	6800,000	25,000	5,37	0,56	134,2	14,0	379679,1	598629,9
P283	6825,000	25,000	9,07	0,49	226,8	12,2	379905,9	598642,1
P284	6850,000	25,000	0,00	9,78	0,0	244,4	379905,9	598886,6
P285	6875,000	25,000	0,00	27,10	0,0	677,4	379905,9	599564,0
P286	6900,000	25,000	3,46	4,01	86,4	100,3	379992,3	599664,3
P287	6925,000	25,000	0,00	16,15	0,0	403,8	379992,3	600068,1
P288	6950,000	25,000	0,00	34,44	0,0	861,1	379992,3	600929,2
P289	6975,000	25,000	0,00	47,28	0,0	1182,1	379992,3	602111,2
P290	7000,000	25,000	0,00	63,45	0,0	1586,2	379992,3	603697,5
P291	7025,000	25,000	0,00	84,87	0,0	2121,6	379992,3	605819,1
P292	7050,000	25,000	0,00	77,06	0,0	1926,4	379992,3	607745,6
P293	7075,000	25,000	0,00	76,38	0,0	1909,4	379992,3	609655,0
P294	7100,000	25,000	0,00	71,36	0,0	1784,0	379992,3	611439,0
P295	7125,000	25,000	0,00	69,94	0,0	1748,5	379992,3	613187,5
P296	7150,000	25,000	0,00	67,43	0,0	1685,8	379992,3	614873,3
P297	7175,000	25,000	0,00	65,99	0,0	1649,7	379992,3	616523,1
P298	7200,000	25,000	0,00	66,47	0,0	1661,7	379992,3	618184,7
P299	7225,000	25,000	0,00	28,08	0,0	702,1	379992,3	618886,8
P300	7250,000	25,000	0,00	38,82	0,0	970,6	379992,3	619857,4
P301	7275,000	25,000	0,00	37,57	0,0	939,3	379992,3	620796,7
P302	7300,000	25,000	0,00	36,93	0,0	923,2	379992,3	621719,9
P303	7325,000	25,000	0,00	43,10	0,0	1077,6	379992,3	622797,5
P304	7350,000	25,000	0,00	51,54	0,0	1288,5	379992,3	624086,0
P305	7375,000	25,000	0,00	54,60	0,0	1365,1	379992,3	625451,1
P306	7400,000	25,000	0,00	56,77	0,0	1419,4	379992,3	626870,5
P307	7425,000	25,000	0,00	76,38	0,0	1909,5	379992,3	628780,0
P308	7450,000	25,000	0,00	75,05	0,0	1876,2	379992,3	630656,2
P309	7475,000	25,000	0,00	79,82	0,0	1995,4	379992,3	632651,6
P310	7500,000	25,000	0,00	89,66	0,0	2241,5	379992,3	634893,1
P311	7525,000	25,000	0,00	106,71	0,0	2667,8	379992,3	637560,9
P312	7550,000	25,000	0,00	105,82	0,0	2645,4	379992,3	640206,4
P313	7575,000	25,000	0,00	98,24	0,0	2455,9	379992,3	642662,3
P314	7600,000	25,000	0,00	113,98	0,0	2849,4	379992,3	645511,7

P315	7625,000	25,000	0,00	76,06	0,0	1901,4	379992,3	647413,1
P316	7650,000	25,000	0,00	70,26	0,0	1756,5	379992,3	649169,6
P317	7675,000	25,000	0,00	63,56	0,0	1588,9	379992,3	650758,5
P318	7700,000	25,000	0,00	62,08	0,0	1552,0	379992,3	652310,5
P319	7725,000	25,000	0,00	51,56	0,0	1289,0	379992,3	653599,5
P320	7750,000	25,000	0,00	35,90	0,0	897,6	379992,3	654497,1
P321	7775,000	25,000	0,00	34,86	0,0	871,4	379992,3	655368,5
P322	7800,000	25,000	0,00	45,23	0,0	1130,7	379992,3	656499,1
P323	7825,000	25,000	0,00	53,05	0,0	1326,3	379992,3	657825,5
P324	7850,000	25,000	0,00	56,25	0,0	1406,1	379992,3	659231,6
P325	7875,000	19,984	0,00	58,49	0,0	1168,8	379992,3	660400,4
P326	7889,969	12,500	0,00	59,52	0,0	743,5	379992,3	661143,9
P327	7900,000	17,516	0,00	60,27	0,0	1054,8	379992,3	662198,7
P328	7925,000	25,000	0,00	61,91	0,0	1547,7	379992,3	663746,4
P329	7950,000	25,000	0,00	60,12	0,0	1503,0	379992,3	665249,5
P330	7975,000	25,000	0,00	65,84	0,0	1646,1	379992,3	666895,5
P331	8000,000	25,000	0,00	76,96	0,0	1924,1	379992,3	668819,6
P332	8025,000	25,000	0,00	67,55	0,0	1688,8	379992,3	670508,4
P333	8050,000	25,000	0,00	73,12	0,0	1828,0	379992,3	672336,4
P334	8075,000	25,000	0,00	71,75	0,0	1793,8	379992,3	674130,2
P335	8100,000	25,000	0,00	65,48	0,0	1637,0	379992,3	675767,2
P336	8125,000	25,000	0,00	56,85	0,0	1421,2	379992,3	677188,3
P337	8150,000	25,000	0,00	48,70	0,0	1217,4	379992,3	678405,7
P338	8175,000	25,000	0,00	73,37	0,0	1834,2	379992,3	680239,9
P339	8200,000	25,000	0,00	70,34	0,0	1758,5	379992,3	681998,4
P340	8225,000	25,000	0,00	56,93	0,0	1423,3	379992,3	683421,7
P341	8250,000	25,000	0,00	40,58	0,0	1014,4	379992,3	684436,1
P342	8275,000	25,000	0,00	36,59	0,0	914,8	379992,3	685350,9
P343	8300,000	25,000	0,00	37,32	0,0	933,0	379992,3	686283,9
P344	8325,000	25,000	0,00	31,21	0,0	780,2	379992,3	687064,1
P345	8350,000	25,000	0,00	34,05	0,0	851,4	379992,3	687915,5
P346	8375,000	25,000	0,00	42,03	0,0	1050,8	379992,3	688966,2
P347	8400,000	25,000	0,00	30,89	0,0	772,2	379992,3	689738,4
P348	8425,000	25,000	0,00	20,87	0,0	521,7	379992,3	690260,0
P349	8450,000	25,000	0,00	18,62	0,0	465,6	379992,3	690725,6
P350	8475,000	25,000	0,01	12,54	0,3	313,6	379992,6	691039,2
P351	8500,000	25,000	2,25	8,06	56,3	201,4	380048,8	691240,6
P352	8525,000	25,000	5,23	4,38	130,7	109,6	380179,6	691350,1
P353	8550,000	25,000	13,13	0,58	328,2	14,6	380507,8	691364,8
P354	8575,000	25,000	28,17	0,00	704,3	0,0	381212,1	691364,8
P355	8600,000	25,000	40,19	0,01	1004,8	0,1	382216,9	691364,9
P356	8625,000	25,000	60,92	0,00	1523,1	0,0	383740,0	691364,9
P357	8650,000	25,000	68,60	0,00	1715,0	0,0	385455,0	691364,9
P358	8675,000	25,000	38,53	0,00	963,2	0,0	386418,2	691364,9
P359	8700,000	25,000	38,50	0,00	962,6	0,0	387380,8	691364,9
P360	8725,000	25,000	66,28	0,00	1656,9	0,0	389037,7	691364,9
P361	8750,000	25,000	86,81	0,00	2170,2	0,0	391207,9	691364,9
P362	8775,000	25,000	102,75	0,00	2568,7	0,0	393776,6	691364,9
P363	8800,000	25,000	87,82	0,00	2195,5	0,0	395972,1	691364,9
P364	8825,000	25,000	71,37	0,00	1784,3	0,0	397756,4	691364,9
P365	8850,000	25,000	35,04	0,01	876,1	0,2	398632,4	691365,1
P366	8875,000	25,000	80,76	0,00	2018,9	0,0	400651,3	691365,1
P367	8900,000	25,000	19,52	0,60	488,0	15,0	401139,3	691380,1
P368	8925,000	25,000	16,85	1,53	421,1	38,2	401560,5	691418,3

P369	8950,000	25,000	22,16	3,22	554,0	80,5	402114,5	691498,8
P370	8975,000	25,000	27,83	3,19	695,8	79,7	402810,3	691578,5
P371	9000,000	25,000	1,99	6,41	49,7	160,2	402860,0	691738,7
P372	9025,000	25,000	12,49	9,77	312,4	244,3	403172,4	691983,1
P373	9050,000	25,000	33,28	6,38	831,9	159,6	404004,3	692142,6
P374	9075,000	25,000	27,98	4,94	699,6	123,5	404703,9	692266,2
P375	9100,000	25,000	19,56	8,23	489,0	205,8	405192,9	692472,0
P376	9125,000	25,000	11,85	9,22	296,2	230,6	405489,1	692702,6
P377	9150,000	25,000	0,00	43,64	0,0	1090,9	405489,1	693793,5
P378	9175,000	25,000	0,00	86,25	0,0	2156,2	405489,1	695949,7
P379	9200,000	25,000	0,00	59,67	0,0	1491,7	405489,1	697441,4
P380	9225,000	25,000	0,00	31,59	0,0	789,8	405489,1	698231,2
P381	9250,000	25,000	0,00	60,91	0,0	1522,7	405489,1	699753,9
P382	9275,000	25,000	0,00	43,26	0,0	1081,6	405489,1	700835,5
P383	9300,000	25,000	26,29	0,74	657,3	18,6	406146,4	700854,1
P384	9325,000	25,000	56,65	0,00	1416,4	0,0	407562,8	700854,1
P385	9350,000	25,000	44,88	0,01	1121,9	0,2	408684,7	700854,2
P386	9375,000	25,000	37,97	0,01	949,3	0,3	409634,0	700854,6
P387	9400,000	25,000	16,65	0,79	416,3	19,8	410050,3	700874,4
P388	9425,000	18,193	11,63	0,59	211,6	10,7	410261,9	700885,1
P389	9436,386	12,500	4,86	2,86	61,0	35,6	410322,9	700920,7
P390	9450,000	19,307	0,65	0,32	12,7	6,2	410335,7	700926,9
P391	9475,000	25,000	0,00	19,46	0,0	486,3	410335,7	701413,2
P392	9500,000	25,000	3,77	10,77	95,0	267,5	410430,6	701680,7
P393	9525,000	25,000	12,00	3,04	301,9	75,4	410732,5	701756,1
P394	9550,000	25,000	13,72	0,80	344,7	19,7	411077,2	701775,8
P395	9575,000	25,000	14,73	0,12	369,7	3,0	411446,9	701778,7
P396	9600,000	25,000	1,93	9,58	48,8	238,2	411495,7	702016,9
P397	9625,000	25,000	6,23	3,70	156,8	91,9	411652,5	702108,8
P398	9650,000	25,000	6,47	3,67	162,9	91,0	411815,4	702199,8
P399	9675,000	25,000	5,46	4,32	137,5	107,1	411952,9	702306,9
P400	9700,000	25,000	3,20	5,26	80,6	130,6	412033,5	702437,5
P401	9725,000	25,000	3,35	4,21	84,4	104,5	412118,0	702542,0
P402	9750,000	25,000	1,83	4,38	46,0	108,8	412164,0	702650,8
P403	9775,000	25,000	19,54	0,00	489,7	0,0	412653,7	702650,8
P404	9800,000	25,000	58,56	0,00	1467,1	0,0	414120,8	702650,8
P405	9825,000	25,000	83,04	0,00	2080,1	0,0	416200,9	702650,8
P406	9850,000	25,000	95,05	0,00	2380,6	0,0	418581,5	702650,8
P407	9875,000	25,000	87,33	0,00	2186,0	0,0	420767,5	702650,8
P408	9900,000	25,000	39,92	0,01	1000,4	0,2	421768,0	702651,0
P409	9925,000	15,549	40,62	0,06	633,5	0,9	422401,4	702651,9
P410	9931,099	12,500	60,60	0,00	757,9	0,0	423159,3	702651,9
P411	9950,000	21,951	79,25	0,00	1739,6	0,0	424898,9	702651,9
P412	9975,000	25,000	72,27	0,00	1806,7	0,0	426705,5	702651,9
P413	10000,000	25,000	78,77	4,03	1969,2	100,7	428674,7	702752,6
P414	10025,000	25,000	32,49	23,86	812,2	596,4	429486,9	703349,0
P415	10050,000	25,000	9,12	25,04	228,0	625,9	429715,0	703975,0
P416	10075,000	18,466	30,18	0,00	557,3	0,0	430272,2	703975,0
P417	10086,933	5,966	32,17	0,00	191,9	0,0	430464,2	703975,0