République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العمومية

فرنسـيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Matériaux & Structures

Thème

Etude d'un tronçon de la pénétrante autoroutière reliant le port de Béjaia à l'autoroute Est-Ouest sur 10 km (PK20+00 à PK30+00) avec conception d'un échangeur au PK22

Présenté par :

Sellah Ryma

Boutemeur Samira

Encadré par :

Mr Derradji Ayachi

Promotion 2022/2023

© ENSTP-FJ - Garidi – Vieux Kouba

Remerciements

Le projet de fin d'étude représente l'accomplissement de notre apprentissage du métier d'ingénieur ainsi que la première étape de notre vie professionnelle. Avant d'entamer notre étude pour l'élaboration de notre thèse.

Je tiens d'abord à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciements pour nos chers parents pour leurs soutiens, encouragements et leurs patiences.

Je tiens à remercier toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce Projet de Fin d'Etudes, commençant par mon encadreur Mr DERRADJI Ayache que je remercie pour son accueil, sa disponibilité et ses judicieux conseils

En second lieu, Je remercie également l ingénieurs Mr Madani Saïd et l'ingénieur Mr Rabia Malek pour son aide avec la partie géométrique du projet et aussi l'ingénieur Mohamed lamine pour son aide avec la partie assainissement.

Je voudrai aussi remercier Mr BANONE Karim pour son accueil qu'IL nous a Réservées et orienté durant les trois mois de mon stage de PFE nous tenions à vous Écrire un « Merci » sincère pour votre soutien.

Je tiens à remercier mon Co-encadreur Mme Chiali Samia pour toute son aide sur la partie théorique du mémoire, de m'avoir corrigé et orienté pendant trois mois et pour tous ses bons conseils.

Enfin, Nos plus sincères remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui nous ont aidés, encouragés pendant la période de notre travail.

Grâce à eux, j'ai pu avoir une base de travail solide sur laquelle j'ai pu m'appuyer pour réaliser ma démarche de recherche et d'analyse.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À l'être le plus cher de ma vie, ma mère. À la source d'amour et d'affection, à celle qui s'est tant sacrifiée pour nous voir réussir, Je suis là aujourd'hui Grace à tes prières. Tu seras toujours le soleil autour duquel nous évoluons.

À mon père pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé. Que le dieu te protège mon oxygène.

A mes chères sœurs Souilla Sabrina Warda pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chers frères, Fouad Soufiane Yacine pour leur appui et leur encouragement.

A celui qui m'a soutenu à la maison pour continuer mes études Akram que je considérais comme mon fils.

A mon cher B Ramy qui était mon soutien et ma force. Que dieu me le garde.

Les beaux enfants Ayoub Akram.

A ma tante Saliha que le dieu la protège.

Toute mes amies Kahina Khedir c'est ma moitié et Hamida msela c'est ma sœur quatrième sans oublier mes amies the best.

A ma chère amie et Binôme Sellah Ryma tu es la compagne et ma sœur.

BOUTEMEUR Samira

Dédicace

Je dédie ce travail accompagné d'un Profond amour :

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

A mon très cher père

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

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

A ma sœur ma meilleur amis et mon petit frère mayes qui m'a toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études

Sans oublier mes cherre amis Kahina khedir et msela Hamida

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

SELLAH Ryma

Résumé :

Le projet de fin d'étude vise à faire l'étude en APD d'une section de l'autoroute, l'ensemble du projet est situé dans wilaya de Bejaïa du PK 20+000 jusqu'au PK 30+000 avec la conception d'un échangeur au Pk 22+000.
Dans ce résumé, nous allons rédiger un bref récapitulatif englobant l'ensemble des chapitres qui constituent notre projet de fin d'études.
Pour l'élaboration de ce modeste effort on a suivi un plan de travail proposé par l'encadreur qui débute par une introduction générale, une étude de trafic et son extrapolation, après le dimensionnement de la structure du corps de chaussée ensuite on a fait le tracé géométrique de l'axe en plan à l'aide du logiciel COVADIS en respectant les normes du tracé, après on finit par l'élaboration du profil en long et profil en travers.
Après ces étapes précédentes on a fait un rapport géotechnique pour connaitre toutes les caractéristiques de notre sol support, ainsi qu'une étude d'assainissement de notre route, ensuite on a passé au choix de type de l'échangeur et prévoir la signalisation. Un calcul de cubature et de la stabilité. Enfin, on a terminé par l'étude d'impact sur l'environnement et le devis estimatif et quantitatif

Mots clé : APD, échangeur, autoroute, trafic, géométrie, corps de chaussée, ICTAAL

ملخص

المشروع بهدف الى دراسة مقطع من مشروع الطريق السريع ،المشروع يقع بالكامل في ولاية بجاية من النقطة الكيلومتري 20 الى النقطة الكيلومتري 30 مع تصميم مبادل في النقطة الكيلومتري 22 .

في هذا الملخص سوف نسرد موجز مختصرا يشمل الفصول التي تطرقنا اليها في هذه الدراسة

قمنا باتباع مخطط العمل المقدم من الطرف المشرف و الذي يبدا بمقدمة عامة تليها دراسة حركة المرور بعد ذلك قمنا بتصميم محور الطريق بالاستعانة برنامج كوفاديس مع احترام المعايير الدولية لتصميم .و اتبعنا هذا المسار بمقطعه الطولي و العرضي
.

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

في الاخير انهينا عن طريق دراسة تأثير المشروع على البيئة و استخراج التقدير الكمي للمشروع
.

كلمات مفتاحية: مبادل ،الطريق السريع ،حركة المرور، دراسة جيو مترية ،هيكل الطريق
.

ABSTRACT

The Project aims to study the detailed pré-project of a section of the highway the whole project in the province of Béjaia from Pk 20+000 to Pk 30+000 with design of an exchanger (Pk 22+000) .
In this resume, we'll cry a brief summary, which includes all chapters that make up this final project study.
For the development of this modest effort we followed a work plan proposed by our supervisor which begins with a general introduction, a traffic study and its extrapolation, dimensioning of the structure of the body pavement of the planned road, a geometric study using the COVADIS software respecting the standards of the track, then we end the development of the long section and cross section.
After the previous steps we madea geotechnical study to know the characteristics of the supporting soil , a hydraulic study, and then we past the choice of type of heat exchanger and provide signage, a calculation of cubature and stability .
Finally, it was completed by the environment impact assessment and cost estimate and quantitative.

Keyword : DPP, exchanger , highway ,traffic, geometry, roadbody ,ICTAAL

Abréviation

APD : Avant-projet détaillé.

RN : Route nationale.

PK : Point kilométrique.

ICTAAL : Instruction sur les Condition Techniques d'Aménagement Des Autoroutes de Liaisons.

TJMA : Trafic journalière moyen annuelle.

PL : poids lourds.

CTTP : Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics.TPC : terre pleine centrale.

BAU : Bande d'arrêt d'urgence

GTR : Guide de terrassement routier.

SETRA : Service d'études techniques des routes et autoroutes.LCPC : laboratoire centrale des ponts et chaussées.

SPT : Essais de pénétration standard.

CBR : California - Bearing – Ratio.

BB : Béton bitumineux.

GB : Grave bitumineux.

BV : Bassin versant.

GS : Glissière de sécurité.

LISTES DES FIGURES

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure I.1: Diffèrent types d'échangeur……5
Figure I.2: Dispositif de sortie de l'autoroute……..……..…7
FigureI.3 : Dispositif d'entrée sur l'autoroute……...……...……7
Figure I.4 : Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute……10
Figure I.5 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute……10

CHAPITRE II PRESENTATION DE PROJET

Figure II.1 : Carte Algérie autoroute est ouest……...12
Figure II.2 : Photo prise sur site……...……13
Figure II.3 : Photo prise sur site……..13
Figure II.4 : Carte géologique…….....14
Figure II.5 : Carte Hydrologique…….... 15
Figure II.6 : La carte sismique de l'Algérie……. ..15

CHAPITRE IV TRACE EN PLAN

Figure IV.1 :Trace en plan ……24
Figure IV.2 : Raccordement circulaire entre deux alignements……...…….....…24

CHAPITRE V PROFIL EN LONG

Figure V.1 :Profil en long ……....28
Figure V.1 : schéma illustratif d'un rayon concave……..…28

CHAPITRE VI PROFIL EN TRAVERS

Figure VI .1 : Différent type de remblai……..……30
Figure VI.2 : Profil en travers type……..31
Figure VI .3 :Profil en travers ……34

CHAPITRE VII ETUDE GEOTECHNIQUE

Figure VII.1 : Carte géologique ……34

CHAPITRE VIII DIMMENTIONNEMENT DE CORP DE CHAUSEE

Figure VIII .1 : Résultats de la simulation à l'aide d'Alizé LCPC……...47

CHAPITRE IX ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

Figures IX.1 : Carte des précipitations annuelles moyennes (BEJAIA) ……...……..48
Figure IX.2 : Délimitation des bassins versants avec Global Mapper……..51
Figure IX.3 : la longueur dans profil en long…….……...……55
Figure IX.4 : schéma d'un fossé trapézoïdal……...……...56

CHAPITRE X ETUDE DE STABILITE ET CUBATURE

Figure X.1 : Surface de glissement après calcul des faisceau de surface de glissement phase 1.1 ……....61
Figure X.2 : Surface de glissement après calcul des faisceau de surface de glissement phase 1.2……....62
Figure X.3 : Surface de glissement après calcul des faisceau de surface de glissement phase 2.1…….65
Figure X.4 : Surface de glissement après calcul des faisceaux de surface de glissement phase 2.2……. ….66
Figure X.5 : Surface de glissement après calcul des faisceau de surface de glissement phase 3.1…….69
Figure X.6 : Surface de glissement après calcul des faisceau de surface de glissement phase 3.2…….70

CHAPITRE XI CONCEPTION DE L'ECHANGEUR ET GIRATOIR

Figure XI.1 : la conception de l'échangeur……...……..75

CHAPITRE XIII SIGNALISATION

Figure XIII.1 : Types de marquages longitudinaux (section courante)……...……79
Figure XIII.2 : Marquage en section courante…….……..80
Figure XIII.3: Marquage au niveau de l'échangeur……...…81

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau I.1 : Valeurs limites des rayons du tracé en plan……..…….……6
TableauI.2 : largeurs de la voie d'entrecroisement. (SETRA, 1989) ……...…….…….…8
Tableau I.3 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long……...……..……... 8
Tableau I.4: Les largeurs des bretelles en profil en travers……..……..…… 9
Tableau I.5 : Les valeurs limites des pentes transversales……..……9
Tableau I.6 : Bretelle unidirectionnelle à une voie……..…….…….....…9

CHAPITRE III ETUDE DE TRAFIC

Tableau III.1 - Coefficient d'équivalence « P » (normeB40)…….....17
Tableau III.2 : Coefficient « K1 » (norme B40)……...……..…….18
Tableau III.3 : Coefficient « K2 » (norme B40) ……...…....18
Tableau III.4 : Valeur de la capacité théorique (norme B40)…….....… 18

CHAPITRE IV TRACE EN PLAN

Tableau IV.3 : Les données de l'axe à calculer

CHAPITRE V PROFIL EN LONG

Tableau V.1 : caractéristique géométrique du profil en long…….……...…...…27
Tableau V.2 : Les données de profil en long à calculer (rayon concave)……..….....…28

CHAPITRE VI PROFIL EN TRAVERS

Tableau VI.1 : Dimensions des éléments du Profil en travers type …….…...…33

CHAPITRE VII ETUDE GEOTECHNIQUE

Tableau VII.1 : Description lithologique des sondages carottés……..……...…..36
Tableau VII.2 : résultats des levés Piézométrique……..……...36
Tableau VII.3 : Résultats des essais d'identification des sols pour les puits de reconnaissance.....37
Tableau VII.4 : Résultats de la Sismique réfraction…….…….……....37
Tableau VII.5 :Résultats de la Sismique réfraction……...……..…..37
Tableau VII.6 : Résultats de la Sismique réfraction……..……38
Tableau VII.7 :Résultats des essais de compression simple……..…38
Tableau VII.8 : Résultats des essais géophysiques sur les échantillons prélevés des sondages….....38
Tableau VII.9: Résultats des essais géophysiques sur les échantillons prélevés des sondages..……....39
Tableau VII.10 :Parametre des sols des échantillons prélevés de déblais…….……...40
Tableau VII.11 : Parametre de sol en place C1B5 ……..……..…40
Tableau VII.12 : Parametre de sol ramaniée C1B5 ……..…40

CHAPITRE VIII DIMMENTIONNEMENT DE CORP DE CHAUSEE

TableauVIII.1 : Classes de trafic……43
Tableau VIII.2 : valeurs du coefficient d'agressivité……44
Tableau VIII.3 : portance du sol en fonction du CBR……44
Tableau VIII.4: Performances mécaniques des Matériaux bitumineux……..45
Tableau VIII.5 : Comparaison des déformations admissibles……47

CHAPITRE IX ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

TableauIX.1 : les Coefficient de ruissellement……..……50
Tableau IX.2 : Valeurs du paramètre de montana « a »…….…..50
Tableau IX.3 : Caractéristiques physiques des bassins versants…….……51
Tableau IX.4 : Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans……....52
Tableau IX.5 : Dimensionnement des dalots et des buses ……....54
Tableau IX.6 : les coefficients de ruissellement et la largeur ……...55
Tableau IX.7 : les résultat des calcul des caractéristique de chaussée……56

CHAPITRE X ETUDE DE STABILITE ET CUBATURE

Tableau X.1 : Coordonnées des points de l'interface (m)……58
Tableau X.2 : Paramètre des sols -état de contraintes effectives…….…59
Tableau X.3 : Paramètre des sols - soulèvement hydraulique ……....59
Tableau X.4 : modèle solide ……59
Tableau X.5 : Coordonnées des points de surface (m)…….…59
Tableau X.6 : Placement de la nappe phréatique ……60
Tableau X.7 : Paramètre de surface de glissement phase 1.1…….……..61
Tableau X.8 : Paramètre de surface de glissement phase 1.2……..…..62
Tableau X.9 : Coordonnées des points de l'interface (m) phase 2.1……63
Tableau X.10 : Surcharge ……..……..63
Tableau X.11 : Coordonnées de la nappe phréatique(m) phase 2.1…….....64
Tableau X.12 : Paramètre de surface de glissement phase 2.1……..64
Tableau X.13 : Paramètre de surface de glissement phase 2.2……65
Tableau X.14 : Coordonnées des points de l'interface (m) phase 3.1……..67
Tableau X.15 : Coordonnées des points de surface (m) phase 3.1……...67
Tableau X.16 : Surcharge phase 3.1 ……..68
Tableau X.17 : Paramètre de surface de glissement phase 3.1……69
Tableau X.18 : Paramètre de surface de glissement phase 3.2…….……...……..70
Tableau X.19 : Volume des terrassements……71
Tableau X.20 : Matériaux du corps de chaussée…….….. 71

CHAPITRE XI CONCEPTION DE L'ECHANGEUR ET GIRATOIRE

Tableau XI.1 : caractéristique géométrique du tracé en plan……..73
Tableau XI.2 : caractéristique géométrique du profil en long…….……74
Tableau XI.3 : caractéristique géométrique du profil en travers…….……....74
Tableau XI.4 : Distance de visibilité……..……..74

CHAPITRE XIII SIGNALISATION

Tableau XIII.1: types de marquages longitudinaux (section courante)……...80

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE……..…… ……1

CHAPITRE I :RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Introduction……2
I.2 Définition de quelques termes au niveau des échangeurs ……...2
I.3 Historique des échangeurs……..3
I.4 Avantages de l'échangeur routier……..3
I.5 Inconvénients de l'échangeur routier……3
I.6 Les risques des échangeurs routiers ……3
I.7 Les différents types d'échangeurs……..4
I.7.1 Echangeurs majeurs……..…...4
I.7.2 Echangeur mineur…….…...4
I.8 Conception d'un échangeur……....5
I.9 Caractéristiques géométriques des bretelles……..……...…6
I.9.1 Tracé en plan d'une bretelle ……...6
I.9.1.1 Valeurs limites des rayons……6
I.9.1.2 Enchaînement des éléments du tracé en plan…….……6
I.9.1.3 Raccordement progressif……...…6
I.9.1.4 Raccordement avec l'autoroute……...….6
I.9.5.1 Distance entre deux points d accès……...…8
I.9.2 Profil en long d'une bretelle ……..….8
I.9.3 Profil en travers d'une bretelle……..……8
I.9.3.1 Largeur des éléments du profil en travers……...…8
I.9.3.2 Pente transversale d'une bretelle ……...……9
I.10.3 Profils en travers types des bretelles…….....9
I.10.4 Condition de visibilité……..……...9
I.10.4.1 Visibilité sur une sortie d'autoroute …….....9
I.10.4.2 Visibilité sur une entrée d'autoroute ……..10
I.10.4.3 Distance de visibilité sur marquage……10
I.10.4.4 Distance de lecture ……...10
I.11 Les impacts environnementaux de la construction d'un échangeur…….…..11
I.12 Conclusion……11

CHAPITRE II PRESENTATION DE PROJET

II.1Introduction……...12
II.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE PROJET……...…12
II.3 DESCRIPTION DE PROJET ……...12
II.4 TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE…….....13
II.5 La géologie de la zone d'étude ……...…13
II.6 Précipitations ……...14
II.7 Hydrologie ……...14
II.8 Climat……15
II.9 Effets sismiques…….... 15
II.10 Conclusion……..15

SOMMAIRE

CHAPITRE III ETUDE DE TRAFIC

III.1 INTRODUCTION ……..…16
III.2 ANALYSE DE TRAFIC……...16
III.1 INTRODUCTION ……....16
III.2 ANALYSE DE TRAFIC……...16
III.3 La capacité ……...……...…..16
III.4 Evaluation de la demande ……....16
III.5 Trafics effectifs ……..17
III.6 Débit de pointe horaire normale……..……..17
III.7 Débit horaire admissible…….……..……...17
III.8 Détermination du Nombre Des Voies ……..18
III.8.1 Cas d'une chaussée bidirectionnelle……...……...18
III.8.2 Cas d'une chaussée unidirectionnelle…….……..……18
III.9 Calcul de l année de saturation……...……..18
III.10 Application sur le projet……....……....19
III.10.1 Résultat de comptage ……..……...…..……19
III.10.2 Evaluation de la demande……..……...19
III.10.2.1 Le trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service……...19
III.10.2.2 Le trafic journalier moyen annuel à la fin de vie du projet…..……....19
III.10.3 Calcul de trafic effectif……..……...…19
III.10.4 Le débit de pointe horaire normale ……..……..…19
III.10.5 Calcul de débit admissible……..……20
III.10.6 Nombre de voies……....20
III.10.7 Calcul de l'année de saturation ……...20
III.11 Conclusion…….……...…….....20

CHAPITRE IV TRACE EN PLAN

IV.1 Introduction……..……..21
IV.2 Règles à respecter pour le tracé en plan……..……..21
IV.3 Les éléments du tracé en plan……..……...…21
IV.3.1 Les alignements droits……21
IV.3.2 Arcs de cercle……...…22
IV.3.2.1 Stabilité des véhicules en courbe……22
IV.3.3 Courbes de raccordement progressives……22
IV.3.3.1 Règle à respecter dans les raccordements……..23
IV.4 Application au projet ……23
IV.4.1 Paramètres géométriques de conception du Tracé ……..23
IV.4.2 Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé ……..…23
IV.4.3 Description du tracé……....23
IV.5 Exemple de calcul manuel de tracé en plan ……..……..24
IV.6 Conclusion……...…25

SOMMAIRE

CHAPITRE V PROFIL EN LONG

V.1 Introduction……..26
V.2 Eléments de composition du profil en long……...….26
V.3 Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge……..…26
V.4 Caractéristiques de notre profile en long……..….27

V.4.1 Déclivité ……..27
V.4.2 Déclivité minimale……..27
V.4.3 Déclivité maximale ……27
V.5 Raccordement en profil en long…….27
V.5.1 Raccordements convexes (angle saillant)……...…..27
V.5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) ……..…….27
V.6 Exemple de calcul du profil en long ……..…..28
V.6.1 Cas d'un rayon concave……..…28
V.7 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long …….……..29
V.8 Ces objectifs incitent……..…..29
V.9 Conclusion……...……..29

CHAPITRE VI PROFIL EN TRAVERS

VI.1Introduction……..……...30
VI.2 Classification du profil en travers…….....30
VI.2.1 Profil en travers type……...30
VI.2.2 Profil en travers particulier (courants)…….30
VI.3 Les éléments du profil en travers…….....31
VI.4 Les pentes transversales…….....32
VI.4.1 En alignement et en courbe non déversée…….32
VI.4.2 En courbe déversée……..…….....32
VI.5 Application sur notre projet …….……33
VI.5.1 PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET……..…….……...33
VI.6 Conclusion ……..……....33

CHAPITRE VII ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1 Introduction…….……..34
VII.2 Objectif de l'étude géotechnique …….……34
VII.3 Etude Géologique……..……34
VII.3.1 Description géologique générale de notre tracé ……..……..…..34
VII.3.2 Description géologique détaillée de notre tracé……..……35
VII.4 Contexte Hydrogéologique ……..35
VII.5 Risques Géologiques……..35
VII.6 Programme des essais géotechniques …….……35
VII.7 Présentation des essais…….……35
VII.7.1 Les essais in situ……35
VII.7.1.1 Descripition lithologique des sondage carottés ……..……35

SOMMAIRE

VII.7.1.2 Levés Piézométrique……..……36
VII.7.1.3 Des Puits de reconnaissance……..36
VII.7.1.4 Sismique réfraction……....37
VII.7.2 Les essais in laboratoire……..…..38
VII.7.2.1 Essais de compression simple……38
VII.7.2.2 Essais pour l'analyse granulométrique d'un sol……..38
VII.8 Classification selon GTR ……39
VII.9 Remblais ……39
VII.9.1 Matériaux réutilisables en remblai ……..……..…39
VII.9.2 Résultats de calculs des échantillons prélevés de déblais …….…….40
VII.9.3 Résultats des échantillons prélevés de gite d'emprunt C1B5……40
VII.10 Terrassements ……40
VII.11 Décapage de la terre végétale…….……41
VII.12 CONCLUSION……..……..41

CHAPITRE VIII DIMMENTIONNEMENT DE CORP DE CHAUSEE

VIII.1 Introduction…….……41
VIII.2 Les principes méthodes de dimensionnements…….……41
VIII.3 Classification de la zone d'étude……41
VIII.4 La température équivalente……41
VIII.5 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)……..41
VIII.5.1 Détermination du type de réseau principal……...…41
VIII.5.2 Répartition de Trafic poids lourds (TPL) ……....…42
VIII.5.3 Détermination de la classe de trafic……....……..42
VIII.5.4 Le trafic Cumulé des poids lourds TCi……..…….…..42
VIII.5.5 Le trafic équivalent cumulé…….…….....42
VIII.5.6 Classe de portance du sol pour le dimensionnement ……..……..43

VIII.6 Dimensionnement de la structure de chaussée ……43
VIII.6.1 Données d'entrées du dimensionnement……43
VIII.6.2 Choix de dimensionnement……..44
VIII.7 Calcul de la déformation admissible…….….46
VIII.7.1 Déformation admissible sur le sol support (ξz, adm)……46
VIII.7.2 Calcul des sollicitations admissibles des matériaux …….…46
VIII.8 Calcul des sollicitations avec ALIZE-LCPC……....47
VIII.9 CONCLUSION ……...……47

CHAPITRE IX ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

IX.1 Introduction……...…….48
IX.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement……48
IX.3 Estimation des débits de crues……..48
IX.3.1 Débits d'apports……...49
IX.3.1.1 Temps de concentration……...…….49
IX.3.1.2 Coefficient de ruissellement ……....49
IX.3.1.3 Intensité de pluie ……..….50

SOMMAIRE

IX.3.2 Estimation des débits de saturation …….……..50
IX.4 Application sur notre projet……..……51

IX.4.1 Délimitation des bassins versants avec Global Mapper…….……..…..51
IX.4.2 Résultats de calcul des débits de notre projet……....52
IX.5 Système de drainage transversal……..……52
IX.6 Dimensionnement des buses…….…….52
IX.6.1 Exemple de calcul …….…..53
IX.6.2 Conditions d'auto-curage……53
IX.7 Dimensionnement des dalots…….…….53
IX.7.1 Exemple de calcul……..……..54
IX.8 Dimensionnement d'un fossé…….…55
IX.8.1 Estimation des débits d'apport…….…..….55
IX.8.2 Surface de l'écoulement……..……..…55
IX.8.3 Exemple de calcul de débit…….…….55
IX.9 Conclusion ……. 57

CHAPITRE X ETUDE DE STABILITE ET CUBATURE

X.1 Introduction……..……58
X.2 calcul de la stabilité de pente…….……..58
X.2.1 Donnée d'entrée…….…….58
X.2.2 Assignation et surfaces …….…….59
X.3 Paramètres du calcul de la phase 1 ……..…..61
X.3.1 Calcul 1(phase 1)……..61
X.3.1.1 Vérification de la stabilité de pente (bishop)……..……..61
X.3.2 Calcul 2 (phase 1)…….……62
X.3.2.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)…….……...62
X.4 Parametre du calcul de la phase 2……..63
X.4.1 Calcul 1 (phase 2)……64
X.4.1.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)…….64
X.4.2 Calcul 2 (phase 2)……65

X.4.2.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)…….65
X.5 Interprétation des résultats ……....66
X.6 Données d'entrée (Phase de construction 3)……...……..66
X.6.1 Calcul 1 (phase 3)……..…..…69
X.6.1.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)……..…….. 69
X.6.2 Calcul 2 (phase 3)……..…..70
X.6.2.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)……..……...70
X.7 Conclusion ……..…..70
X.8 Calcul de cubatures ……..…….……..71
X.8.1 Calcul des volumes de terrassements……..……..71

SOMMAIRE

CHAPITRE XI CONCEPTION DE L'ECHANGEUR ET GIRATOIRE

XI.1 Introduction……..…72
XI.2 LES REGLES DE CONCEPTION…….……..72
XI.3 CONCEPTION DE L'ECHANGEUR…….……...…72
XI.3.1 Choix et implantation de l'échangeur……..……...72
XI.4 Paramètres géométriques de conception du Tracé …….……...73
XI.4.1 Eléments du tracé…….…….…73
XI.4.2 Raccordement avec l'autoroute…….……...73
XI.4.3 Profil en long……...74
XI.4.4 Profil en travers……..74
XI.5 Condition de visibilité ……...74
XI.6 Conclusion ……..75

CHAPITRE XII OUVRAGE DART

XII.1 Introduction ……..76
XII.2 Choix de type d'ouvrage ……..76
XII.3 Présentation des ouvrages …….……..76

CHAPITRE XIII SIGNALISATION

XIII.1 Introduction……...……..78
XIII.2 Type de signalisation ……..……78
XIII.2.1 La signalisation verticale…….……78
XIII.2.2 Signalisation Horizontale……..……78
XIII.3 Caractéristiques générales des marques…….…….…78
XIII.4 Application au projet ……..……..…….……79
XIII.5 DISPOSITIFS DE RETENUE ……..……81
XIII.6 Conclusion ……..…….……81

CHAPITRE XIV IMPACT SUR ENVERENMENT

XIV.1 Introduction…….……82
XIV.2 L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement……..…82
XIV.3 Cadre juridique ……...82
XIV.4 Volet de l EIE……...82

XIV.5 Origine de la pollution routière ……...…..82
XIV.6 Les impacts d'un projet sur l'environnement……...…83
XIV.6.1 Impact Sur L'agriculture……...……....83
XIV.6.2 L'impact sur la nature…….…..83
XIV.6.3 L'impact sur les habitants……..……83
XIV.6.4 Les impacts de destruction concernent……..……...…....83
XIV.7 Intérêt de la végétation……..…84
XIV.7.1 Le plan écologique……...……....84
XIV.7.2 le plan technique……..……....84

SOMMAIRE

XIV.8 Conclusion …….....85

CHAPITRE XV Devis Estimatif et Quantitatif

XIV Devis Estimatif et Quantitatif……...……..…86

Conclusion générale…….……...88

Introduction générale :

Les infrastructures de transport, en particulier les routes est un secteur stratégique sur les plans économiques et sociaux, Elles permettent de relier les différentes zones géographiques et de faciliter la circulation des biens, des services et des personnes. Il sert au développement national et à la satisfaction des besoins de la population et assurer leur confort.

La route reste un facteur de développement par excellence dans tous les pays du monde, industrialisées ou émergents, pour cela à la fin de chaque cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics prévoit dans son programme du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ dans les services du ministère des travaux publics. Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état des travaux publics.

L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de :

- Compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- S'imprégner du monde du travail.
- Connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en travaux publics.

Le présent sujet a été proposé par l'ADA (les Algérienne des Autoroutes) en accord avec l'ENSTP qui nous a confié l'étude en APD d'un tronçon autoroutière reliant le port de Bejaïa a l'autoroute est ouest sur 10 km (PK 20 +00 à PK 30+00) avec conception d'un échangeur au PK 22.

Ce mémoire comprend les chapitres suivants :

- Recherche bibliographique.
- Présentation du projet.
- Etude de trafic.
- Trace en plan.
- Profil en long.
- Profil en travers
- Etude géotechnique
- Dimensionnement de corps de chaussée
- Etude hydrologique et assainissement.
- Stabilité et les cubatures
- Conception d échangeur
- Signalisation
- Impact sur environnement
- Devis estimatif et quantitatif

CHAPITRE I

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Introduction

Les échangeurs routiers sont conçus pour permettre aux véhicules de passer d'une voie à une autre en minimisant les interruptions de circulation. Ils sont généralement composés de rampes d'accès, de bretelles de sortie, de voies de décélération et d'accélération, de ponts ou de viaducs, et parfois de ronds-points.

L'objectif principal d'un échangeur routier est d'assurer une transition fluide entre les différentes voies de circulation, en permettant aux conducteurs de changer de direction ou de route sans causer de congestion ou de dangers potentiels. Ils peuvent également être équipés de feux de circulation, de panneaux de signalisation et de marquages au sol pour guider les conducteurs et assurer leur sécurité.

I.2 Définition de quelques termes au niveau des échangeurs :

Diffuseur : Croissement dénivelé entre une autoroute et une route ordinaire.
Nœud : sont des points d'échanges dénivelés, qui assurent les échanges entre deux voies rapides sans cisaillement sur les chaussées principales de ces deux voies, ni sur les bretelles.
Bifurcation : Echangeur entre autoroutes de forme "Y" ou de "T".
Croix (ou croissement) : Echangeur entre autoroutes de forme "X", similaire au croissement en trèfle.
Bretelle : voie qui raccorde un échangeur à une autoroute ou à une route.

I.3 Historique des échangeurs :

L'histoire des échangeurs routiers remonte à plusieurs siècles, mais leur développement et leur évolution sont principalement liés à l'avènement des autoroutes modernes.
Au cours des siècles passés, les échanges entre routes étaient généralement gérés par des carrefours ou des intersections simples, où les routes se croisaient à niveau. Cependant, avec l'augmentation de la circulation automobile au XXe siècle, il est devenu évident qu'une infrastructure plus sophistiquée.
Les premiers échangeurs routiers modernes ont commencé à apparaître dans les années 1920 et 1930, principalement en Europe et aux États-Unis.
Les premiers exemples incluent l'échangeur de Letchworth en Angleterre (1929) et le Cloverleaf Interchange de Woodbridge dans le New Jersey, aux États-Unis (1929). Ces échangeurs étaient relativement simples par rapport aux normes actuelles, mais ils ont jeté les bases des développements futurs.
L'introduction des autoroutes à grande vitesse routière dans les années 1950 et 1960 a également entraîné une expansion majeure du réseau d'échangeurs. Les autoroutes à plusieurs voies nécessitaient des échangeurs plus larges et plus complexes pour permettre aux véhicules de changer de direction ou de rejoindre d'autres routes en toute sécurité. Les échangeurs sont devenus des structures imposantes, avec des viaducs, des ponts et des bretelles surélevées pour faciliter les mouvements du trafic.
Aujourd'hui, les échangeurs routiers sont des éléments essentiels de l'infrastructure routière dans le monde entier. Ils sont conçus pour répondre aux exigences spécifiques de chaque lieu, en tenant compte des schémas de circulation, de la topographie et des besoins locaux. Les technologies modernes, telles que la signalisation avancée, les systèmes de gestion de la circulation et les techniques de modélisation du trafic, sont utilisées pour optimiser les performances des échangeurs et réduire les congestions.
L'histoire des échangeurs routiers est liée à l'évolution de la circulation automobile et à la nécessité d'une infrastructure plus avancée pour gérer efficacement les flux de trafic.

I.4 Avantages de l'échangeur routier :

L'échangeur routier présente plusieurs avantages pour les usagers de la route :

- Il permet de fluidifier la circulation en évitant les embouteillages et les ralentissements liés aux intersections en surface.
- Les automobilistes peuvent ainsi circuler plus rapidement et atteindre leur destination.
- De plus, l'échangeur routier permet de réduire les risques d'accidents de la route en éliminant les points de croisement dangereux.

I.5 Inconvénients de l'échangeur routier

L'échangeur routier présente également quelques inconvénients :

- Sa construction est souvent coûteuse et peut nécessiter des travaux de grande ampleur.
- Son entretien peut s'avérer difficile et coûteux en raison de la complexité de sa structure.
- L'échangeur routier peut être source de confusion pour les automobilistes qui ne sont pas familiers avec son fonctionnement.

I.6 Les risques des échangeurs routiers :

Les échangeurs routiers peuvent présenter certains risques potentiels, principalement liés à la configuration de la circulation et au comportement des conducteurs. Voici quelques-uns des risques associés aux échangeurs routiers :

- Conflits de circulation : Les échangeurs routiers impliquent souvent des mouvements complexes et des intersections entre différentes voies de circulation.
- Vitesse excessive ou inadaptée : Certains conducteurs peuvent adopter une vitesse excessive sur les bretelles d'entrée ou de sortie des échangeurs, ce qui augmente le risque d'accidents.
- Mauvaise signalisation : Une signalisation déficiente, mal entretenue ou mal comprise peut conduire à des erreurs de navigation et à des conflits entre les véhicules.
- Distraction au volant : Les échangeurs routiers peuvent être des endroits stressants et complexes à naviguer, ce qui peut entraîner une augmentation de la distraction au volant
- Éclairage routier insuffisant : Certains échangeurs peuvent manquer d'éclairage adéquat, en particulier la nuit. Cela peut rendre la visibilité plus difficile pour les conducteurs, augmenter ainsi le risque d'accidents dus à une mauvaise perception de la circulation et des voies.

Pour minimiser ces risques, il est essentiel de définir les échangeurs routiers de manière à faciliter la compréhension et la navigation pour les conducteurs, de fournir une signalisation claire et visible, de maintenir une bonne visibilité avec un éclairage adéquat et de sensibiliser les conducteurs aux défis spécifiques liées à la circulation sur les échangeurs routiers.

I.7 Les différents types d'échangeurs

Pour choisir, l'échangeur qui convient le mieux, il faut tenir compte en premier lieu de la classification des routes qui se croisent. On trouve plusieurs types d'échangeurs :

- Les échangeurs à trois ou quatre branches qui relient les autoroutes.
- Les échangeurs qui relient les autoroutes et d'autres routes, les échangeurs qui relient des routes autres que les autoroutes et les échangeurs qui croisent une artère et une route locale (qu'on trouve rarement).

Voici donc quelques types :

❖ **I.7.1 Echangeurs majeurs** : Un échangeur majeur, également appelé échangeur à niveaux de service supérieur, est utilisé pour relier deux autoroutes sans qu'il y ait de conflit de circulation entre les deux. Ces échangeurs sont généralement de grande taille et complexes, conçus pour gérer des volumes de trafic élevés et assurer une transition fluide entre les autoroutes. :

Voici quelques schémas couramment utilisés pour les échangeurs majeurs :

- Trèfle complet : Il est utilisé pour un raccordement à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art.
- Une bifurcation en forme de "Y" : est une configuration de réseau ou de conduit dans laquelle un flux principal se divise en trois branches distinctes. L'objectif est de permettre à un débit de fluide ou à un courant électrique de se répartir entre les différentes branches de manière équilibrée. Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continue.
- Échangeur en échangeur turbine : Ce schéma utilise des boucles en forme de spirale pour permettre aux conducteurs de passer d'une autoroute à l'autre. Les boucles permettent aux véhicules de changer de niveau et de direction sans interrompre la circulation principale.

❖ **I.7.2 Echangeur mineur :** Un échangeur mineur, également connu sous le nom d'échangeur à niveaux de service inférieur, est utilisé pour les raccordements entre une autoroute ou une route principale et une route ordinaire ou une route secondaire. Ces échangeurs sont généralement de taille plus réduite et moins complexes que les échangeurs majeurs, et ils sont conçus pour gérer des volumes de trafic moins importants., le schéma concernent par le raccordement sont :

- Losange : Il est composé de quatre diagonal unidirectionnel est un carrefour à niveau sur la route secondaire, les quatre diagonal sont symétrique entre elle par rapport à l'axe de l'autoroute il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.
- Demi-trèfle : est une configuration d'échangeur routier qui comporte deux boucles, deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire. Il est souvent préféré au schéma de type losange dans les cas où il y a une distribution nettement dissymétrique des flux de trafic d'échange.

On a deux types de demi-trèfle :

- Demi-trèfle symétrique.
- Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé ».

- Une trompette : est une configuration d'échangeur routier utilisée pour le raccordement entre trois branches. Elle comporte une branche principale et deux branches secondaires qui se rejoignent sur cette branche principale. La trompette est également connue sous le nom d'échangeur en T inversé ou d'échangeur en trompette.

  L'objectif principal d'un échangeur mineur est de permettre aux conducteurs de passer en toute sécurité de la route secondaire à la route principale et vice versa, en minimisant les conflits de circulation et en assurant une circulation fluide.

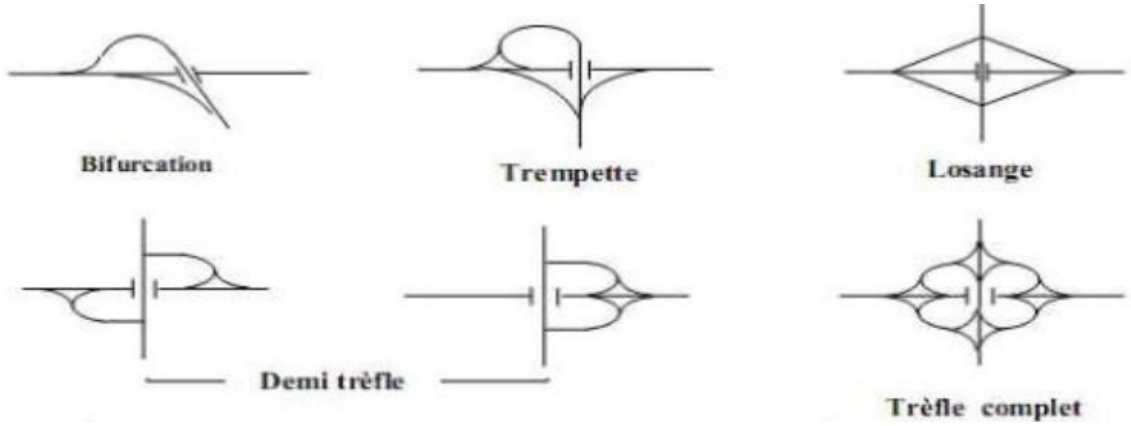


Figure I.1: Diffèrent types d'échangeur

Remarque :
Les schémas d'échangeurs peuvent varier en fonction de la topographie, des contraintes de l'emplacement et du volume de trafic prévu. Ils sont conçus pour optimiser la fluidité du trafic et minimiser les risques de collisions, en permettant aux conducteurs de passer en toute sécurité d'une autoroute à l'autre.

I.8 Conception d'un échangeur :

La première étape de la conception est le choix des caractéristiques générales, le type de route qui détermine l'instruction à appliquer, la catégorie de route qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du trafic, le nombre de voies. Dans notre projet actuel, les instructions à utiliser sont celles des autoroutes.
Avant la réalisation d'un échangeur, plusieurs enquêtes sont effectuées pour connaître les impacts qu'aura sa construction sur le trafic existant, sur les riverains, sur l'économie de la région concernée ou du pays en général.

Après, plusieurs propositions de construction de l'échangeur sont émises. On retiendra donc, celle qui sera le plus en accord avec ce que le maître d'ouvrage souhaite et ce qui en phase avec les routes existantes, avec le moins d'impact sur l'environnement et celle qui concorde le plus avec la géographie du milieu.

I.9 Caractéristiques géométriques des bretelles :

Pour les diffuseurs, généralement, les bretelles sont à 1 voie.

I.9.1 Tracé en plan d'une bretelle :

I.9.1.1 Valeurs limites des rayons :

Sont définie comme suit : (COMPLEMENTS à l'ICTAAL, 2006) [3]

Tableau I.1 : Valeurs limites des rayons du tracé en plan

	Voie de sortie	Voie de la boucle
Rayon minimal $\boldsymbol{R\,m}$ (m)	40(7%) et100(le premie rayon rencontré)	40 (7%)
Rayon minimal non déversé$\boldsymbol{R\,n\,d}$ $(\boldsymbol{m})$	300	
Rayon maximal dans la partie circulaire des boucles(m)	----	60
Dévers entre $\boldsymbol{R\,n\,d}$ et $\boldsymbol{R\,m}$ d (m)	d = (675/R) +0.25 entre 300 et 100	--- --

I.9.1.2 Enchaînement des éléments du tracé en plan :

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

  R1≤ 2R2, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrée dans le sens de circulation sauf si R1>1.5Rnd et si R1 > R2.
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

I.9.1.3 Raccordement progressif :

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

- Où : R note le rayon de courbure (en m).
- $\Delta\delta$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

I.9.1.4 Raccordement avec l'autoroute :

Le raccordement d'une bretelle à une autoroute, il est courant d'utiliser une voie d'accélération en entrée et une voie de décélération en sortie. Cela permet aux conducteurs d'ajuster leur vitesse pour rejoindre en toute sécurité le flux de circulation de l'autoroute lors de l'entrée, ainsi que de se préparer à quitter l'autoroute en réduisant progressivement leur vitesse lors de la sortie.

Voici comment fonctionnent généralement les voies d'accélération et de décélération :

La zone de décélération :

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de150 m. Jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m.

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

En sortie, l'utilisation de rayon> 120 m est fortement conseillée (pour le 1er rayon rencontré).

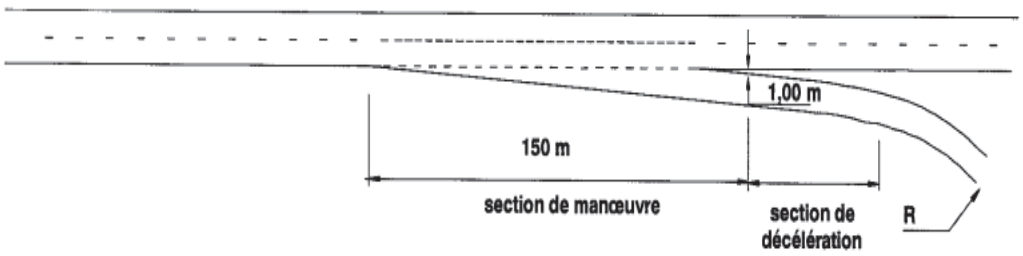


Figure I.2: Dispositif de sortie de l'autoroute.

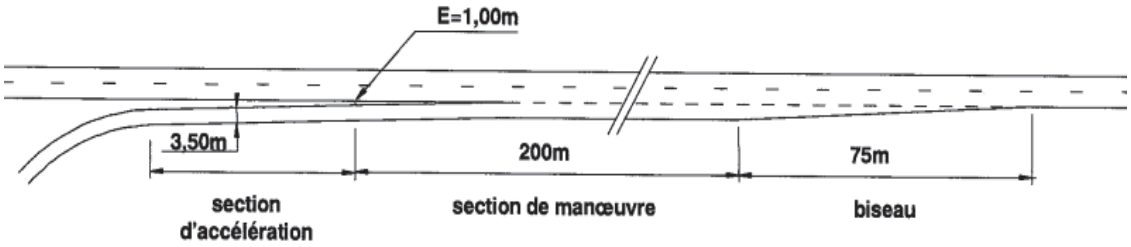
La zone d'accélération :

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération doit permettre d'amener le véhicule à une vitesse conventionnelle d'au moins 55km/h au niveau du point E=1.00m pour une accélération de 1m/s². Sa longueur dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle.

- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.

- Un biseau long de 75 m.



FigureI.3 : Dispositif d'entrée sur l'autoroute.

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

I.9.1.5 Distance entre deux points d'accès

- Les mouvements d'échange sont assurés au moyen d'une voie d'entrecroisement, et pour un intervalle inférieur à 500 m, au moyen d'une collectrice.
- Une voie d'entrecroisement excédant 750 m de long n'étant pas souhaitable, un intervalle compris entre 750 m et 1200 m est à éviter.
- La longueur **L e** dépend de la vitesse pratiquée sur le collecteur.

TableauI.2 : largeurs de la voie d'entrecroisement. (SETRA, 1989) [21]

V (km/h)	60	80	>80
Le (m)	200	300	500

I.9.2 Profil en long d'une bretelle

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

Tableau I.3 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long

Déclivité maximale	6 %
Rayon minimal en angle saillant	1 500 m
Rayon minimal en angle rentrant	800 m

I.9.3 Profil en travers d'une bretelle

I.9.3.1 Largeur des éléments du profil en travers :

Pour les diffuseurs, les bretelles unidirectionnelles sont constituées de : (COMPLEMENTS à l'ICTAAL, 2006) [3]

- La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée de même structure qu'elle, et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement.
- Dans une courbe de rayon inférieur à 100 m, une surlargeur de 50/R par voie est à introduire
- Lorsque l'enjeu le justifie, l'accotement peut être aménagé pour offrir une largeur roulable de 6 m.
- Le long des bretelles, la largeur de la zone de sécurité est de 4 m

Les largeurs des composantes du profil en travers sont les suivantes :

Tableau I.4: Les largeurs des bretelles en profil en travers

Chaussée	Unidirectionnelle – bidirectionnelle	3,50 m 7,00 m
B.D.D.		1,00 m
B.D.G.		0,50 m

I.9.3.2 Pente transversale d'une bretelle

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

Tableau I.5 : Les valeurs limites des pentes transversales.

Elément	Rayons (m)	Valeur du dévers
Alignement ou rayon ≥ Rnd	AD ou R ≥ 300	2.5 % orientés vers la droite
Rayon déversé R < Rnd	100 < R < 300	Variation en 1/R entre 2.5 % (R300) et 7 % (R100)
	100 ≤ R	7 %

I.10.3 Profils en travers types des bretelles

Tableau I.6 : Bretelle unidirectionnelle à une voie

Berme	BDG	Chaussée	BDD	Berme
1.00	**0.5m**	3.5m+S	1.00m	1.00m

I.10.4 Condition de visibilité

I.10.4.1 Visibilité sur une sortie d'autoroute

- La distance de manœuvre en sortie dms est définir comme la distance parcourue à vitesse constante la vitesse maximale autorisée pendant le temps nécessaire pour opérer, fixé à 6 secondes dms = 6V (V en m/s).
- Pour les deux voies de circulation les plus à droite de la chaussée, le conducteur doit à la fois percevoir à la distance dms du point dit "de sortie au plus tôt" (S = 1,50 m).
- L'ensemble de la face du panneau de signalisation avancée placé au droit de ce point ; la balise signalant le musoir, que l'on suppose observée à une hauteur de 1 m, à l'endroit où le musoir atteint 5 m de large.

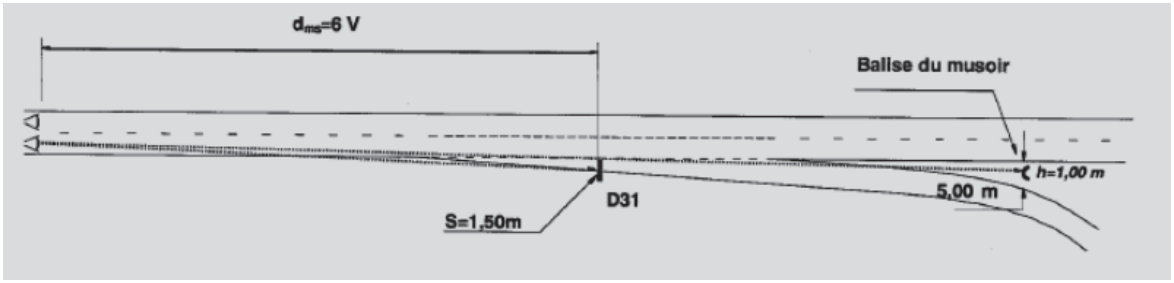


Figure I.4 : Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute

I.10.4.2 Visibilité sur une entrée d'autoroute

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

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

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

Avec :

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

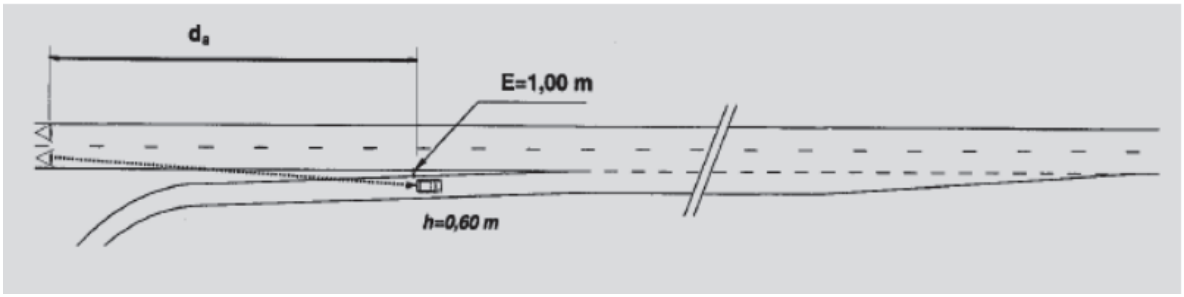


Figure I.5 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute

I.10.4.3 Distance de visibilité sur marquage

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

I.10.4.4 Distance de lecture (lc)

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

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

I.11 Les impacts environnementaux de la construction d'un échangeur

Les échangeurs augmentent fortement l'emprise au sol et la consommation d'espace (cultivable, habité ou supports d'habitants naturels). Par ailleurs, les échangeurs encouragent et facilitent la vitesse et donc la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre.

Ils contribuent, le plus souvent, à créer des phénomènes écologique, à augmenter la fragmentation écologique. Concernant l'environnement nocturne, étant souvent très éclairé, ils peuvent contribuer au phénomène dit de « pollution lumineuse ».

I.12 Conclusion

Somme toute, nous pouvons dire que pour la résolution des problèmes de collision, de raccordement, aux carrefours plans, les échangeurs sont une solution efficace. Car ils permettent une circulation beaucoup plus fluide et en toute sécurité pour les usagers, permettant ainsi aux autoroutes de ne plus se croiser aux carrefours plans. Cela permet donc aux conducteurs de gagner du temps, de rouler avec un grand confort et toute sécurité. Mais la réalisation des échangeurs n'est pas sans inconvénients. Elle est source de pollution sonore, de pollution (air, eau), consommatrice d'espace. D'où la nécessité de prendre des mesures pour limiter ses impacts.

CHAPITRE II

PRESENTATION DE PROJET

II.1 Introduction

La pénétrante de Béjaïa fait partie des projets de pénétrantes autoroutières devant relier l'Autoroute Est-Ouest à plusieurs villes côtières, Celle de Béjaïa qui a été annoncée en 2005 doit relier l'Autoroute Est-Ouest depuis la sortie n°24 dans la commune d'Ahnif à la ville de Béjaïa à travers la vallée de la Soummam Cette autoroute longue de 100 km traverse la wilaya de Béjaïa du sud-ouest au nord- est. Un profil en 2x3 voies.

L'autoroute Est-Ouest, est justement perçue comme une initiative Structurante, qui permettra à l'ensemble de la région de la Soummam d'améliorer ses Performances socio-économiques. Elle contribuera d'une part à donner une nouvelle impulsion au Port de Bejaia, en permettant l'acheminement rapide des marchandises vers l'autoroute Est Ouest, et d'autre part à désengorger les importants axes routiers de la région, notamment la RN26 et la RN 12 qui est aujourd'hui au bord de l'étouffement.



Figure II.1 : Carte Algérie autoroute est ouest

II.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE PROJET

Notre projet se trouve dans le lot Est de la pénétrante autoroutière reliant le port de Bejaia a l'autoroute est ouest, du PK 20+00 au PK «30+00 km. Situé exactement entre la daïra d'EL kseur et la commune de timzerit de la willaya de Bejaia.

II.3 DESCRIPTION DE PROJET

Le projet de la présente étude concerne la construction d'une route est situé au sud de la ville d'EL KSEUR, Wilaya de BEJAIA, Le trajet de la route projetée à construire est entre PK20+000～PK30+000 avec une longueur de tracé de 10000 m.

Cette route sera équipée d'un échangeur situé à 3 km au Sud Del kseur raccordant la pénétrante de Bejaia au CW21A et reliera Amizour à El kseur ainsi il assumera un rôle important en tant qu'infrastructure routière incitant au développement grâce à l'amélioration de l'accessibilité régionale grâce à cette infrastructure routière devrait stimuler le développement économique et social de la région, y compris la ville d'El Kseur.



Figure II.2 : Photo prise sur site

II.4 TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

La topographie traversée par notre tronçon est caractérisée par des plaines ce qui nous permettre de le classer dans la catégorie L1 selon l'ICTAAL2000. Avec une vitesse maximale de 130 Km/h.



Figure II.3 : Photo prise sur site

II.5 La géologie de la zone d'étude

La géologie de la wilaya de Béjaïa est caractérisée par une grande variété de roches métamorphiques, volcaniques et sédimentaires, ainsi que par des mouvements tectonique complexes qui ont créé des formations géologiques spectaculaires dans la région.

Les formations voisines du tracé contiennent des caractéristiques et des propriétés différentes :

- Unités telliennes et baboriennes.
- Formations néogènes post-nappes.
- Des flyschs gréso-pélitiques crétacés et argilo-gréseux numidiens.

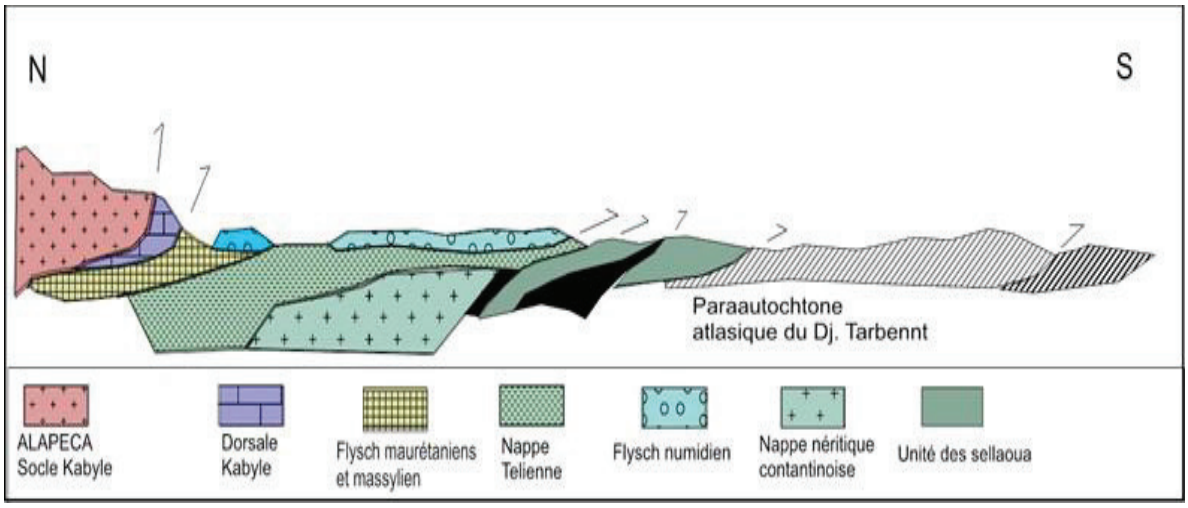


Figure II.4 : Carte géologique

II.6 Précipitations

La région de Bejaïa reçoit des précipitations annuelles moyennes d'environ 900 à 1000 millimètres.

Il contient trois étages bioclimatiques :

- Etage humide, sur le bassin versant nord avec des précipitations supérieures à 900 mm.
- Etage sub-humide entre El Kseur et Sidi Aich, avec une pluviométrie moyenne de 600 à 900 mm.
- Etage semi-aride, le long de la vallée de Sidi Aich à Tazmalt, avec une pluviométrie relativement faible allant de 400 à 600 mm.

II.7 Hydrologie

Le principal cours d'eau dans La wilaya de Bejaia est l'oued Soummam qui est drainée par un réseau hydrographique dense, composé de nombreux cours d'eau permanents et intermittents dont l'oued Soummam représente le collecteur principal.

L'Oued Soummam draine un bassin versant d'une superficie de 9 200 Km2 réparti comme suit :

- Bassin de l'Oued Sahel de Sour El-Ghozlane (wilaya de Bouira) à Akbou : 3 750 Km^2.
- Bassin de l'Oued Bou-Sellam de Aïn-Oulmane (wilaya de Sétif) à Akbou : 4 500 Km^2.
- Bassin de l'Oued Soummam, au sens strict, d'Akbou jusqu'à la mer : 950 Km^2.

.



Figure II.5 : Carte Hydrologique

II.8 Climat

la wilaya de Béjaïa bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes avec une température de 15 °C en moyenne. La période estivale, rafraîchie par les vents marins, présente une température moyenne de 25 °C environ.

II.9 Effets sismiques

La willaya de Bejaia est d'une activité sismique assez élevée. Selon les dispositions techniques de Règles Parasismiques applicables au domaine des ouvrages d'art (RPOA2008), cette section est classée dans la zone de moyenne sismicité II, le coefficient de l'accélération sismique pour l'étude des travaux A=0.20g (g étant l'accélération de la pesanteur).

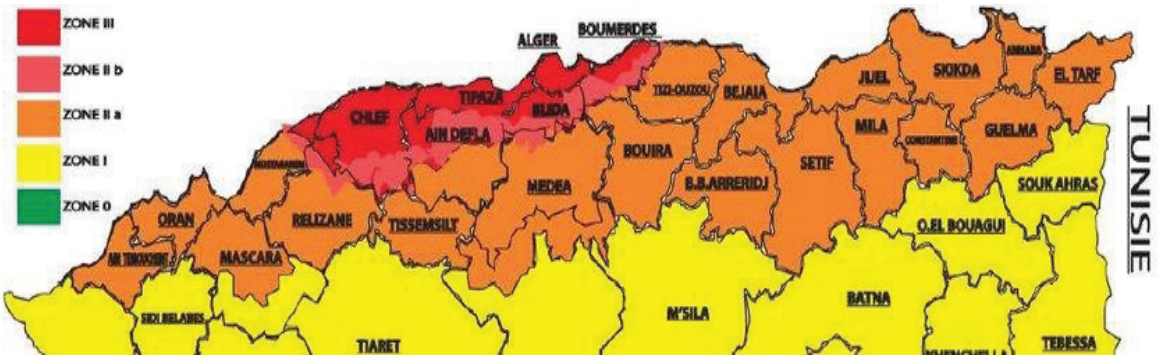


Figure II.6 : La carte sismique de l'Algérie

II.10 Conclusion

Le projet a pour but de concevoir en phase APD (avant-projet détaillé) un tronçon d'une Pénétrante autoroutière reliant le port de Bejaia a l'autoroute Est ouest, avec la création d'un échangeur au PK 22+000. L'objectif de cette phase APD (avant-projet détaillé) est de développer les plans et les spécifications nécessaires pour la réalisation de ce tronçon autoroutier

CHAPITRE III

ETUDE DE TRAFIC

III.1 INTRODUCTION

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

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- Choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- Position des échangeurs.
- Géométrie des carrefours.
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

Cette étude repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

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

III.2 ANALYSE DE TRAFIC

Il est important de procéder à certaines logistiques et des organisations appropriées pour mesurer et comprendre le volume et la nature du trafic à un moment donné. Cela permet de mieux planifier et gérer les ressources en fonction des besoins du trafic, ainsi que d'optimiser l'efficacité des opérations de transport.
Les éléments de ces analyses sont multiples :

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

III.3 La capacité

La capacité d'une route est définie comme le nombre maximal de véhicules pouvant passer de manière raisonnable sur une section spécifique de voie dans une direction donnée. Elle est généralement exprimée sous forme de débit horaire.

III.4 Evaluation de la demande

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

$$\mathbf{TJMAh = TJMA_0 * (1 + \tau)^n}$$

Avec :

- **TJMAh:** le trafic à l'année horizon.
- **$TJMA_0$** : le trafic à l'année de référence
- **n** : nombre d'année.
- **τ** : taux d'accroissement du trafic (%)

III.5 Trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P). Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{eff} = ((1-Z) + P*Z) * TJMA_h$$

Avec :

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

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids Lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route :

Tableau III.1 - Coefficient d'équivalence « P » (norme B40)

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

III.6 Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic réel à l'horizon, il et exprimé en unités de véhicules de tourisme (uvp) et donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{1}{n} T_{eff}$$

Tel que :

- Q : débit de pointe horaire.
- T_{eff}: Trafic effectif.
- Le n varie de 6 à 8, on prend généralement n = 8

Ce qui donne :

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

III.7 Débit horaire admissible

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

$$Q_{adm} = k1 * k2 * Cth$$

Avec :

- K1 : Coefficient dépende de l'environnement (Tableau .2)
- K2 : Coefficient réducteur de capacité traduisant la différence entre caractéristique réelle et idéales de circulation. (Tableau 3)
- Cth : Capacité effective du profile en travers en régime stable en uvp/h. (Tableau 4)

Tableau III.2 : Coefficient « K1 » (norme B40)

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 /0.95

Tableau III.3 : Coefficient « K2 » (norme B40)

	Catégorie de la route				
Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
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.4 : Valeur de la capacité théorique (norme B40)

	Types de route	Capacités théorique
Route bidirectionnelle	Route à 2voies	1500 à 2000
	Route à 3voies	2400 à 3200
	Route à 4voies	1500 à 1800
Route unidirectionnelle	Route à chaussée séparai	1800

III.8 Détermination du Nombre Des Voies

➢ **III.8.1 Cas d'une chaussée bidirectionnelle :** on compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir

- $Q_{adm} \geq Q$

➢ **III.8.2 Cas d'une chaussée unidirectionnelle :** Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du (N) avec S.Q /Qadm avec :

- S : coefficient dissymétrie en général = 2/3
- Q_{adm} : débit admissible par voie

III.9 Calcul de l'année de saturation

$$Q_{Saturation} = 6 * Q_{admissible}$$

$$Q_{\text{mise en service}} = 0.12 * T_{\text{eff mise en service}}$$

$$T_{eff} = [(1-Z) + Z*P] * TJMA_{\text{mise en service}}$$

Donc : $\mathbf{N_{saturation}} = \boldsymbol{ln}\ \frac{\text{Q saturation}}{\frac{\text{Q mise en service}}{ln(1+\tau)}}$

Tel que :

- Q saturation : Débit maximale que la route peu supportée.
- Q mis en service : Débit de pointe horaire a l'année de mis en service.
- 1/ n : Coefficient de pointe en générale égale à 0.12 (B40).
- N : Année de saturation.

III.10 Application sur le projet

III.10.1 Résultat de comptage :

- Le trafic journalier moyen annuel de l'année 2017 =TJMA0 = 6000V/J
- Taux de poids lourd = 55 %
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée de vie = 20 ans
- Année de mise en service : 2024
- Catégorie C1
- Enivrement E1

III.10.2 Evaluation de la demande

III.10.2.1 Le trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service :

$$\mathbf{TJMA_{2024}= (1 + T)^{n} * TJMA_{2017}}$$

$TJMA_{2024}= (1 + 0.04)^{7} * 6000$

$TJMA_{2024}$=7895.6 véhicules/jour

III.10.2.2 Le trafic journalier moyen annuel à la fin de vie du projet :

$$\mathbf{TJMA_{2044}=(1 + T)^{n} * TJMA_{2024}}$$

$TJMA_{2044}= (1 + 0.04)^{20} * 7895.6$

$TJMA_{2044}$=17300.21véhicules/jour

III.10.3 Calcul de trafic effectif :

$$\mathbf{T_{eff\ 2044}= [(1 – Z) + P*Z] * TJMA_{2044}}$$

$T_{eff\ 2044}= [(1 – 0.55) + 3* 0.55] * 17300.21$

$T_{eff\ 2044}$= 36330.45uvp /j

III.10.4 Le débit de pointe horaire normale

$$\mathbf{Qn = 0.12 \times Teff}$$

$Q_{2044} = 0.12*36330.45$

Q_{2044}= 4359.7uvp /h

III.10.5 Calcul de débit admissible

$$Q_{adm} = k1 * k2 * Cth$$

Q_{adm} =0.75 *1*1800
Q_{adm}= 1350 uvp /h

III.10.6 Nombre de voies :

$$N = S * \frac{Q}{Qadm} ; \qquad \text{Avec S=2/3}$$

$N = \frac{2}{3} * \frac{4359.7}{1350}$
N=2.2

D'où le nombre de voies est égal à 2 * 3 voies.

III.10.7 Calcul de l'année de saturation :

$$Q_{Saturation} = 6 * Q_{admissible}$$

$Q_{Saturation}$ = 6 *1350
$Q_{saturation}$ = 8100uvp/

$$Q_{mise\ en\ service} = 0.12 * T_{eff\ 2024}$$
$$T_{eff} = [(1-Z) + Z*P] * TJMA_{2024}$$

T_{eff} = [(1-0.55) +3*0.55] * 7895.6
T_{eff} =16580.76 uvp /j

D'où :
$Q_{mise\ en\ service}$ =0.12 *16580.76
$Q_{mise\ en\ service}$ =1989.69 uvp /h

Donc :

$$N_{saturation} = ln \frac{Q\ saturation}{\frac{Q\ mise\ en\ service}{ln(1+\tau)}}$$

$N_{saturation} = ln \frac{8100}{\frac{1989.69}{ln(1+0.04)}}$

$N_{saturation}$ = 36ans

III.11 Conclusion

D'après l'étude du trafic de notre autoroute, on constate qu'elle est unidirectionnelle à chaussées séparées de 3 voies par sens 2x3 voies, avec une saturation après 36 ans de l'année de mise en service, donc son année de saturation est estimée en 2060.

CHAPITRE IV

TRACE EN PLAN

IV.1 Introduction

Le tracé de notre Projet est une projection verticale de tous les points constituant l'axe de la route sur un plan horizontal développé à partir des données topographiques et des visites effectuées.
Ce plan d'une route est composé d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou non par des liaisons progressives.
Le processus de conception implique une analyse minutieuse des données topographiques, des contraintes environnementales et des besoins des utilisateurs, afin de créer un tracé qui soit à la fois fonctionnel et esthétique. Les règles de dimensionnement sont également prises en compte pour assurer la sécurité des usagers et une bonne qualité de service.

IV.2 Règles à respecter pour le tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans l'ICTAAL 2000 (Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison), il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation.

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes.

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à Rhnd (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les grands terrassements.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.

IV.3 Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan est généralement constitué d'alignements droits, également appelés tangentes, qui sont raccordés par des courbes. Caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui est utilisée pour définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.
Le raccordement entre les alignements droits et les courbes est réalisé à l'aide des Clothoïdes qui ont la particularité de présenter une évolution progressive de leur rayon de courbure.
Elles sont utilisées pour assurer un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan est constitué de trois éléments :

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

IV.3.1 Les alignements droits

Il est recommandé d'utiliser autant d'alignements droits que possible dans la conception d'une route, car cela offre plusieurs avantages en termes de sécurité et de confort pour les usagers de la route.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base
- Des sinuosités précédentes et suivantes à l'alignement
- Du rayon de courbure de ces sinuosités

IV.3.2 Arcs de cercle :

Les éléments qui sont interviennent pour limiter les courbures sont :

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

IV.3.2.1 Stabilité des véhicules en courbe :

Dans un virage de rayon R, les véhicules subissent l'effet de la force centrifuge. Cette force agit vers l'extérieur de la courbe et peut provoquer une instabilité du véhicule, en particulier à des vitesses élevées. Pour réduire l'effet de la force centrifuge et améliorer la stabilité du véhicule dans les virages on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur de la courbe (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente :

- d (dévers): Ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).
- d : Ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Pour chaque vitesse VB on définit une série de couple (R, d).

Règle à respecter dans les arcs :

- Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau suivant :

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

Catégorie	L1	L2
Rayon minimal ($R\,m$)	600 m	400 m
Rayon minimal non déversé ($R\,n\,d$)	1000 m	650 m

- ✓ Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.
- ✓ L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à 1,5 $R\,n\,d$ est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité

IV.3.3 Courbes de raccordement progressives :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit se faire par des transitions progressives afin d'assurer une introduction de la pente et d'optimiser la sécurité et le confort des usagers de la route.

L'utilisation et les rôles des courbes de raccordement sont justifiés par les quatre conditions suivantes :

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

IV.3.3.1 Règle à respecter dans les raccordements :

- ✓ Les courbes de rayon inférieur à 1,5 $R\,n\,d$ ne peuvent être raccordées avec les alignements progressivement (clothoïde).
- ✓ Il faut que la longueur de clothoïde soit au moins égale au : MAX : $\{14|\Delta\,\delta\,|$ et R/9$\}$. (L'ICTAAL 2000) Où :
  - ➢ R (m) le rayon de courbure.
  - ➢ $\Delta\,\delta$ (%) la différence des pentes transversales des éléments du tracé raccordés.

IV.4 Application au projet :

IV.4.1 Paramètres géométriques de conception du Tracé :

Pour la conception géométrique de notre projet on a utilisé les normes de l'ICTAAL « Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagements des Autoroutes de Liaisons » dont la catégorie choisie est L1 du fait que le relief traversé par le tracé approprié en région de plaine.
Les paramètres utilisés sont résumés dans le tableau suivant pour une catégorie L1

Tableau IV.2 : caractéristique géométrique du tracé en plan

Paramètre	Symbole et unité	Valeur
Vitesse de base	VB	130
Rayon minimal (m)	Rm	600
Rayon non déversé Rnd	Rnd (m)	1000
Rayon minimal sans courbe de transition	1.5 Rnd (m)	1500

IV.4.2 Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé :

- Domaine forestier ; terrain agricole
- Oued Ammassine PK 25+668 au PK 25+893
- Chemin de wilaya CW21 au PK 26+878 au PK 26+923
- Voie ferrée de PK27+089 au PK 27+138
- Oued SOUMMAM de PK 27+414 au PK 27+536
- Oued SOUMMAM de PK 27+747 au PK 27+961
- Chemin de wilaya CW21 au PK 26+050 au PK 26+092

IV.4.3 Description du tracé :

Le tracé global de ce projet sera mené sur une distance de 10 Km du PK 20+000 au PK 30+00 0 traverse des terrain plaines et inondables, le tracé débute par une courbe de rayon 1800m, La majeure partie du tracé est composée de courbe contre courbe en utilisant des rayons supérieurs à 1.5Rnd (1600, 1800).

Là où l'utilisation de ces rayons n'est pas possible, on a utilisé des raccordements progressifs (clothoïde) pour des rayons compris entre 700 et 1000m
Il est aussi composé de quelques alignements droits de longueur maximale de 1556.56m

Remarque : Le Tracé en plan a été fait avec le logiciel Covadis 'Autopiste' e



Figure IV.1 : Trace en plan

IV.5 Exemple de calcul manuel de tracé en plan :

D'après le Manuel de projets de routes, (GOUMETTRE, KALLI, 2012) [15] Nous avons :
R=1600 m >$R\ n\ d$ =1500 ⟹ d= -2.5% donc le calcul se fait pour un rayon sans clothoïde.

Tableau IV.3 : Les données de l'axe à calculer

Point	X	y
A	666664.84699	4057733.13016
S	666439.43035	4057631.45850
B	666193.83723	4057602.58283

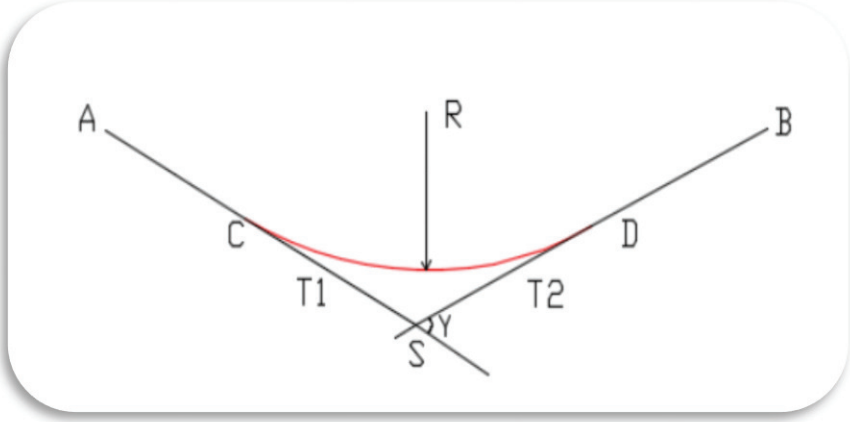


Figure IV.1 Raccordement circulaire entre deux alignements.

Calcul des gisements :

$$\begin{cases} X_{AS} = X_s - X_A = 666439.43035 - 666664.84699 = \mathbf{-225.41\ m} \\ \Delta Y_{AS} = Y_s - Y_a = 4057631.45850 - 4057733.13016 = \mathbf{-101.672m} \end{cases}$$

$$GA^s = 200 - \text{Arctg}\,(\Delta X_{AS} / \Delta Y_{AS}) = \mathbf{126.975\ grade}$$
$$GS^A = 200 + 126.975 = \mathbf{326.9754\ grade}$$

$$\begin{cases} \Delta X_{BS} = X_s - X_B = 666439.43035 - 666193.83723 = \mathbf{245.5931m} \\ \Delta y_{BS} = Y_S - Y_B = 4057631.45850 - 4057602.58283 = \mathbf{28.876\ m} \end{cases}$$

$$\mathbf{GB^s} = 400 - \text{Arctg}(\Delta X_{BS} / \Delta Y_{BS}) = \mathbf{307.45\ grade}$$
$$\mathbf{GS^B} = 307.45 - 200 = \mathbf{107.45\ grade}$$

Calcul des angles :

$\gamma = |GA^s - GS^B| = 126.975 - 107.45$

$$\gamma = 19.52$$

Calcul de la tangente :

$T = \tan(\gamma/2) * R$

$$T = 247.2355m$$

Calcul de la longueur d'arc :

$L = R * \pi /200 * \gamma$

$= 1600 * \pi /200 * 19.52$

$$L = 490.3424\ m$$

Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$C = \begin{cases} X_C = X_S - T * \sin(GA^s) = \mathbf{666214.059\ m} \\ Y_C = Y_S - T * \cos(GA^s) = \mathbf{4057733.04\ m} \end{cases}$$

$$D = \begin{cases} X_D = X_S + T * \sin(GS^B) = \mathbf{666684.9748\ m} \\ Y_D = Y_S + T * \cos(GS^B) = \mathbf{4057602.591\ m} \end{cases}$$

IV.6 Conclusion

D'après le calcule manuel on trouve que les résultats sont adéquats avec ceux qui sont tirer de logiciel Covadis.

CHAPITRE V

PROFIL EN LONG

V.1 Introduction

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinal Fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.
Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la Route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points Singuliers.

V.2 Eléments de composition du profil en long :

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

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude de la ligne du projet.
- La déclivité de la ligne du projet.

V.3 Règles à respecter dans le tracé de la ligne rouge

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales.
Parmi ces conditions à Respecter :

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer Leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai Qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans Une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des Déblais dans la partie de tracé neuve.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines Règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les Remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures Progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- Limité la déclivité pour une catégorie donnée ($i \leq imax$).

V.4 Caractéristiques de notre profile en long :

Paramètre utilisé selon ICTAAL : Pour une catégorie L1 les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant :

TABLEAU V.1 : caractéristique géométrique du profil en long

Catégorie	L1
Déclivité maximale	5%
Déclivité minimale (%)	0.5
Rayon minimal en angle saillant	12 500 m
Rayon minimal en angle rentrant	4 200 m

V.4.1 Déclivité

C'est la tangente de l'angle que fait la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.4.2 Déclivité minimale :

Pour assurer un écoulement efficace des eaux de pluie le long d'une chaussée dans une zone plate, il est recommandé de maintenir une pente minimale de 0,5% et de préférence de 1% ou plus si possible, tout en prenant en compte les conditions locales et les contraintes du terrain.

V.4.3 Déclivité maximale :

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service,

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

V.5 Raccordement en profil en long

L'aménagement de raccordement circulaire est une technique courante pour adoucir les changements de déclivités dans un profil en long. Cela permet de garantir une transition en douceur pour les usagers et d'améliorer la sécurité routière. On distingue deux types de raccordements :

V.5.1 Raccordements convexes (angle saillant)

La détermination des rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants doit prendre en compte plusieurs facteurs liés à la sécurité routière, tels que la position de l'œil humain, la présence d'obstacles et les distances d'arrêt et de visibilité. Les courbes doivent être conçues de manière à garantir une visibilité suffisante pour les usagers de la route et à leur permettre de circuler en toute sécurité.

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes

- Condition de confort.
- Condition de visibilité
- Rayon minimal en angle saillant : 12500 m.

V.5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

- Rayon minimal en angle rentrant : 4200 m

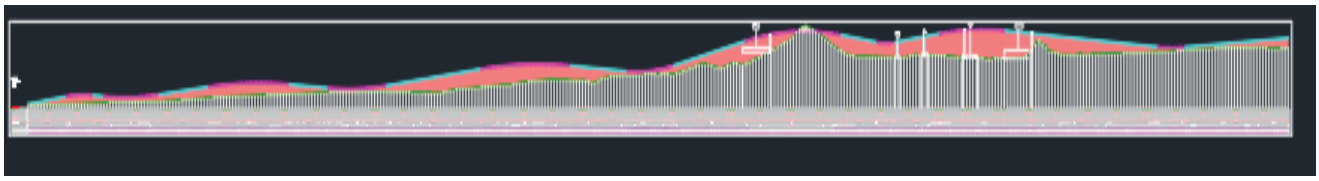


Figure V.1 :Profil en long

V.6 Exemple de calcul du profil en long :

V.6.1 Cas d'un rayon concave :

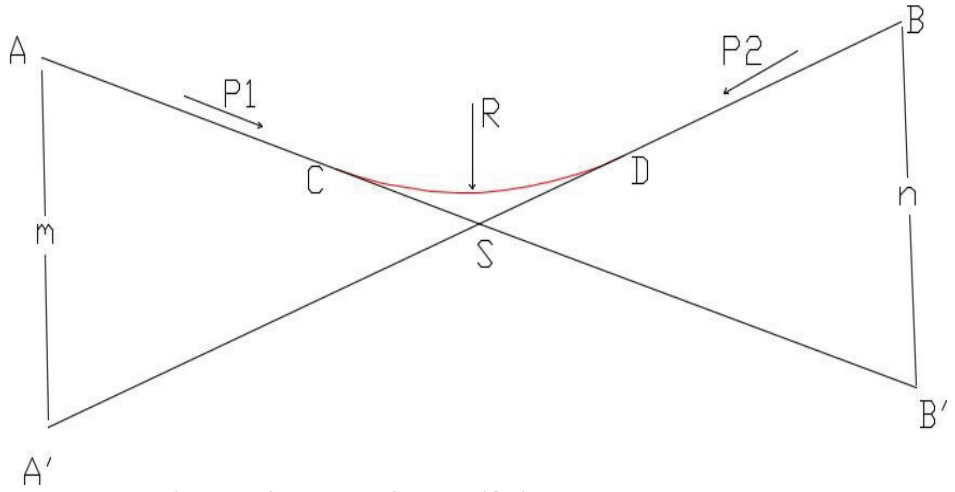


Figure V.2 : schéma illustratif d'un rayon concave

Tableau V.2 : Les données de profil en long à calculer (rayon concave)

Point	X	Z	R(m)	L(m)
A	22379.336	32.543	30000	**468.441**
B	22847.776	33.654		
S	**22613.556**	**31.270**		

Avec : P_1=-0.544% et P_2=1.018%

Calcul de la tangente :

$$\mathbf{T = \frac{R}{2} X (|P1| \pm |P2|)}$$

$$T=\frac{30000}{2} * (0.00544+ (0,01018)$$

T= 234.3 m

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

Calcul des coordonnées des points de tangente :

$XC = XS - T = 22613.556 - 234.3 = 22379.256\,m$
$ZC = ZS - T \times P1 = 31.270 + 234.3 \times 0.00544 = 32.54\,m$

$XD = XS + T = 22613.556 + 234.3 = 22847.856\,m$
$ZD = ZS + T \times P2 = 31.270 + 234.3 \times 0{,}01018 = 33.655\,m$

Calcul de la longueur de raccordement :

$L = 2 \times T$

$L = 468.6\,m$

Remarque

A la fin de calcul manuel on a trouvé que les résultats sont compatibles avec ceux qui sont tirer de logiciel

V.7 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité, un certain confort visuel …

V.8 Ces objectifs incitent à :

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :
  R vertical > 6 × R horizontal, pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible. ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses

V.9 Conclusion :

Les résultats obtenus dans cette étude sont conformes et respecte les seuils et limites fixées par l'ICTAAL et permettent d'assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptée àla catégorie L1.

CHAPITRES VI

PROFIL EN TRAVERS

VI.I Introduction

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.

Le profil en travers type est une représentation graphique importante pour la planification de la Construction ou de l'amélioration d'une route. Il permet aux ingénieurs de concevoir une route qui répond aux normes de sécurité et de circulation tout en minimisant les impacts environnementaux négatifs.

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur l'autoroute, qui définit le nombre de voies.et on distingue plusieurs sortes :

- Profil en travers en déblai.
- Profil en travers en remblai.
- Profil en travers mixte (remblai et déblai).

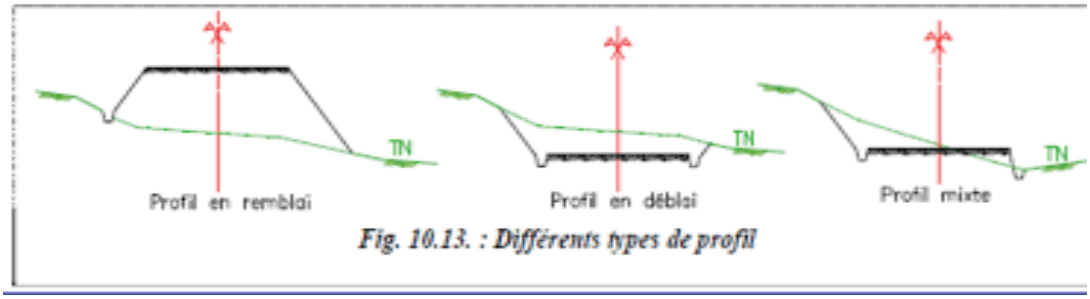


Fig. 10.13. : Différents types de profil

Figures VI.1 : Différent type de profil

VI.2 Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type (profil normal).
- Profil en travers particulier (courants).

VI.2.1 Profil en travers type :

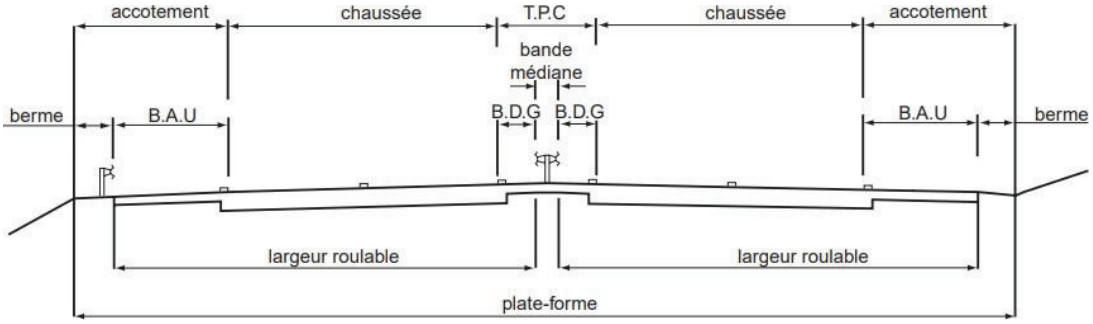
C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.
Il contient toutes les dimensions et tous les détails constructif (largeur des voies, chaussées, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux, etc. …).

VI.2.2 Profil en travers particulier (courants) :

Ce sont des pièces de base dessinées dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20,25 m…). Ils sont levés perpendiculairement à l'axe de la route et dessinés à l'échelle 1/100 ou 1/200 ; ils ne contiennent généralement comme indications chiffrées que l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route. Ils servent à calculer les cubatures.

VI.3 Les éléments du profil en travers :

Le profil en travers type comprend plusieurs éléments :



Figures VI.2 : Profil en travers type

La chaussée : est la partie de la route où circulent les véhicules. Chaque chaussée comporte de 2 à 4 voies de circulation larges de 3,50 m.

Les accotements : sont les zones situées de part et d'autre de la chaussée. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

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

Les fossés : sont des canaux creusés le long des bords de la route pour drainer l'eau de pluie.

Les talus : sont les pentes qui bordent les fossés et les accotements.

La largeur rouable : Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.

Plate-forme : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terres pleines et les bandes d'arrêts.

L'assiette : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

L'emprise : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances ; limitée par le domaine public.

T.P.C : terre-plein central

Le terre-plein central est un espace en gazonnée et planté qui sépare les deux chaussées d'une autoroute. Il est équipé de glissières métalliques ou d'un muret en béton pour empêcher les véhicules de le franchir, assurant ainsi la sécurité routière en prévenant les collisions frontales. Il est constitué de : deux bandes dérasées de gauche et une bande médiane.

B.A.U : Bande d'arrêt d'urgence
La bande d'arrêt d'urgence est une zone située le long des routes et autoroutes Elle 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.
La largeur de la bande d'arrêt d'urgence peut varier, mais généralement elle est d'environ 2,50 mètres à 3,00 mètres.

B.D.G : bande dérasée de gauche
La bande dérasée gauche joue un rôle important dans la sécurité routière en offrant aux conducteurs un espace supplémentaire pour les légers écarts de trajectoire vers la gauche, en évitant l'effet de paroi et en améliorant la visibilité dans les courbes à gauche. Elle est conçue pour être dégagée, revêtue et raccordée à la chaussée principale sans créer de dénivellation brusque.

La berme : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements :

- Barrières de sécurité
- Signalisation verticale
- Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse

VI.4 Les pentes transversales

Les courbes de rayon inférieur au rayon non déversé sont déversées vers l'intérieur de la courbe

D'après les recommandations de l'ICTAAL2000, on a :

VI.4.1 En alignement et en courbe non déversée :

- La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.
- La pente d'une B.A.U (ou d'une B.D.D.) : est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de là sur largeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques.
- Les pentes des B.D.G. et du versant en toit d'un T.P.C. revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.

VI.4.2 En courbe déversée

- La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5 % pour Rnd et 7 % pour Rm.
- La pente de la B.A.U. (ou la B.D.D.) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente.
- La pente de la B.A.U. extérieure (ou la B.D.D.) reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %, hormis là sur largeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée

VI.5 Application sur notre projet :

VI.5.1 PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET :

TableauVI.1 : Dimensions des éléments du Profil en travers type

Elément		Largeur (m)	Nombre	Largeur total (m)
2×3 voies de circulation		3.5	6	21
TPC	B.D. G	1	2	2
	Bande Médiane	1	1	1
Accotement	B.A.U	3	2	6
	Berme	1	2	2
Total	32m			

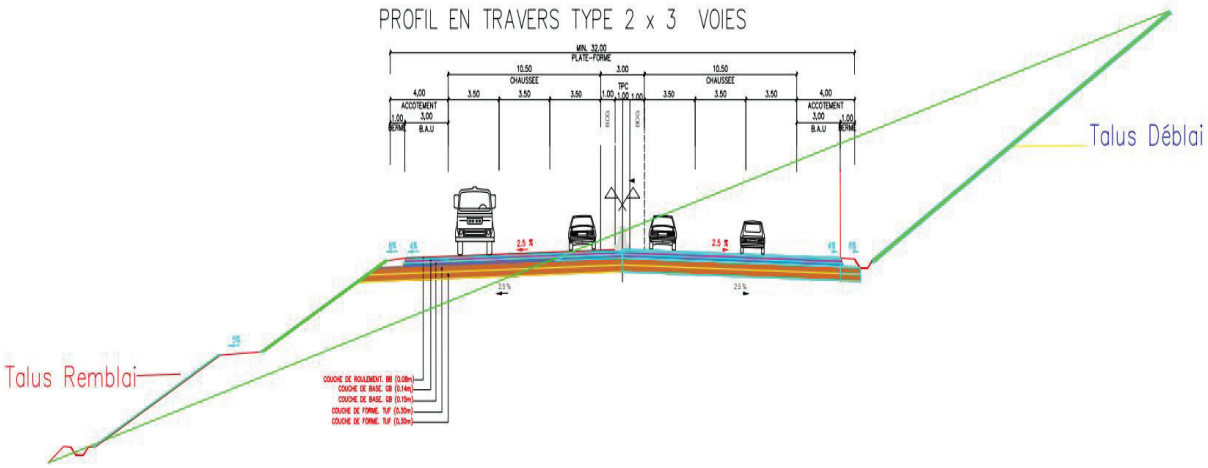


Figure VI.1 : Profil en travers

VI.6 Conclusion :

Le profil en travers est un outil indispensable dans la planification et la conception d'une déviation autoroutière. Il permet une évaluation précise du terrain, l'optimisation de la géométrie routière, l'intégration des éléments environnementaux et la planification des travaux de terrassement. Cela contribue à la réalisation d'une infrastructure routière sûre, efficace et respectueuse de l'environnement.

CHAPITRES VII

ETUDE GEOTHECHNIQUE

VII.1 Introduction

La géotechnique est une discipline de l'ingénierie qui se concentre sur l'étude des propriétés mécaniques, physiques et hydrauliques des sols et des roches. Elle examine le comportement des terrains naturels, que ce soit en relation avec la construction d'ouvrages ou indépendamment de toute intervention humaine.
Sa connaissance s'appuie sur :

- L'observation et la mesure permettant la compréhension des phénomènes et leur modélisation.
- La géologie, la géophysique, l'hydrologie, la mécanique des sols….

VII.2 Objectif de l'étude géotechnique :

La géotechnique routière a pour l'objectif :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour les corps de chaussée.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction.
- Établie le projet de terrassement.
- Protection de l'environnement et les ressources naturelles.

.

VII.3 Etude Géologique

Les formations traversées ou voisines du tracé appartiennent aux unités telliennes et baboriennes, et aux formations néogènes post-nappes.
Des flyschs gréso-pélitiques crétacés et argilo gréseux numidiens appartenant aux zones internes, affleurent en rive gauche de la Soummam.

VII.3.1 Description géologique générale de notre tracé :

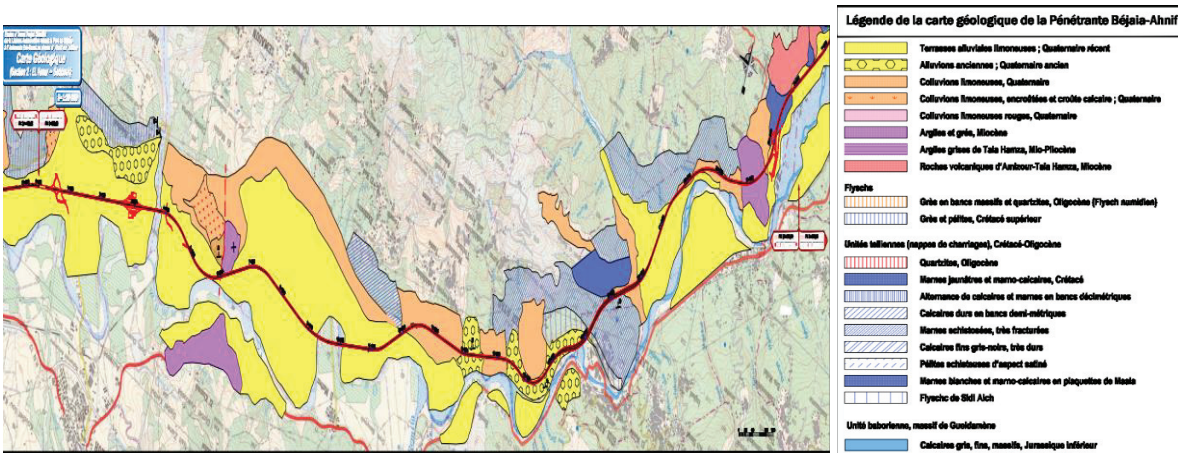


Figure : VII.1 Carte géologique

- **D'après la carte géologique :**

La qualité de sol de notre partie est terrasses alluviale limoneuses car il transmet la couleur jaune.

VII.3.2 Description géologique détaillée de notre tracé

Du PK 20 au PK30 :

Les versants nord de la région montagneuse de Seddouk qui se raccordent à la vallée par des pentes abruptes La vallée de la Soummam est située dans l'Atlas tellien montagneux, de structuration alpine.

Les zones internes sont constituées d'un socle métamorphique, schisto-gneissique, d'une couverture paléo-mésozoïque, sédimentaire, et d'un flysch essentiellement gréso-pélitique.

Du pk 23,5 au 24,0 :

Sont observées les argiles et grès du Miocène inférieur (Burdigalien).

VII.4 Contexte Hydrogéologique :

Le principal cours d'eau dans La wilaya de Bejaia est l'oued Soummam qui est drainée par un réseau hydrographique dense, composé de nombreux cours d'eau permanents et intermittents dont l'oued Soummam représente le collecteur principal.

Des aquifères ont été distingués dans la région de la Soummam, notamment au niveau des alluvions en fond de vallée, des remplissages des cônes de déjection en piémont de la rive gauche, des formations calcaires karstiques du jurassique, des conglomérats du Miocène et des grès du Secondaire et du Tertiaire

VII.5 Risques Géologiques

La région de Bejaia-Bouira est d'une activité sismique assez élevée. Le séisme le plus connu est celui qui a affecté la région de Kherrata.

La carte de sismicité historique de l'Algérie la vallée de la Soummam sur plus de 100 km suivant une direction NE-SW à ENS-WSW, affecte des terrains quaternaires, témoignant ainsi de l'activité de cette faille, pouvant générer des séismes majeurs.

VII.6 Programme des essais géotechniques

Les essais in-situ et en laboratoire ont été projetés et réalisés y compris la prospection géophysique afin de mener les études du tracé et de la géométrie pour le projet de la Pénétrante.

Le but de cette compagne géotechnique est de :

- Analyser les caractéristiques physiques, mécaniques… des sols
- Concevoir le corps de chaussée
- Examiner la possibilité de réutilisation des déblais en remblais

VII.7 Présentation des essais

Les tableaux des essais in situ et en laboratoire sont résumées dans l'annexe.

Interprétation des résultats de la compagne d'investigation géotechnique

VII.7.1 Les essais in situ

VII.7.1.1 Description lithologique des sondages carottés :

Pour notre tronçon du PK 20+000 au PK 30 une compagne de 04 sondages carottée a été effectuée.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

TABLEAUX VII.1 : Description lithologique des sondages carottés

Sondage	Pk	Profondeur(m)	Description
SC-46-1	24+300	0,5～15,0	Grés
SC-47-1	25+620	0,5～6 6～15	Argile limoneous Conglomerat forme
RC-43-1	21+650	0,0～6,0 6,0～9,8	Argile limono-sableuse Alluvions grossiers
RC-47-1	25+200	0,5～4,2 4,2～6,5 6,5～10	Argile limoneuse Argile sableuse Alluvions grossieres

Commentaire :

D'après les résultats obtenus nous avons constaté que la zone de notre projet du PK 21 auPK 25 est constituée majoritairement d'Argile limoneuse. Avec certains des sableuse et des grés.

VII.7.1.2 Levés Piézométrique :

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

TABLEAUX VII.2 : résultats des levés Piézométrique

Référence	PK	Profondeur (m)	Niveau (m)
RC-43-1	21+650	10	9,30m
SC-47-1	24+160	15	5,50 m
RC-47-1	25+200	10	5,50m

Commentaire :

D'après les résultats on peut dire que la fluctuation du niveau d'eau éventuelle est attendue selon la pluviosité saisonnière ou le changement de relief des environs.

VII.7.I.3 Des Puits de reconnaissance :

Les forages de puits sont exécutés à la profondeur de 4m et leurs résultats sont présentés dans le tableau :

TABLEAUX VII.3 : Résultats des essais d'identification des sols pour les puits de reconnaissance

N°	PK	Prof. (m)	Description
PM-43-1	21+500	0,3～3,2	Marne fraibe brune
PM-44-1	22+000	0,4～3,2	Marne argileuse rougeâtre
PM-45-1	23+375	0,3～0,8 0,8～2,8	Marne argileuse brune Marne friable
PM-46-1	24+160	0,0～1,3	Argile sableuse rougeâtre
PM-47-1	25+620	0,4～3,2	Limon sableux et graveleux jaunâtre

Commentaire :

D'après les résultats on peut dire que la majorité c'est de marne avec certaine argile, en fonction de la profondeur.

VII.7.I.4 Sismique réfraction :

Rippabilité des sols par un bulldozer D355C3

LIGNE L2

TABLEAUX VII.4 Résultats de la Sismique réfraction

NATURE	VITESSE [m/s]	PROFONDEUR [m]	CLASSIFICATION PAR LES TABLES DE CATERPILAR
Couche superficielle	330-380	5,50-7,00	Meuble
Argile sableuse	1 040-1 200	/	Rippable
Terrain rocheux	2280-3 600	/	Marginal à non rippable
Arg sabl molle	920-1 330	8,60-12,0	Rippable

LIGNE L3

TABLEAUX VII.5 Résultats de la Sismique réfraction

NATURE	VITESSE [m/s]	PROFONDEUR [m]	CLASSIFICATION PAR LES TABLES DE CATERPILAR
Couche superficielle	210-530	0,82-3,33	Meuble
Argile + galet / sable + galet	640-1 180	6,29-10,47	Rippable

LIGNE 4 **TABLEAUX VII.6 Résultats de la Sismique réfraction**

NATURE	VITESSE [m/s]	PROFONDEUR [m]	CLASSIFICATION PAR LE TABLES DE CATERPILAR
Couche superficielle	170-600	0,87-3,53	Meuble
Limon argileux	620-1 100	6,00-14,85	Rippable
Argile limo-sableuse	1 200-1 510	7,40-10,60	Rippable
Terrain rocheux	2 000-3 300	/	Marginal à non Rippable

Commentaire :
Cet essai nous a permis d'apprécier la qualité de notre sol en fonction de la vitesse.
En se fiant aux vitesses obtenues par cet essai nous pourrons dire que c'est un sol un peut dur.

VII.7.2 Les essais in laboratoire

VII.7.2.1Essais de compression simple

TABLEAUX VII.7 Résultats des essais de compression simple

N°	Prof (m)	Lithologie	Rc (kN/m2)
SC-38-1	3,5~15	Marno-calcaires	44 100
SC-46-1	0,5~15	Grés	23 400
SC-47-1	6~15	Conglomérat	11 540
RC-43-1	2,4~2,7	Argile limono-sableuse	200
RC-47-1	3,7~4,0	Argile limoneuse	220

Commentaire :
D'après les valeurs indiquées dans le tableau, nous avons tiré une conclusion générale sur ce sol comme sol ayant une résistance à la compression faible.et dans la partie ou RC=200 et RC =220 presque nulle.

VII.7.2.2 Essais pour l'analyse granulométrique d'un sol :

PK 24+605

TABLEAUX VII.8 Résultats des essais géophysiques sur les échantillons prélevés des sondages

Prof(m)	D max (mm)	% > 31,5mm	% > 20mm	% > 10mm	% > 5mm	% > 0,4mm	% > 0,2mm	% > 0,08mm
3,65 ~3,90	6,3	100	100	100	97	89	85	79
7,75~8,20	2	100	100	100	100	84	71	52

Prof (m)	γd	γh	W	Sr	Limite d'Atterberg				
					WL	Wp	IP	IC	GTR
3,65 ~3,90	16,5	19,5	17,93	78,40	40	14	26	0,85	A3h
7,75~8,20	16,1	20,2	25,48	100	34	18	16	0,53	A2th

- L'analyse granulométrique et sédiment métrique donne la valeur de Dmax inférieure à 50mm à deux niveaux. A la profondeur entre 3,65 et 3,90m, le passage de 79% avec le tamis de 0,08mm indique un sol très ferme. La teneuren eau représente un sol à l'état hydrique humid.

VII.8 Classification selon GTR :

- A deux niveaux de profondeur, la densité sèche (γd) de $16 < \gamma d \leq 18$ kN/m3 indique un sol dense.
- Les indices de plasticité (lp) pour les deux niveaux de profondeur sont de 26 et de 16, ce qui représente une argile peu plastique à plastique.
- A deux niveaux de profondeur, la valeur de l'activité (Ac) est inférieure à 0,75. Les fractions fines du sol est donc en état inactivé et cela représente que le gonflement n'a pas lieu.

PK 25+950

TABLEAUX VII.9 Résultats des essais géophysiques sur les échantillons prélevés des sondages

Prof(m)	D max (mm)	% > 31,5mm	% > 20mm	% > 10mm	% > 5mm	% > 0,4mm	% > 0,2mm	% > 0,08mm
1,5~2,6	12,5	100	100	98	95	66	60	53

Prof (m)	γd	γh	W	Sr	Limite d'Atterberg				
					WL	Wp	IP	IC	GTR
1,5~2,6	12,5	100	100	98	95	66	60	53	A2th

- L'analyse granulométrique et sédimentométrique donne la valeur de Dmax inférieure à 50mm. Le passage de 53% avec le tamis de 0,08mm indique un sol très ferme. La teneur en eau représente un sol fin à l'état hydrique très humide.

Classification selon GTR :

- La densité sèche (γd) de $16 < \gamma d \leq 18$ kN/m3 indique un sol dense.
- Les indices de plasticité à deux niveaux sont de $12 < Ip \leq 25$. Cet indice caractérise une argile peu plastique.

VII.9 Remblais

Vu la faible quantité de déblai rencontre dans ce projet, la majore partie de matériau de remblai sera issu des gisements de sols.
Le gîte d'emprunt utilisée c'est de C1B5S situé à 2Km de notre tracé exactement à la commune de timezerit.

VII.9.1 Matériaux réutilisables en remblai

L'évaluation est menée moyennant les échantillons prélevés de déblais et de gîte d'emprunt pour déterminer la possibilité d'utilisation en remblai

VII.9.2 Résultats de calculs des échantillons prélevés de déblais

Tableau VII.10 : Paramètres des sols des échantillons prélevés de déblais

Désignation	Γ[kN/m3]	Cef[kPa]	Φef[°]
Materiaux en remblais	**19**	**25**	**20**

VII.9.3 RESULTATS des échantillons prélevés de GITE DEMPRUNT C1B5S

La formation en place géologiques C1B5S à donner les caractéristiques phiziques et mécaniques suivante :

Tableau VII.11 : Paramètre de sol en place C1B5S

Nom	Γ[kN/m3]	Cef[kPa]	Φef[°]
C1B5S	**18**	**113**	**38**

Après l'excavation et transport de cette formation le sol en place devinent sol remaniée à cet effet les caractéristiques initiales de la formation vont changer et diminuer

On a fixé les Nouvelles caractéristiques de sol remanier suivantes :

Tableau VII.12 : Paramètre de sol remaniée C1B5S

Désignation	Γ[kN/m3]	Cef[kPa]	Φef[°]
Materiaux en remblais	**18**	**40**	**25**

VII.10 Terrassements :

Les terrassements concernent toutes les opérations nécessaires aux travaux de mise en œuvre des remblais, déblai, décapage de la terre végétale et autres : la possibilité d'utilisation des matériaux en remblais, le décapage, l'équilibre des mouvements de terres ainsi que le matériel et les engins adaptés au terrassement.

VII.11 Décapage de la terre végétale

L'épaisseur de la terre végétale varie selon la nature des formations, le type et la densité de La végétation, la présence des terres agricoles ainsi que la pente du terrain. Etant donné que le projet est un ouvrage linéaire, qui traverse les différents terrains le long du tracé, on prévoit des variations significatives dans l'épaisseur de la terre végétale à décaper.
D'après les sondages carottés et les puits de reconnaissance, L'épaisseur de la terre végétale à décaper est de 0.3 m

VII.12 CONCLUSION :

D'après les résultats de l'investigation géotechnique on peut constater que la grande partie de notre sol est constitué des argiles marneuse et limoneuse. La réalisation d'une couche de forme est nécessaire avant la réalisation du corps de chaussée pour les sols de portance moyenne à mauvaise.

CHAPITRES VIII

DIMENSIENNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

VIII.1 Introduction

Un projet routier doit être conçu d'une manière qu'il puisse répondre à la fois aux objectifs techniques ainsi qu'économique et social du pays qu'à des objectifs de développement.
Une infrastructure qui répond à ces critères doit être dimensionnée d'une façon qu'elle résiste à la répétition de passages des véhicules sans se dégrader rapidement.
Le dimensionnement d'une chaussée c'est de choisir les matériaux nécessaires ayant les caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs de chaque couche ; pour avoir un corps de chaussée qui tient durant la période de vie de l'infrastructure.

VIII.2 Les principes méthodes de dimensionnements

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

- Méthode du catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).
- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio). Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser les deux méthodes.

VIII.3 Classification de la zone d'étude

Selon la carte climatique de l'Algérie donnée par le catalogue de dimensionnement des chaussée neuves, la wilaya de Bejaïa est classée en zone **I.**

VIII.4 La température équivalente

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, la température équivalente de la wilaya de Bejaïa qui correspond à la zone I est de 20 °C.

VIII.5 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu, caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux).

- Matériaux : traités au bitume (GB, BB), non traités (GNT, TVO…)
- Trafic : classé selon le nombre de (Pl /j/sens) à l'année de la mise en service.
- Portance du sol support : selon l'indice CBR.
- Climat : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

VIII.5.1 Détermination du type de réseau principal

La Liaison Autoroutière reliant le port de Bejaia à l'Autoroute Est-Ouest présentent un intérêt économique et stratégique et qui supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules /jour. Donc le réseau principal est RP1 :

7895.6 v/j donc > à 1500 v/j

Volume de trafics

Donnée de trafic

- L'année de mise en service 2024
- TJMA2024=7895.6 **V /j**
- PL = 55%.
- i : taux d'accroissement 4%

VIII.5.2 Répartition de Trafic poids lourds (TPL)

- La répartition de trafic sur chaque sens est dissymétrique telle que le sens le plus charge reprend (2/3) de trafics totale (TJMA).

- La voie la plus chargée étant celle de droite elle reprend 80% du trafic poids lourd.
- Calcule de trafic poids lourd sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service

TPL = trafic total de la direction la plus sollicitée (TJMA) x pourcentage total de poids lourdsx pourcentage de poids lourds sur la voie droite.

$$TPL = TJMA2024 \times \%PL \times 80\%$$

TPL2024 = 7895.6 × 0.55 × 0.80
TPL2024 =3474.06 PL/j/sens.

VIII.5.3 Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic du poids lourds par jour par sens sur la voie la plus chargé à l'année de mise en service.

Tableau VIII.1: Classes de trafic

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

Le trafic du poids lourds par jour par sens sur la voie la plus chargé à l'année de mise en service est TPL2024=3474.06 PL/J/sens, Donc la classe de trafic est TPL7

VIII.5.4 Le trafic Cumulé des poids lourds TCi :

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

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

Tel que :

- n ;durée de vie vie , n=20 ans
- I : taux d'accroissement, i=3.18

$$T\,Ci = 3474.06 * \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} * 365$$

TCi = $37.78 * 10^6$ PL/J/sens

VIII.5.5 Le trafic équivalent cumulé :

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

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

Tel que :

- **A** : coefficient d'agressivité des poids lourds Ce coefficient est donné dans le tableau suivant selon réseau principal et type de matériaux

Tableau VIII.2 : valeurs du coefficient d'agressivité

Réseau national	Structures de chaussée	Coefficient d'agressivité (A)
	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/Tuf GB/SG	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants : GL/GL, BCG/GV	1
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, Tuf/Tuf, SG/SG, AG/A	0.4
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0.6

Pour notre projet on a RP1 et Chaussée à matériaux traités au bitume donc A=0.6

TCEi =3474.06 * $\frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04}$*0.6 *365

TCEi =22.67*10^6

TCEi = 22.66× 10∧6 Essieu équivalent de 13t

VIII.5.6 Classe de portance du sol pour le dimensionnement :

$$E\,(MPA) = 5 \times I\,\text{CBR}$$

Pour notre cas, on a un CBR=4 alors E=20MPA,

Tableau VIII.3 : portance du sol en fonction du CBR

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

Dans le cadre de notre tronçon (PK20 au PK30), les sols recensés ont un indice CBR de 4 dans la majorité des cas, la classe de portance est donc S4.

notre sol doit être surclassé (S4 ⟶ S2), selon le catalogue CTTP suggère une couche de forme de 60 cm de Tuf réalisée en deux couches.

VIII.6 Dimensionnement de la structure de chaussée

VIII.6.1 Données d'entrées du dimensionnement

- Zone climatique : I
- Durée de vie : 20 ans
- Température équivalent : 20°C
- CBR = 4 %
- Module E=20 MPA
- Portance de sol-support : S4
- Risque de calcul : 2%
- Coefficient d'agressivité : A = 0.6
- Trafic TPL7

VIII.6.2 Choix de dimensionnement :

- ✓ Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique I, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL7).
- ✓ Avec toutes ces données, le catalogue de Dimensionnement de Chaussées neuves [CTTP 2001] propose la structure suivante :

- ❖ Couche de roulement : BB =8 cm.
- ❖ Couche de base : GB = 14 cm.
- ❖ Couche de fondation : GB= 15 cm.
- ➢ Selon le catalogue CTTP suggère une couche de forme de 60 cm de Tuf réalisée en deux couches

8BB
14 GB
15 GB

La structure de chaussée adoptée (CTTP)

VIII.7 Calcul de la déformation admissible

VIII.7.1 Déformation admissible sur le sol support (ξz, adm) :

Ɛz, adm = 22.10^-3 × (TCEi) ^ -0.235 (Selon le guide Algérien)

Ɛz, adm = 22. 10^{-3} × (22.67*10^{6}) ^ -0.235

Ɛz, adm 4.11 x 10-4

Ɛz, adm =411μ **d e f**

VIII.7.2 Calcul des sollicitations admissibles des matériaux :

Tableau : VIII.4 Performances mécaniques des Matériaux bitumineux

	E (20°C,10HZ) en (MPA)	E (10°C,10HZ) en (MPA)	ε6 (10°C, 25HZ) 10-6	-1/b *	SN	SH(cm)	U	Kc
BB	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Ɛt, adm = Ɛ6 (10°,25Hz) × kne × kϴ × kr × kc

- ε6 : déformation limitée à 106 cycles
- .b : pente de la droite de fatigue (b<0)egale a b=-0.146
- t : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque (r=2%) adopté égale t=-2.054
- E (10°c) : module complexe du matériau bitumineux à 10c
- E(θ eq) : module complexe du matériaux bitumineux à la température équivalente

δ : en fonction de dispersion ;

- SN : dispersion sur la loi de fatigue ;
- Sh : dispersion sur les épaisseurs ;
- c : coefficient égale à 0,02 ;
- Kc : coefficient de calage (Kc=1,3)
- Ks : défaut de portance de PFi

Avec

$kne = \left(\frac{TCEI}{10^6}\right)^b \longrightarrow$ ***Kne= 0.64***

$k\,\theta = \sqrt{E(10°C.\,10\ Hz)/E(\theta eq;\ 10Hz)}$

$k\,\theta = \sqrt{\frac{12500}{7000}}$ alors $\boldsymbol{k\,\theta}$ **=1.34**

$\delta = \sqrt{SN^2 + (C/B \times SH)^2} \longrightarrow \delta = \sqrt{0.45^2 + (0.02/0.146 \times 3)^2}$ alors **δ =0.61**

$K\,r = 10^{-tb\delta} \longrightarrow K\,r = 10^{-(-2.054\times-0.146\times0,609)}$ alors $\boldsymbol{K\,r}$ **=0.67**

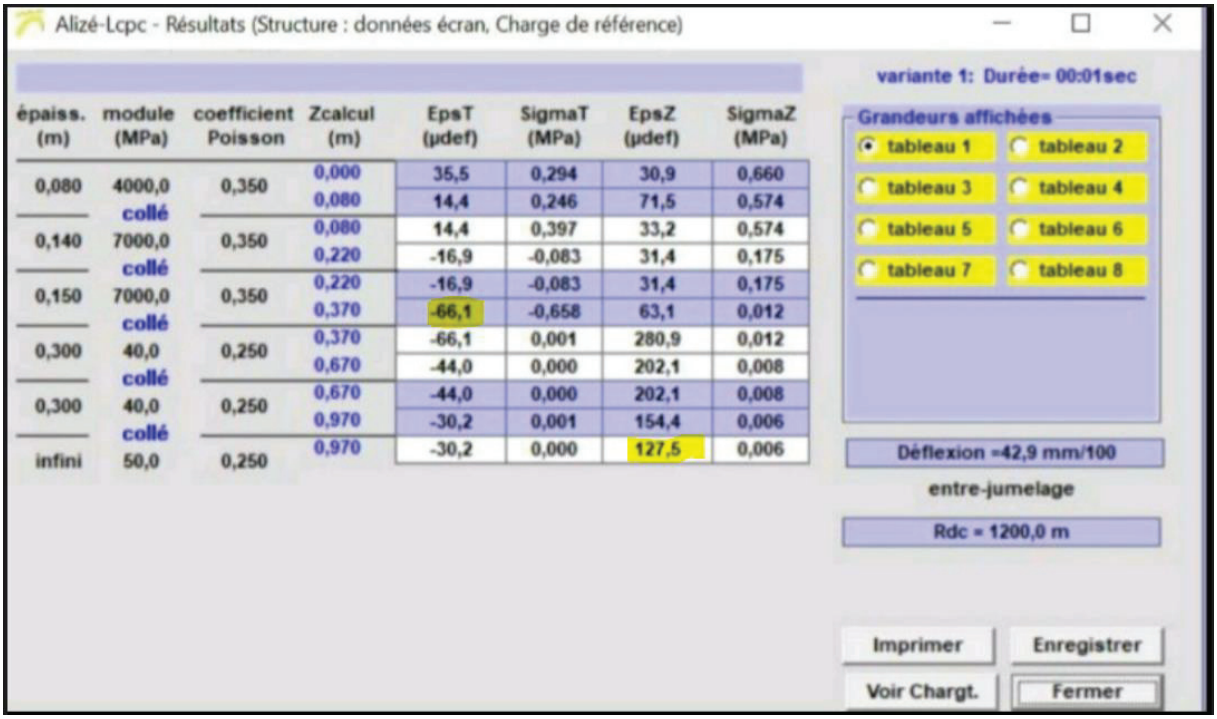
Ɛt, adm = Ɛ6 (10°, 25Hz) × kne × kϴ × kr × kc

Ɛt, adm = 100 × 10-6 × 0.64× 1.34 × 0.67 x 1.3

Ɛt, adm =7.5110^{-5}

Ɛt, adm =75.1μ **d e f**

VIII.8 Calcul des sollicitations avec ALIZE-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	35,5	0,294	30,9	0,660
	collé		0,080	14,4	0,246	71,5	0,574
0,140	7000,0	0,350	0,080	14,4	0,397	33,2	0,574
	collé		0,220	-16,9	-0,083	31,4	0,175
0,150	7000,0	0,350	0,220	-16,9	-0,083	31,4	0,175
	collé		0,370	-66,1	-0,658	63,1	0,012
0,300	40,0	0,250	0,370	-66,1	0,001	280,9	0,012
	collé		0,670	-44,0	0,000	202,1	0,008
0,300	40,0	0,250	0,670	-44,0	0,000	202,1	0,008
	collé		0,970	-30,2	0,001	154,4	0,006
infini	50,0	0,250	0,970	-30,2	0,000	127,5	0,006

Fig.VIII.1. Résultats de la simulation à l'aide d'Alizé LCPC

Tableau : VIII.5 Comparaison des déformations admissibles

	Déformations calculées	Déformations admissibles
εz (Sol support)	127.5×10^{-6}	411×10^{-6}
εt (à la base de GB)	66.1×10^{-6}	75.1×10^{-6}

D'après le tableau de comparaison des déformations, on remarque que :

$$\varepsilon z < \varepsilon z,adm \text{ et } \varepsilon t < \varepsilon t,adm$$

D'après les résultats du tableau ci-dessus toutes les valeurs des déformations sont vérifiées, notre choix de structure reste **8BB + 14GB + 15 GB + 60 Tuf** en deux couches de 30m. Donc notre structure est vérifiée.

VIII.9 CONCLUSION :

Dans notre projet le corps de chaussée retenue est celui de la méthode de catalogue Algérienne.

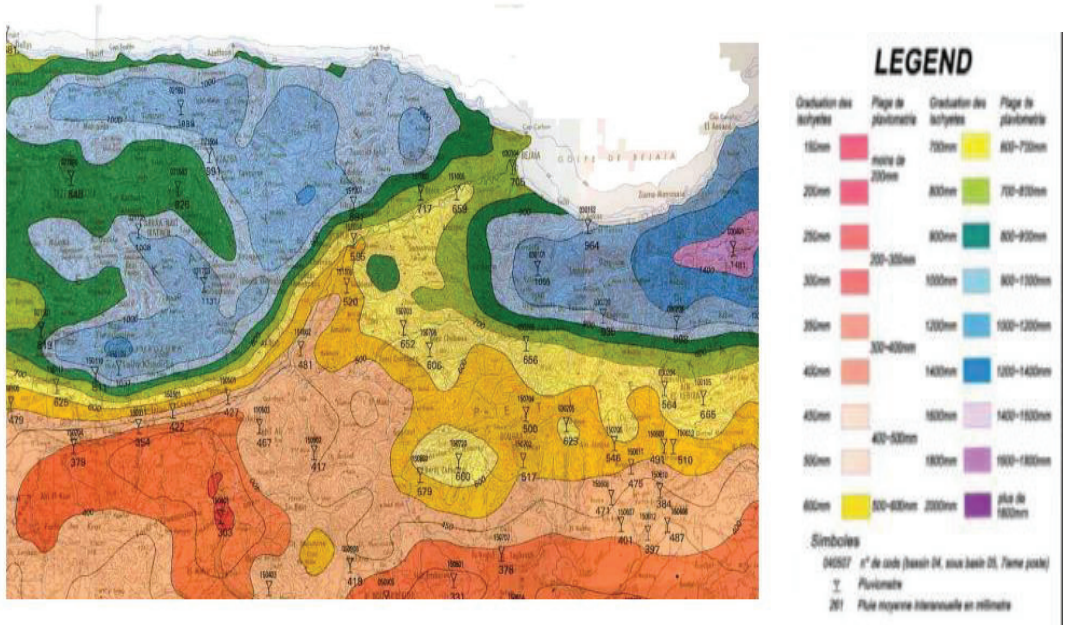
La méthode de catalogue algérienne tient également compte des conditions climatiques de l'Algérie, telles que les variations de température, l'humidité, les précipitations et les caractéristiques du sol. Cela garantit que le corps de chaussée est capable de résister aux contraintes imposées par le climat local, ce qui contribue à sa durabilité à long terme.

CHAPITRE IX

ETUDE HYDROLOGIQUE ET ASSAINISSEMENT

IX.1 Introduction

L'étude hydrologique explicite la méthodologie appliquée qui a servi à la détermination des éléments des crues présumées véhiculées par les bassins ou sous-bassins versants drainant les points de franchissement par des ouvrages hydrauliques.
Les niveaux d'eau et les coupes des ouvrages projetés définis sur la base de l'étude Hydrologique conditionnent la conception des ouvrages courants et les ponts, Les Reconnaissances du site visant à vérifier les formes des oueds et les ouvrages
D'assainissement existant aident à planifier les ouvrages avec plus d'attention pour les oueds Susceptibles de connaître l'inondation.
Les débits de crues résultant de cette étude hydrologique ont été établis pour des périodes de Retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans.
Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l ' Agence Nationale des Ressources Hydriques (A N R H).
Fréquences allant de 0,9 à 0,99 (qui correspondent aux périodes de retour de 10 à 100 ans)



FiguresIX.1 : Carte des précipitations annuelles moyennes (BEJAIA) (extrait de la carte établie par l'A, N, R, H en 1993)

IX.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement :

L'étude hydrologique consiste à la détermination des débits de crue de chaque écoulement qui franchit le tracé routier. Par conséquent, tous les Oueds doivent être rétablis par des ouvrages hydrauliques (ponts, dalots et buses…)

.

IX.3 Estimation des débits de crues :

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

Qa = Qs ;

Avec

- Qa : débit d'apport en provenance du bassin versant (m3 /s).
- Qs : débit d'écoulement au point de saturation (m3 /s).

IX.3.1 Débits d'apports :

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

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

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

Remarque :

D'après SETRA, la formule : Qa=K.C.I. A est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :

- En (m3 /s) valable pour : I en (mm/h), A en (km2) et K= 0.278.
- En (l/s) valable pour : I en (mm/h) ; A en (ha) et K= 2.78. NB :
- Les buses et les fossés seront dimensionnés pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans

IX.3.1.1 Temps de concentration :

- La formule de VENTURA lorsque A < 5 km² :

$$tc = 0.127 \times \sqrt{A/P}$$

- La formule de PASSINI lorsque 5km² ≤ A < 25 km² :

$$tc = 0.108 \times (\sqrt[3]{A}.L/\sqrt{P})$$

- La formule de GIANDOTTI lorsque 25 km² ≤ A < 200 km² :

$$tc = (1.5L + 4\sqrt{A})/0.8\sqrt{H}$$

Avec :

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

IX.3.1.2 Coefficient de ruissellement :

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

TableauIX.1 : les Coefficient de ruissellement

Types de chaussés	C	Valeurs prises
Chausse revêtement en enrobes	0.8 à 0.95	**0.95**
Accotement (sol légèrement perméables)	0.15 à 0.40	**0.40**
Talus	0.10 à 0.30	**0.30**
Terrain naturel	**0.05 à 0.20**	**0.20**

IX.3.1.3 Intensité de pluie I(t)

La détermination de l'intensité de la pluie par la formule de Montana :

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

Avec :

- I(t,T) : Intensité de pluie exprimée en mm/h
- T : période de retour exprimée en années
- t =Tc : temps de l'averse égal au temps de concentration (h)
- « a » et « b » : paramètres de Montana avec b=0.58.

Le paramètre « a » pour les différentes fréquences sont :

Tableau IX.2 : Valeurs du paramètre de montana « a »

T(ans)	10	50	100
a (t)	17.37	23.16	25.80

IX.3.2 Estimation des débits de saturation Qs :

Le calcul du débit est déterminé par la formule de Manning Strickler.

$$Q\,s\ = K\,s\,t\,.I^{1/2}.\,R\,H^{2/3}\,.\,S\,m$$

- Qs: Débit de saturation m3 /s.
- I : pente longitudinale de l'ouvrage.
- RH: Rayon hydraulique = (surface mouillée/ périmètre mouillée).
- Sm: surface mouillée (m²).
- Kst: coefficient de rugosité qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage Tel que :
- Paroi en terre : Kst = 40.
- En buses métalliques : Kst= 40.
- Maçonneries : Kst=50.
- Bétons (Dalots) : Kst= 70.
- Buses préfabriquées (bétons) : Kst = 80.

Pour que l'ouvrage soit capable d'acheminer l'eau de ruissellement en toute sécurité, il faut vérifier que : **Qa ≤ Qs**

IX.4 Application sur notre projet :

Le traitement cartographique consiste à traiter les données de la carte topographique par un logiciel approprié Global Mapper pour la délimitation des bassins versants et la détermination des principales caractéristiques morphométriques de ce dernier (superficie S, longueur du Thalweg Ice, altitude maximale Hmax, altitude minimale Hmin, et pente longitudinale du Thalweg I).

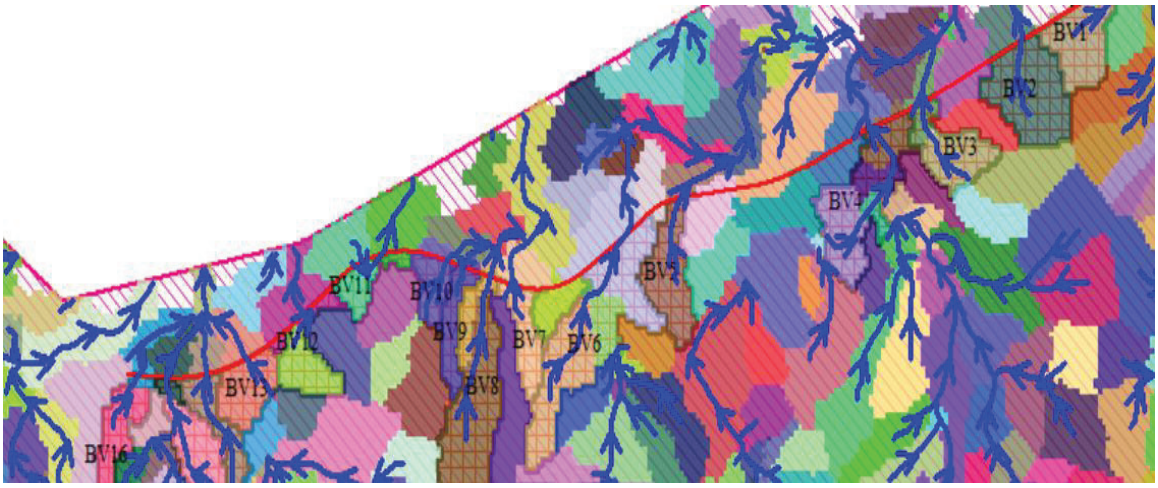


Figure IX.2 : Délimitation des bassins versants avec Global Mapper

IX.4.1 Délimitation des bassins versants avec Global Mapper :

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques physiques des bassins versant :

Tableau IX.3 : Caractéristiques physiques des bassins versants

N° BV	PK	S [Km2]	P[Km]]	Hmax [m]	Hmin [m]	Hmoy [m]	DS[-]	L [Km]	I[m/m]
1	21+019	1,23	4,81	430	112,50	271,25	317,50	3,46	0,09
2	21+400	0,07	1,17	235	114,30	174,65	120,70	0,47	0,26
3	21+765	0,20	2,04	315	114,30	214,65	200,70	0,85	0,24
4	22+995	0,19	2,01	315	132,30	223,65	182,70	0,58	0,32
5	23+303	0,04	0,88	250	157,40	203,70	92,60	0,31	0,30
6	23+608	0,33	2,40	315	132,00	223,50	183,00	0,75	0,24
7	24+504	0,11	1,43	247	169,80	208,40	77,20	0,55	0,14
8	24+849	1,57	5,38	450	118,00	284,00	332,00	2,08	0,16
9	25+258	0,30	2,30	250	119,00	184,50	131,00	0,95	0,14
10	25+995	2,57	7,24	482	124,00	303,00	358,00	2,03	0,18
11	26+400	0,41	2,76	300	113,50	206,75	186,50	0,83	0,22
12	27+677	0,04	0,88	200	127,80	163,90	72,20	0,28	0,26
13	27+934	0,17	1,97	345	128,10	236,55	216,90	0,77	0,28
14	28+575	0,26	2,51	270	158,20	214,10	111,80	0,84	0,13
15	29+277	1,93	6,41	335	132,00	233,50	203,00	1,80	0,11
16	29+794	3,03	12,33	1058	140,70	599,35	917,30	5,30	0,17

Avec :

- S (km2) : Surface (km2)
- P (km) : Périmètre (km)
- L (km) : Longueur du cours d'eau principal
- H,max(m) : Altitude max
- H,min(m) : Altitude min
- H,moy(m) :[(Hmax+Hmin)/2] :Altitude moyenne
- Ds : dénivelée spécifique (-)
- I : Indice de pente (m/m)

IX.4.2 Résultats de calcul des débits de notre projet :

Le tableau ci-dessous résume les résultats des calculs des débits pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans :

Tableau IX.4 : Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans

N° BV	PK	S [Km2]	P [Km]	Formule Tc	Q10 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)
1	21+019	1,23	4,81	0,46	4,62	7,31	8,50
2	21+400	0,07	1,17	0,07	0,91	1,45	1,68
3	21+765	0,20	2,04	0,12	1,82	2,88	3,34
4	22+995	0,19	2,01	0,10	1,92	3,05	3,54
5	23+303	0,04	0,88	0,05	0,66	1,04	1,21
6	23+608	0,33	2,40	0,15	2,58	4,09	4,75
7	24+504	0,11	1,43	0,11	1,02	1,62	1,89
8	24+849	1,57	5,38	0,40	6,51	10,30	11,98
9	25+258	0,30	2,30	0,19	2,02	3,19	3,71
10	25+995	2,57	7,24	0,48	9,39	14,87	17,29
11	26+400	0,41	2,76	0,17	2,91	4,61	5,36
12	27+677	0,04	0,88	0,05	0,63	0,99	1,15
13	27+934	0,17	1,97	0,10	1,72	2,73	3,17
14	28+575	0,26	2,51	0,18	1,81	2,86	3,33
15	29+277	1,93	6,41	0,53	6,70	10,61	12,33
16	29+794	3,03	12,33	0,53	10,45	16,53	19,22

IX.5 Système de drainage transversal :

- Les buses qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est faible, elles sont dimensionnées pour des périodes de retour de 10ans.
- Les dalots pour un volume important, qui sont dimensionnés pour des périodes de retour de 50ans
-

IX.6 Dimensionnement des buses

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débde saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que Qa soit inférieur à Qs, donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition.

IX.6.1 Exemple de calcul :
Calcul du diamètre de la buse :

Pour BV N°=7 : S=0.11 Km2 ; L=0.55Km ; Tc=0.11h ; I10=62.48mm/h ; Q10= 1.02m3/s.

Pour le dimensionnement des buses
On prend **: Qa = Qs**
Donc la formule de Manning - Strickler deviendra :

$$\mathbf{Qa = Qs = Sm \times Kst \times RH^{2/3} \times I^{1/2}}$$

Avec :
- Sm = π.R² ;
- Pm = 2.π.R ;
- RH = R/2 ;
- R : rayon de la buse.

Donc on aura cette formule pour tirer R :

$$\mathbf{Qa = (\pi.R^2).Kst.\ (R/2)^{2/3}\ I^{1/2}}$$

On prend la pente de l'ouvrage hydraulique à I =1%

$$R = \left(\frac{Qa}{kst.\pi 00.5^{2/3} I^{1/2}}\right)^{3/8}$$

$$R = \left(\frac{1.02}{80.\pi 00.5^{2/3} 0.01^{1/2}}\right)^{3/8}$$

R= 0.3576 m=357.6mm

Le débit est assuré pour un diamètre : Ø = 2R = 715.2mm
Donc pour le BV N°=7, on prend une buse de diamètre **Ø =1200mm**

IX.6.2 Conditions d'auto-curage :
Dans le cas des eaux pluviales, les conditions d'auto-curage à vérifier sont les suivantes :
- V >0.6m/s pour Q = 0.1 Qps
- V > 0.3m/s pour Q = 0.01 Qps

Pour le calcul de Qps on utilise la formule de Chezzy :

$$\mathbf{Qps = kst\ S.RH^{2/3} \times I^{1/2}}$$

Qps = $80(1.2/4)^{2/3}\ \pi\ .1.2^2/\ 4\times 0.01^{1/2}$. = 4 m3 /s.
Vps = Qps/ S = $4x\ 4/\ \pi\ x\ 1.2^2$ = 3.53 m3 /s.
Q/ Qps = 0.1 ➔ V /Vps = 0.64 ➔ V = 2.26 m/s > 0.6 m/s ➔ Condition Vérifiée.
Q /Qps = 0.01 ➔ V/ Vps = 0.32 ➔ V = 1.129 m/s > 0.3 m/s ➔ Condition Vérifiée.

IX.7 Dimensionnement des dalots :
La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

Les dimensions des dalots sont en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées.

IX.7.1 Exemple de calcul :

Pour BV N°=8 : S = 1.57 Km² ; L =2.08Km ; Tc = 0.40h ; I50 = 39.40mm/h ; Q50 = 10.3m3/s

Pour le dimensionnement des dalots,

on prend : **Qa = Qs ;**

Donc la formule de Manning - Strickler deviendra :

$$Qa = Qs = Sm \times Kst \times RH^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Sm = 0.8 \times H \times B \; ; \; Pm = 1.6 \times H + B \; ;$$

$$RH = 0.8H\,B / 1.6.H+B$$

$$H=\frac{1}{0.8.B}\left(\frac{Qa}{kstI^{1/2}}\right)1^{3/5}(1.6H+B)\,1^{2/5}$$

On fixe B = 2.5m et par calcul itératif, on trouve : H = 2m ; Alors on prend un dalot de 2m de hauteur et 2.5m de largeur (2.5m×2m).

$V = Q / Sm$ = 10.3 /4 = 2.575 m/s < 4m/s. ➔ Vérifiée.

$Hc = \sqrt[3]{Q^2/gb^2} < H$ ➔ Hc = $\sqrt[3]{10.3^2/9.81.2.5^2}$ = 1.2 m < H =2m ; ➔ Vérifiée.

Tableau IX.5 : Dimensionnement des dalots et des buses

N° BV	*PK*	*S (km2)*	*Q100ans (m3/s)*	*Pente OH (m/m)*	*Type OH*	*Dim*
1	*21+019*	*1,23*	*8.5*	*0.01*	*Dalot*	***2.2***
2	*21+400*	*0,07*	*1.68*	*0.01*	*Buse*	***1200***
3	*21+765*	*0,20*	*3.34*	*0.02*	*Buse*	***1200***
4	*22+995*	*0,19*	*3.54*	*0.02*	*Buse*	***1200***
5	*23+303*	*0,04*	*1.21*	*0.01*	*Buse*	***1200***
6	*23+608*	*0,33*	*4.75*	*0.01*	*Buse*	***1500***
7	*24+504*	*0,11*	*1.89*	*0.01*	*Buse*	***1200***
8	*24+849*	*1,57*	*11.98*	*0.05*	*Dalot*	***2.5.2***
9	*25+258*	*0,30*	*3.71*	*0.01*	*Buse*	***1200***
10	*25+995*	*2,57*	*17.29*	*0.01*	*Dalot*	***2.2***
11	26+400	0,41	5,36	0,02	buse	**1500**
12	*27+677*	*0,04*	*1,15*	*0,01*	*buse*	***1200***
13	*27+934*	*0,17*	*3,17*	*0,01*	*buse*	***1200***
14	*28+575*	*0,26*	*3,33*	*0,01*	*buse*	***1200***
15	*29+277*	*1,93*	*12,33*	*0,005*	*dalot*	***3X2***
16	***29+794***	***3,03***	***19,22***	***0,01***	***dalot***	***2,5x2***

IX.8 Dimensionnement d'un fossé

IX.8.1 Estimation des débits d'apport :

IX.8.2 Surface de l'écoulement :

On considère la présence des éléments (TPC ; chaussée, BAU, Accotement) en calculant le débit d'apport pour chaque élément et le débit total sur leurs sections respectives.

$$Qa = QTPC + QCh + QBAU + Qacc$$

Avec :

- QTpc = K.I.Ct.At ➔ Débit rapporté par Tpc.
- Qch = K.I.Cch.Ach ➔ Débit rapporté par la chaussée.
- QBAU = K.I. CBAU.ABAU➔ Débit d'apport de la BAU.
- Qacc= K.I.Cb.Ab ➔ Débit rapporté par l'accotement.

Pour les coefficients de ruissellement et la largeur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau IX.6 : les coefficients de ruissellement et la largeur

Type de chaussée	C. ruissellement (m)	la largeur (m)
TPC	0.4	1.5
Chaussée	0.95	10.5
BAU	0.4	3
l'accotement	0.4	1

Pour : L=322.22 m (Selon notre profil en long)

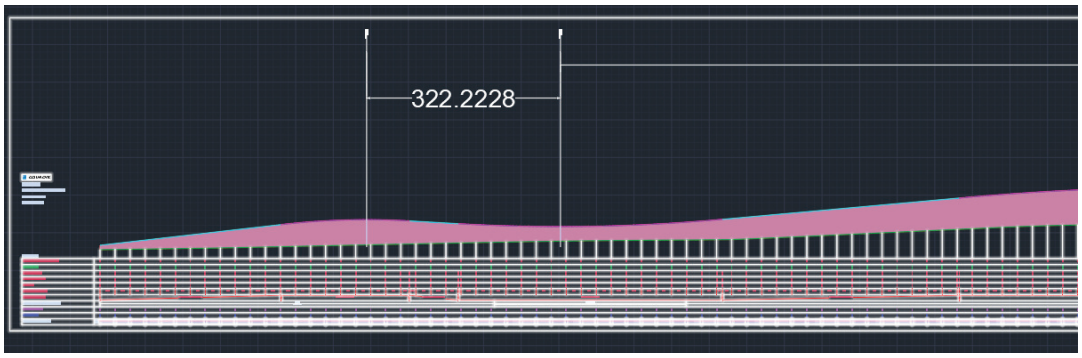


Figure IX.3: la longueur dans profil en long

IX..8.3 Exemple de calcul de débit :

Pour BV N°=2 :

TPC : P =0.57% ; C =0.4 :

TPC = 322.22 x 1.5 = 0.4833 10^{-3} Km².

Tc = 0.127 x √ 0.07/ 0.57

Tc =0.04 h

La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans. Donc :
a(T) = 17.37 ; et b = 0.58

$$\mathbf{I(t,T) = a\,(T)/\ t^{b} = 17.37/0.04^{0.58}}$$

I(t,T) = 112.35 mm/h.

$$\mathbf{QTpc = K.I.Ct.At}$$

$QTpc = 0.278 \times 112.35 \times 0.4 \times 0.483310^{-3}$
$QTpc = 6\ 10^{-3}$

Tableau IX.7 : les résultat des calcul des caractéristique de chaussée

SBV	Surface (Km^2)	Pente	C(m)	Tc (h)	It (mm/h) (10ans)	Qa (m^3/s)
TPC	$0.4833\ 10^{-3}$	0.57	0,4	0,04	112.35	**0.006**
Chaussés	3.3810^{-3}	0.57	0,95	0,04	112.35	**0,1**
BAU	0.96710^{-3}	0,57	0,4	0,04	112.35	**0,01**
Accoutement	$\mathbf{0.32210^{-3}}$	**0,57**	**0,4**	**0,04**	**112.35**	**0.004**

Donc : Qa = QTPC + QCh+ QBAU + Qacc = 0.OO6+ 0.1 + 0.01 + 0.004 = 0.12 m3/s.

- Calcul du débit de saturation :

Manning –Strickler peut s'appliquer :

$$\mathbf{Q=1/nRh^{2/3}\ I^{1/2}\ Sm}$$

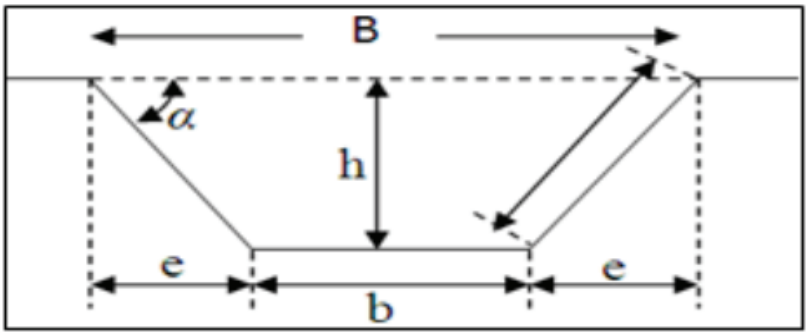


Figure IX.4: schéma d'un fossé trapézoïdal

Pour Le dimensionnement du fossé on a :

$$\mathbf{Q=1/nRn^{2/3}\ I^{1/2}\ Sm}$$

- Sm : la surface mouillée
- $\boldsymbol{S\,m} = (\boldsymbol{b} + \boldsymbol{m}\,.\,\boldsymbol{h}) = 0.75\ m^2$ tel que m=e/h
- $\boldsymbol{P\,m} = \boldsymbol{b} + \mathbf{2}\,\boldsymbol{h}\,\sqrt{\mathbf{1}} + \boldsymbol{m}^2 = 2.4$ m
- Rn= 0.3m
- n = 0.017

$\mathbf{Q=1/nRn^{2/3}\ I^{1/2}\ Sm} \Longrightarrow$ $Q=1/0.017\ 0.29^{2/3}\ 0.57^{1/2}\ 0.75$
Q=14.86 m3/s

Ona **Q fossé > QT**
Donc le débit d'apport est nettement inférieur à celui de saturation, ce qui signifie que les dimensions du fossé proposées sont largement suffisantes pour faire passer les apports du bassin versant.
Donc pour assurer la sécurité et faciliter l'entretien de notre infrastructure, On propose des fossés de dimensions : (b=50cm, h=50cm).

IX.9 Conclusion :

Le réseau d'assainissement doit maîtriser les eaux (ruissellement et pluviales) pour éviter d'obstruer l'écoulement des eaux des bassins versants naturels, et pour permettre la collecte et l'acheminement des eaux de ruissellement de la plateforme jusqu'à leur point d'évacuation.
Les ouvrages hydrauliques présentés ci-dessus sont des ouvrages qui permettent de collecter les eaux de ruissellement, les différents ouvrages transversaux et longitudinaux ont été dimensionnés en fonction du débit et de la période de retour pour évacuer ces eaux vers des exutoires et ainsi assurer la pérennité de l'infrastructure.

CHAPITRE X

ETUDE DE STABILITE ET CUBATURES

X.1 Introduction

La stabilité d'un remblai fait référence à sa capacité à résister aux forces externes et internes qui pourraient provoquer un glissement, un affaissement ou un effondrement du sol. Il est important de comprendre et de prendre en compte les facteurs qui influencent la stabilité d'un rappel afin de garantir la sécurité et la durabilité de la structure construite. La stabilité d'un talus est déterminée d'abord par son angle d'inclinaison mais aussi par une série de paramètres (nature du talus, humidité, etc.). Dans le cas d'un talus non stable, il peut se produire un glissement de terrain ou rupture de talus.

X.2 Calcul de la stabilité de pente

Cas des Remblais :

La vérification a été faite avec le logiciel GEO5 , le remblai le plus défavorable objet de la vérification est de 13.69m de hauteur, situé au PK 27+625

X.2.1 Données d'entrée

Interface

TableauX.1 : Coordonnées des points de l'interface [m]

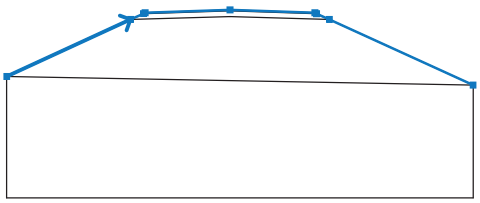
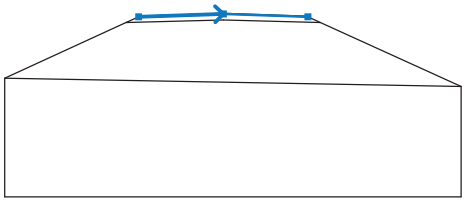
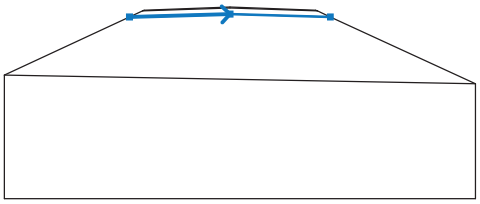
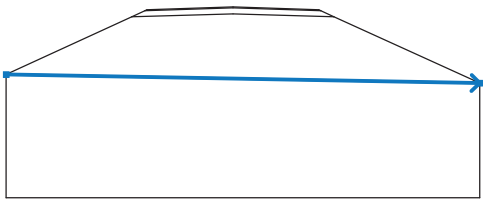
Num.	Placement de l'interface	Coordonnées des points de l'interface [m]					
		x	z	x	z	X	Z
1		0,00	0,00	21,91	10,10	24,20	11,16
		24,50	11,30	39,50	11,82	54,50	11,30
		54,81	11,15	57,08	10,11	82,50	-1,50
2		24,20	11,16	39,50	11,67	54,81	11,15
3		21,91	10,10	39,51	10,60	57,08	10,11
4		0,00	0,00	82,50	-1,50		

Tableau :X.2 Paramètres des sols - état de contraintes effectives

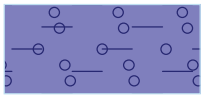
Num.	Nom	Echantillon	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	Γ [kN/m3]
1	TOUT-VENANT		35,00	40,00	18,00
2	REMBLAIS		25,00	40,00	18,00
3	MARNE		17,00	40,00	21,00

Tableau X.3 : Paramètres des sols - soulèvement hydraulique

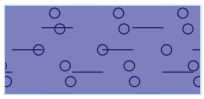
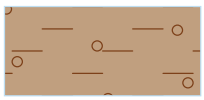
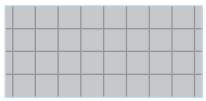
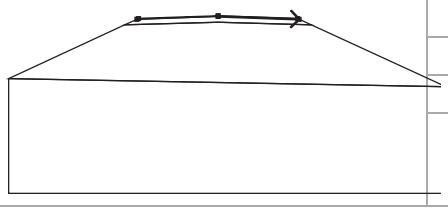
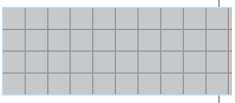
Num.	Nom	Echantillon	γsat [kN/m3]
1	TOUT-VENANT		21,34
2	REMBLAIS		21,34
3	MARNE		23,23

Tableau X.4 : modele Solide

Num.	Nom	Echantillon	Γ [kN/m3]
1	BB+GB2+GB3		20,00

X.2.2 Assignation et surfaces

Tableau X.5 : Coordonnées des points de la surface [m]

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Sol
		X	z	x	z	Assigné
1		39,50	11,67	54,81	11,15	BB+GB2+GB3
		54,50	11,30	39,50	11,82	
		24,50	11,30	24,20	11,16	

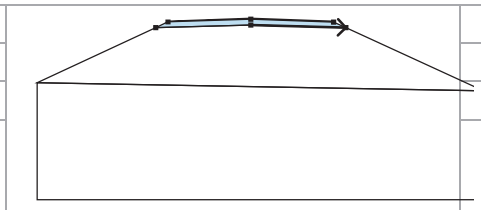
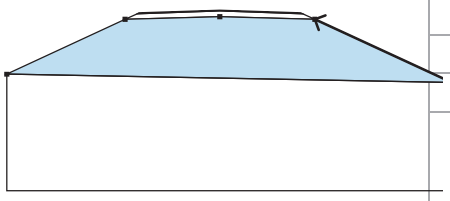
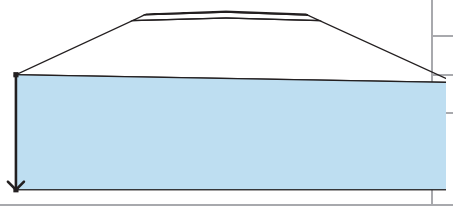
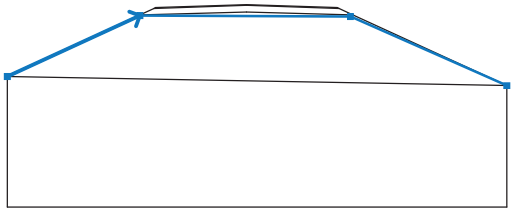
2		39,51	10,60	57,08	10,11	TOUT-VENANT
		54,81	11,15	39,50	11,67	
		24,20	11,16	21,91	10,10	
3		82,50	-1,50	57,08	10,11	REMBLAIS
		39,51	10,60	21,91	10,10	
		0,00	0,00			
4		0,00	0,00	0,00	-21,50	MARNE
		82,50	-21,50	82,50	-1,50	

Tableau :X.6 Placement de la nappe phréatique

Num.	Placement de la nappe phréatique	Coordonnées des points de la nappe phréatique [m]					
		x	z	x	Z	x	z
1		0,00	0,00	21,91	9,99	56,68	9,86
		82,50	-1,51				

Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

Séisme

Coefficient d'accélération horizontale : K_h = 0,1250
Coefficient d'accélération verticale : K_V = 0,0375

X.3 Paramètres du calcul de la phase1

Situation de calcul : Permanente

Résultats (Phase de construction 1)

X.3.1 Calcul 1 (phase 1)

Surface de glissement circulaire

TableauX.7 Paramètres de la surface de glissement phase1.1

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	11,71	[m]	Angles :	α_1 =	-17,48	[°]
	z =	35,86	[m]		α_2 =	49,89	[°]
Rayon :	R =	37,36	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.3.1.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Somme des forces actives : F_a = 2748,64 kN/m
Somme des forces passives : F_p = 3397,02 kN/m

Moment de glissement : M_a = 102689,18 kNm/m
Moment résistant : M_p = 126912,68 kNm/m
Coefficient de sécurité = 1,24 < 1,50

Stabilité de pente NON ADMISSIBLE :

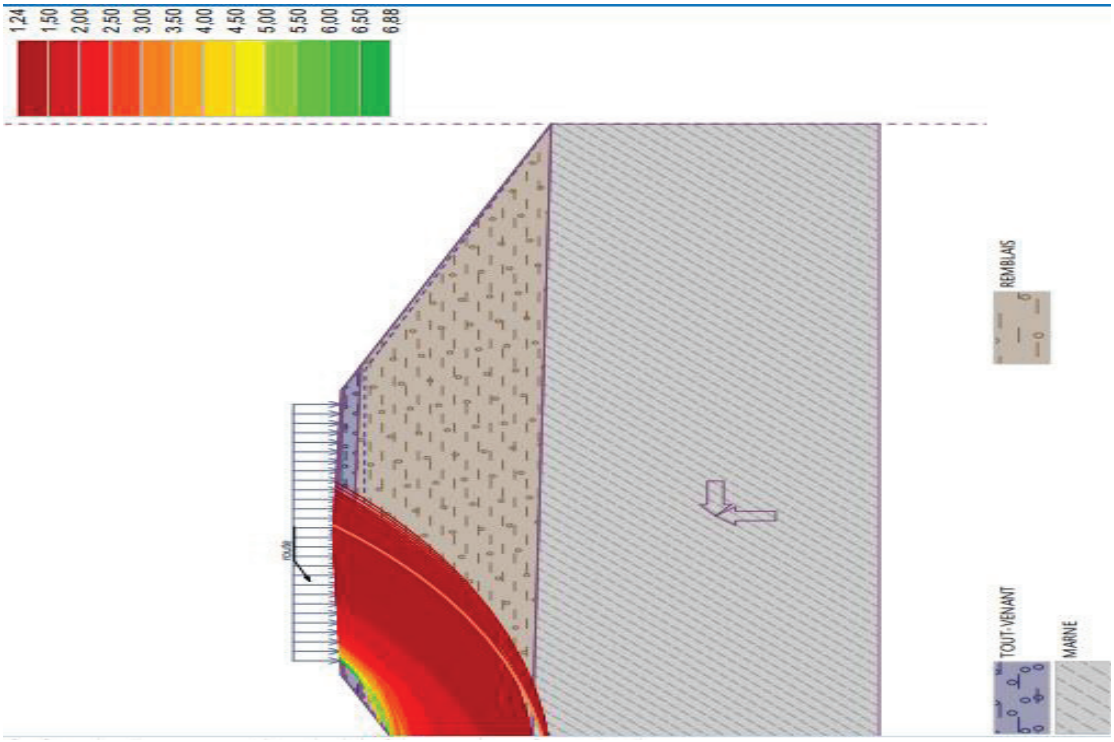


Figure X.1 : Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement phase1.1

X.3.2 Calcul 2 (phase 1)

Surface de glissement circulaire

Tableau X.8 Paramètres de la surface de glissement phase 1.2

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	66,14	[m]	Angles :	α_1 =	-54,04	[°]
	z =	35,00	[m]		α_2 =	23,89	[°]
Rayon :	R =	39,80	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.3.2.1. Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Somme des forces actives : F_a = 4051,60 KN/m

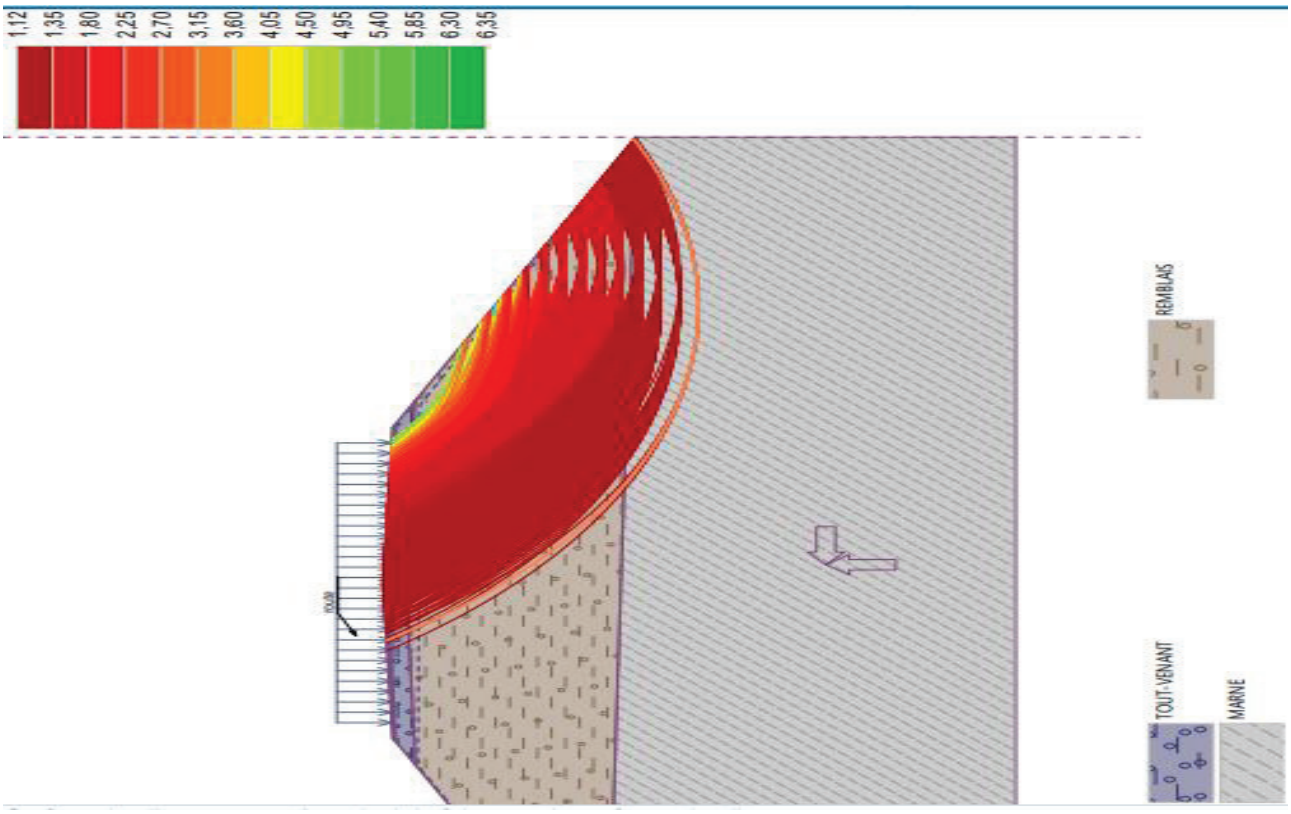
Somme des forces passives : F_p = 4537,62 KN/m

Moment de glissement : M_a = 161253,73 kNm/m

Moment résistant : M_p = 180597,39 kNm/m

Coefficient de sécurité = 1,12 < 1,50

Stabilité de pente NON ADMISSIBLE



FigureX.2 : Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement phase 1.2

X.4 Paramètres du calcul de la phase2

Situation de calcul : Sismique

Données d'entrée (Phase de construction 2)

Assignation et surfaces

TableauX.9 : Coordonnées des points de l'interface [m] phase 2.1

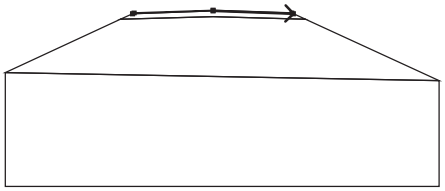
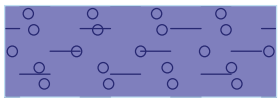
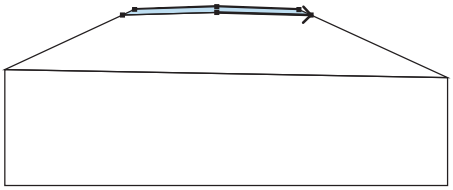
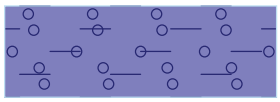
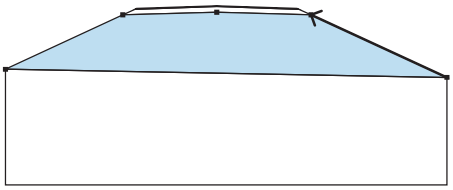
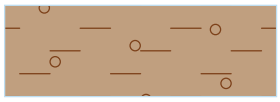
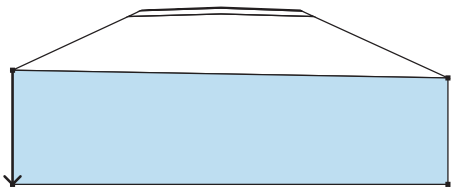
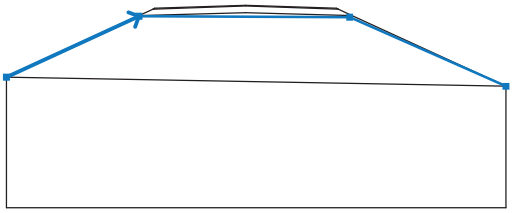
Num.	*Placement de la surface*	*Coordonnées des points de la surface [m]*				*Sol*
		X	*z*	*x*	*z*	*assigné*
1		*39,50*	*11,67*	*54,81*	*11,15*	*TOUT-VENANT*
		54,50	*11,30*	*39,50*	*11,82*	
		24,50	*11,30*	*24,20*	*11,16*	
						
2		*39,51*	*10,60*	*57,08*	*10,11*	*TOUT-VENANT*
		54,81	*11,15*	*39,50*	*11,67*	
		24,20	*11,16*	*21,91*	*10,10*	
						
3		*82,50*	*-1,50*	*57,08*	*10,11*	*REMBLAIS*
		39,51	*10,60*	*21,91*	*10,10*	
		0,00	*0,00*			
						
4		*0,00*	*0,00*	*0,00*	*-21,50*	*MARNE*
		82,50	*-21,50*	*82,50*	*-1,50*	
						

Tableau X.10 : Surcharge

Num.	**Surcharge**		**Type**	**Application**	**Placement**	**Origine**	**Longueur**	**Largeur**	**Inclin.**	***Intensité***		
	nouv.	**modif.**			**z [m]**	**x [m]**	**l [m]**	**b [m]**	**α [°]**	***q, q1, f, F, x***	***q 2, z***	***unité***
1	Non	Non	bande	constante	z = 11,30	x = 26,00	l = 27,00		0,00	*100, 00*		*kN/m2*

Tableau X.11 : Coordonnées de la nappe phréatique [m] phase 2.1

Num .	*Placement de la nappe phréatique*	*Coordonnées des points de la nappe phréatique [m]*					
		x	*z*	*x*	*z*	*x*	*Z*
1		*0,00*	*0,00*	*21,91*	*9,99*	*56,68*	*9,86*
		82,50	*-1,51*				

Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

Séisme

Coefficient d'accélération horizontale : K_h = 0,1250
Coefficient d'accélération verticale : K_V = 0,0375

Résultats (Phase de construction 2)

X.4.1 Calcul 1 (phase 2)

Surface de glissement circulaire

TableauX.12 : Paramètres de la surface de glissement phase 2.1

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	-12,51	[m]	Angles :	α_1 =	6,10	[°]
	z =	119,80	[m]		α_2 =	26,17	[°]
Rayon :	R =	120,35	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.4.1.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Somme des forces actives : F_a = 1729,24 kN/m
Somme des forces passives : F_p = 2957,92 kN/m

Moment de glissement : M_a = 208113,76 kNm/m
Moment résistant : M_p = 355986,08 kNm/m
Coefficient de sécurité = 1,71 > 1,00
Stabilité de pente ADMISSIBLE

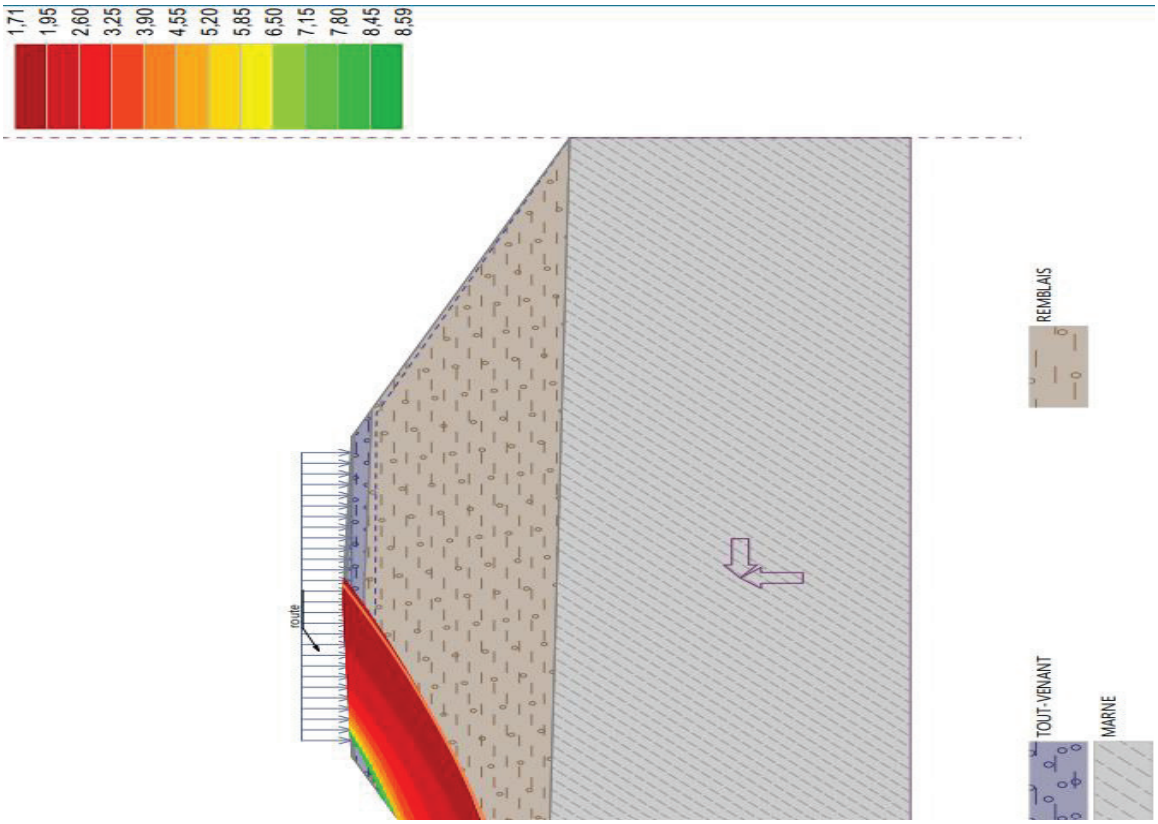


Figure X.3: Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissemen phase 2.1

X.4.2 Calcul 2 (phase 2)

Surface de glissement circulaire

Tableau X.13: Paramètres de la surface de glissement phase 2.2

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	77,54	[m]	Angles :	α_1 =	-38,05	[°]
	z =	60,64	[m]		α_2 =	4,00	[°]
Rayon :	R =	62,00	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.4.2.1 Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Somme des forces actives : F_a = 2465,50 kN/m

Somme des forces passives : F_p = 3403,71 kN/m

Moment de glissement : M_a = 152862,50 kNm/m

Moment résistant : M_p = 211031,92 kNm/m

Coefficient de sécurité = 1,38 > 1,00

Stabilité de pente ADMISSIBLE

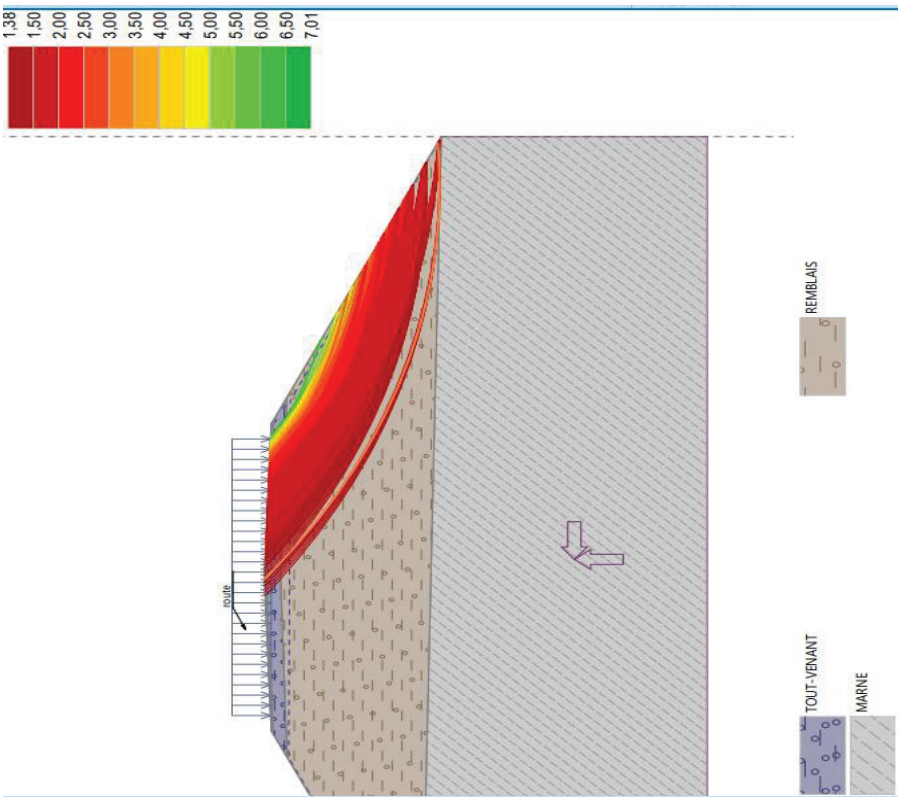


Figure X.4: surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement phase 2.2

X.5 Interprétation des résultats :

Le calcul qui a été fait par e logiciel GEO5 a abouti à un coefficient de sécurité Fs <1.5 dans la situation statique , donc le remblai et instable à cet effet

Solution proposée :

Vu l'importance de remblais au pk27+625 avec une hauteur de 13.69 m nous avons projeté des banquettes de 3m de chaque hauteur de 6m.

ET mettre en place de la terre végétale au niveau des talus pour l'implantation d'arbres afin de stabiliser le terrain et prévenir les glissements.

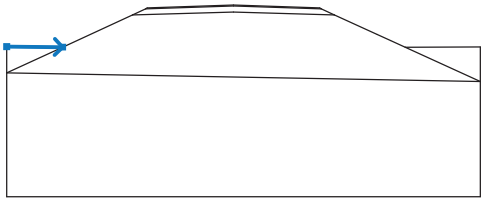
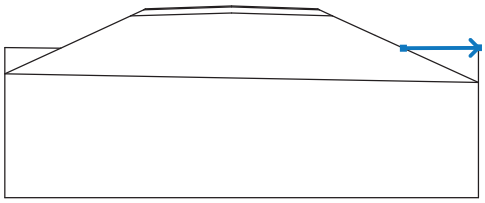
La combinaison de la terre végétale et des arbres permettra de renforcer la stabilité du talus en favorisant l'enracinement des arbres et en améliorant la cohésion du sol. Cela contribuera à prévenir les glissements de terrain en réduisant l'érosion et en stabilisant la pente.

X.6 Données d'entrée (Phase de construction 3)

Vérification de la stabilité après la projection des banquettes :

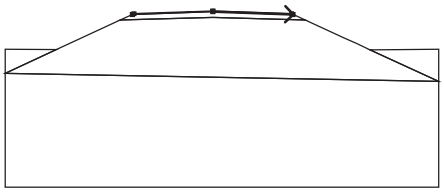
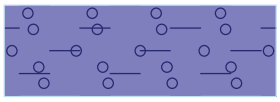
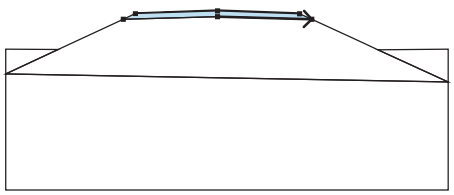
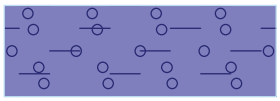
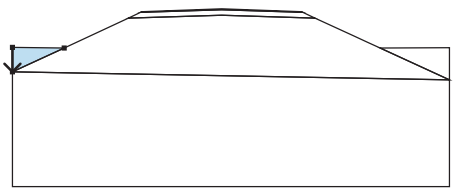
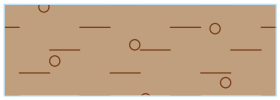
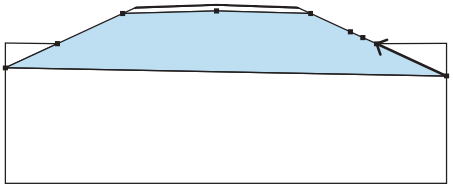
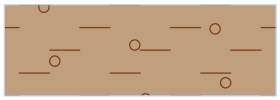
Interface du remblai

TableauX.14 : Coordonnées des points de l'interface [m]phase 3.1

Num.	Placement de l'interface	Coordonnées des points de l'interface [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	4,60	9,76	4,50		
2		69,41	4,48	82,50	4,56		

Assignation et surfaces

Tableau : X.15 Coordonnées des points de la surface [m] phase 3.1

Num.	Placement de la surface	Coordonnées des points de la surface [m]				Sol
		X	z	x	z	assigné
1		39,50	11,67	54,81	11,15	TOUT-VENANT
		54,50	11,30	39,50	11,82	
		24,50	11,30	24,20	11,16	
2		39,51	10,60	57,08	10,11	TOUT-VENANT
		54,81	11,15	39,50	11,67	
		24,20	11,16	21,91	10,10	
3		0,00	4,60	0,00	0,00	REMBLAIS
		9,76	4,50			
						
4		82,50	-1,50	69,41	4,48	REMBLAIS
		66,85	5,65	64,53	6,71	
		57,08	10,11	39,51	10,60	
		21,91	10,10	9,76	4,50	
		0,00	0,00			

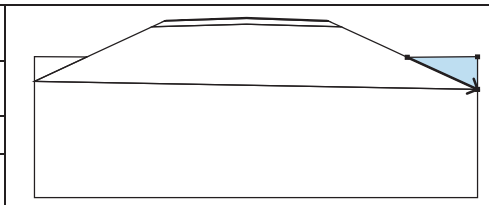
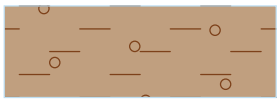
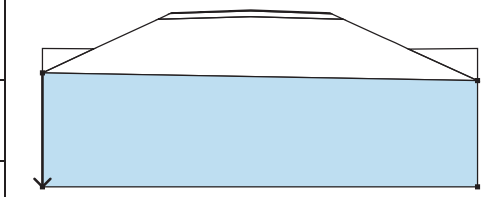
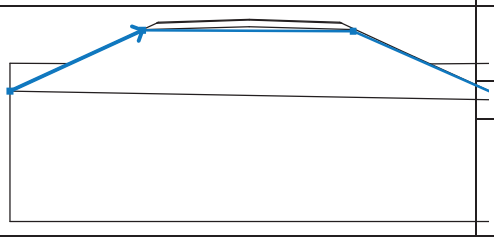
5		69,41	4,48	82,50	-1,50	REMBLAIS
		82,50	4,56			
						
6		0,00	0,00	0,00	-21,50	MARNE
		82,50	-21,50	82,50	-1,50	
						

Tableau : X.16 Surcharge phase3.1

Num.	Surcharge		Type	Application	Placement	Origine	Longueur	Largeur	Inclin.	Intensité		
	nouv.	modif.			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	α [°]	q, q1, f, F, x	q2, z	unité
1	Non	Non	bande	constante	z = 11,30	x = 26,00	l = 27,00		0,00	100,00		kN/m2

Num.	Placement de la nappe phréatique	Coordonnées des points de la nappe phréatique [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	0,00	21,91	9,99	56,68	9,86
		82,50	-1,51				

Fissure de traction

La fissure de traction n'est pas saisie.

Séisme

Coefficient d'accélération horizontale : $K_h = 0,1250$
Coefficient d'accélération verticale : $K_V = 0,0375$

Paramètres du calcul de la phase

Situation de calcul : Permanente

Résultats (Phase de construction 3)

X.6.1 Calcul 1 (phase 3)

Surface de glissement circulaire

Tableau X.17: Paramètres de la surface de glissement phase 3.1

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	-8,86	[m]	Angles :	α_1 =	8,03	[°]
	z =	140,82	[m]		α_2 =	20,09	[°]
Rayon :	R =	137,40	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.6.1.1Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

Somme des forces actives : F_a = 839,11 kN/m
Somme des forces passives : F_p = 1991,69 kN/m

Moment de glissement : M_a = 115294,23 kNm/m
Moment résistant : M_p = 273658,04 kNm/m
Coefficient de sécurité = 2,37 > 1,50
Stabilité de pente ADMISSIBLE

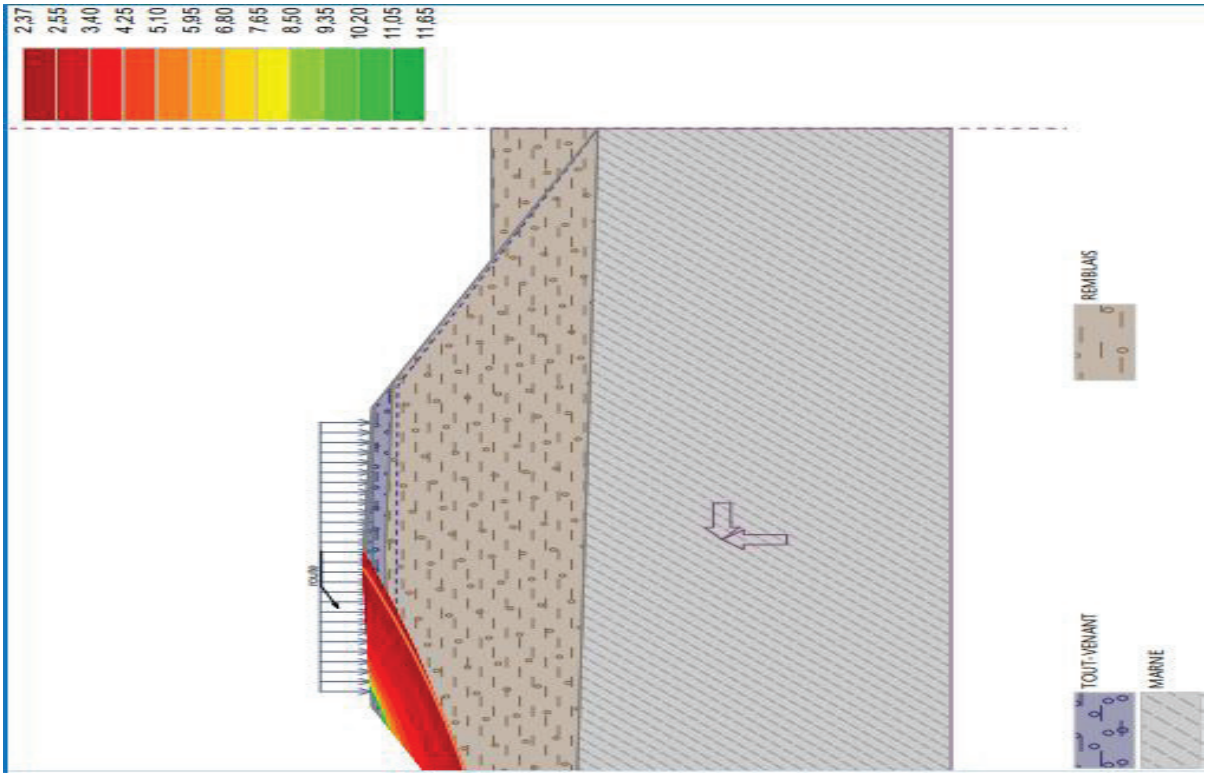


Figure X.5: Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement phase 3.1

X.6.2 Calcul 2 (phase 3)

Surface de glissement circulaire

TableauX.18 Paramètres de la surface de glissement phase 3.2

Paramètres de la surface de glissement							
Centre :	x =	59,39	[m]	Angles :	α_1 =	-65,28	[°]
	z =	22,63	[m]		α_2 =	46,25	[°]
Rayon :	R =	26,17	[m]				
Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement							

X.6.2.1Vérification de la stabilité de pente (Bishop)

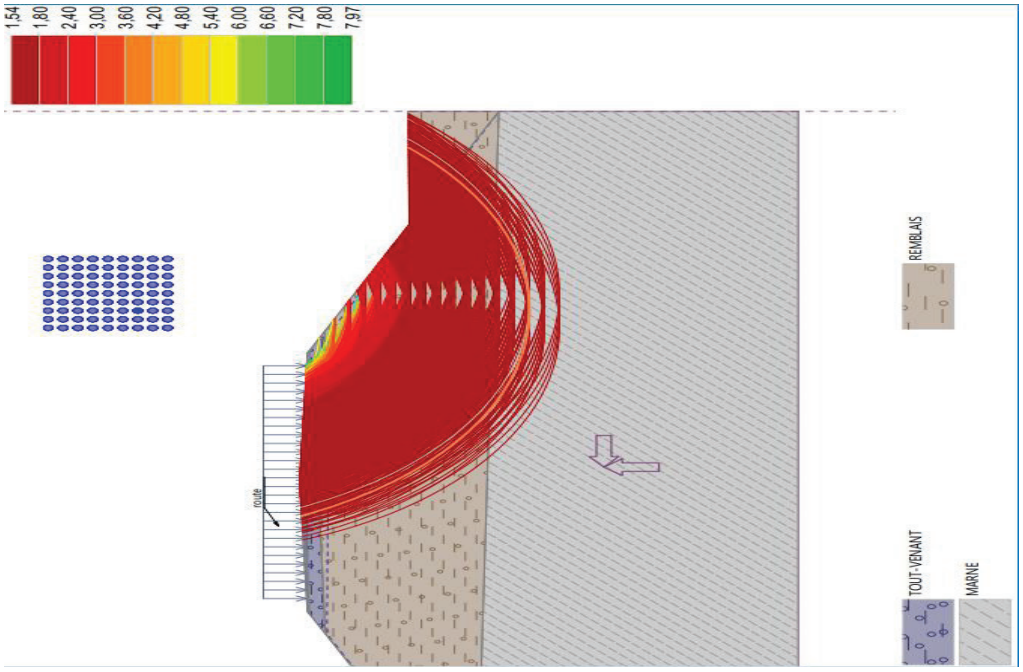
Somme des forces actives : F_a = 2942,78 kN/m

Somme des forces passives : F_p = 4521,05 kN/m

Moment de glissement : M_a = 77012,56 kNm/m

Moment résistant : M_p = 118315,98 kNm/m

Coefficient de sécurité = 1,54 > 1,50



FigureX.6 : Surface de glissement après calcul du faisceau de surfaces de glissement phase 3.2

X.7 Conclusion :

L'utilisation de banquettes en conjonction avec la mise en place de la terre végétale constituer une solution efficace pour la stabilisation des talus dans notre projet.

Les banquettes créent des paliers horizontaux à intervalles réguliers le long du talus, ce qui permet de réduire les contraintes sur le sol et facilite la construction du remblai.

X.8 Calcul de Cubatures :

X.8.1 Calcul des Volumes de terrassements :

Nous avons calculé les volumes des déblais et remblais à l'aide du logiciel 'AUTOPISTE'

- Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant : Tableaux IX.2 : Volume des terrassements :

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :
Tableaux : X.19 Volume des terrassements

Terrassement	Volume (m3)
Déblais	1743073.1
Remblais	13623.4

Tableaux X.20 : matériaux du Corps de chaussée

Matériau	Volume cumulé
BB	22427.9
GB2	39673.0
GB3	42837.1
TERRE VEGETALE	20375.8
TOUT_VENANT	186852.8

- Les calculs de cubatures détaillés sont joints en Annexe

CHAPITRE XI

CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XI.1 Introduction

Un échangeur autoroutier est un type de croisement dénivelé qui permet de séparer les transferts de trafic les uns des autres. Les véhicules peuvent passer d'une autoroute à une autre en utilisant des bretelles autoroutières spécifiquement conçues à cet effet.
Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre et d'un système de bretelles
La configuration des échangeurs et le nombre de voies sur les bretelles dépendent principalement du trafic à écouler, de l'importance du niveau d'échange, de la topographie du site et de la catégorie de la zone (rurale ou urbaine).

XI.2 LES REGLES DE CONCEPTION

L'échangeur a adopté doit assurer un haut niveau de sécurité et de service. Et pour assurer celle-ci en doit respecter les normes de la conception suivantes :

- Respecter les valeurs limites de conception.
- Eviter le passage au voisinage des habitations et des maisons publiques.
- Eviter les terrassements importants.
- Respect des règles de visibilité spécifiques aux accès.
- Eviter Les longs alignements droits.
- Eviter les sites en courbe de faibles rayons.
- Eviter les sections à forte déclivité
- Eviter les sites en point haut de profil en long.

XI.3 CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XI.3.1 Choix et implantation de l'échangeur

L'échangeur situe à 3 km au sud d'El Kseur et qu'il raccordera la pénétrante de Bejaia au CW21A. Il sera localisé au PK 22+000 sur le tracé d'étude et permettra de relier Amizour à El Kseur.
L'une des considérations pour la conception de cet échangeur est d'éviter toute interférence avec les basses lignes électriques à haute tension (HT) et les pylônes dispersés à proximité du CW21A. Pour y parvenir, il est prévu d'utiliser un type d'échangeur en demi-trèfle. Cela implique une modification partielle des tracés de la section courante et du CW21A afin de s'adapter aux contraintes liées aux infrastructures électriques existantes.

Un demi-trèfle est un type d'échangeur qui permet les mouvements à gauche pour les véhicules circulant sur une autoroute principale et les mouvements à droite pour les véhicules empruntant une bretelle d'entrée ou de sortie. Dans ce cas, il est conçu de manière à minimiser les interférences avec les infrastructures existantes, telles que les lignes électriques et les pylônes, en modifiant partiellement les tracés du CW21A et de la section courante.

Cela permettra de créer un point de connexion entre la pénétrante de Bejaia et le CW21A, facilitant ainsi la circulation entre Amizour et El Kseur tout en évitant les obstacles existants.

XI.4 Paramètres géométriques de conception du Tracé :

Pour la conception géométrique on a utilisé les normes de l'ICTAAL « Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagements des Autoroutes de Liaisons » Les paramètres utilisés sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau XI.1 : caractéristique géométrique du tracé en plan

Les rayons	Les valeurs	Le devers
Le rayon minimal	40 m	7%
Le rayon minimal non déversé	300 m	2.5%

XI.4.1 Eléments du tracé

Les rayons utilisés sont compris entre 40 m et 300 m (60m, 60.25 m, .etc.), avec des raccordements progressifs (clothoide) dont la longueur est égale à la plus grande des deux valeurs : 6R0.4 et 7|Δδ| ; où R note le Rayon de courbure (en m), et Δδ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

XI.4.2 Raccordement avec l'autoroute :

Le raccordement d'une bretelle à une autoroute, il est courant d'utiliser une voie d'accélération en entrée et une voie de décélération en sortie

La zone de décélération :

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de150 m
- Une section de décélération (Diagonal 1) Dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle de 66m)
- Une section de décélération (Diagonal 2) Dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle de 60m)

La zone d'accélération :

- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.
- Une section de d'accélération (Diagonal 1) pour un rayon de la bretelle de (297.15 m)
- Une section de d'accélération (Diagonal 2) pour un rayon de la bretelle de (66.25 m)

XI.4.3 Profil en long

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites arrêtés par l'ICTAAL données dans le tableau suivant :

Tableau XI.2 : caractéristique géométrique du profil en long

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

XI.4.4 Profil en travers

La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée de même structure qu'elle, et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement

Tableau XI.3 : caractéristique géométrique du profil en travers

Chaussée	3.5 m
BAU	2.5 m

XI.5 Condition de visibilité :

Distance de visibilité adoptés, sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau XI.4 : Distance de visibilité

Vitesse	120(km/h)
Vitesse	33.333(m/s)
Décélération moyenne γ(v)	0.34 (m/s2)
Distance d'arrêt en palier (p=0)	233m
Distance de manœuvre en sortie dms	200m
Distance de visibilité sur marquage dvm	100m
Distance de lecture lc	167m

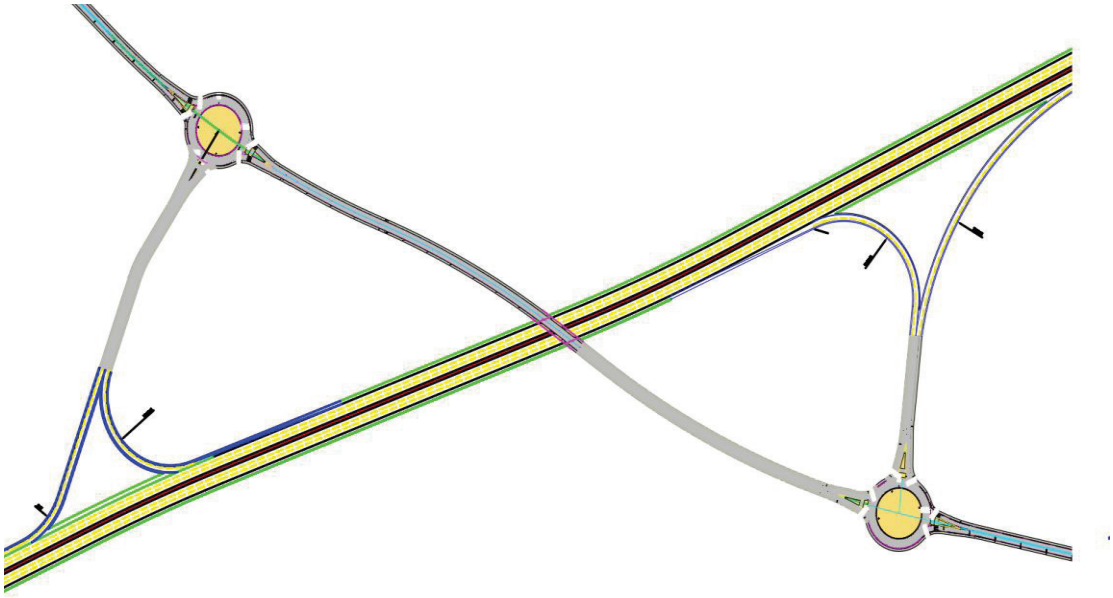


Figure XI.1 : la conception de l'échangeur

XI.6 Conclusion :

La conception de l'échangeur nécessite une analyse minutieuse de divers aspects tels que la localisation, les contraintes environnementales et les normes de conception. En respectant ces éléments, il est possible de créer un échangeur fonctionnel, sûr et efficace, facilitant les transitions entre les routes et autoroutes, tout en répondant aux besoins des usagers de la route et en minimisant les impacts sur l'environnement. Dans cette étude, plusieurs éléments ont été pris en compte pour la conception de l'échangeur, notamment sa localisation à 3 km au sud d'El Kseur, son raccordement entre la pénétrante de Bejaia et le CW21A, et les contraintes liées aux infrastructures existantes telles que les basses lignes électriques HT et les pylônes dispersés.

CHAPITRE XII

OUVRAGE DART

XII.1 Introduction

L'ouvrage d'art est une réalisation technique et artistique qui vise à franchiser ou à enjamber un obstacle naturel ou artificiel, tel qu'une rivière, une vallée, une autoroute ou une voie ferrée.

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs pour le rétablissement des voies des communications. Ces structures sont conçues pour permettre le passage des véhicules, des piétons ou des cours d'eau, Les ouvrages d'art peuvent prendre différentes formes, des plus simples aux plus complexes. Chaque type d'ouvrage d'art présente des caractéristiques spécifiques, adaptées aux contraintes du site et aux besoins de la circulation.

XII.2 Choix de type d'ouvrage

Le choix de type d'ouvrage a utilisé doit rependre a plusieurs facteurs, principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

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

XII.3 Présentation des ouvrages

Parmi les ouvrages rencontrées le long de trace on distingue :
On a cinq ouvrages (trois ponts et trois viaducs)

OA 01 : un pont

Situation de l'ouvrage :
L'ouvrage 01 C'est un passage supérieur de longueur de 43m qui franchit chemin wilaya CW21 de PK 26+050 jusqu'à PK 26+092 dont les caractéristiques suivantes :

- Pont à poutre en béton précontrainte.
- Largeur de pont est de 15.5m.
- Gabarit de 5.25 m
- La hauteur de l'ouvrage H = 7.25 m

OA 02 : un pont

Situation de l'ouvrage :
L'ouvrage 01 C'est un passage inferieure de longueur de 45 m qui franchit chemin wilaya CW21 de PK 26+878 jusqu'à PK PK26+923. Dont les caractéristiques suivantes :

- Pont à poutre en béton précontrainte.
- Largeur de pont est de 15.5m.
- Gabarit de 5.25 m
- La hauteur de l'ouvrage H = 7.25 m

OA 03 : un Pont

Situation de l'ouvrage :

L'ouvrage 02 c'est un passage inférieur de 50 m qui franchit chemin de fer de PK27+089jusqu'à PK 27+139 Dont les caractéristiques suivantes :

- Pont à poutre en béton précontrainte.
- Largeur de pont est de 15.5m.
- Gabarit de 6.3 m
- La hauteur de l'ouvrage H = 8.3 m

OA 04 : un viaduc

Situation de l'ouvrage :

L'ouvrage 03 de longueur de 122 m qui franchit oued Amassine PK 25+668 jusque PK 25+893 Dont les caractéristiques suivantes :

- Largeur de l'ouvrage et de 15.5 m
- Gabarit de 6m.
- La hauteur de l'ouvrage H = 8 m

OA 05: un Pont

Situation de l'ouvrage :

L'ouvrage 04 C'est un passage inférieur de 122 m qui franchit oued Soummam de PK 27+414 jusqu'à PK 27+536 Dont les caractéristiques suivantes :

- Largeur de l'ouvrage et de 15.5 m
- Gabarit de 6m.
- La hauteur de l'ouvrage H =12.5 m

OA 06 : un viaduc

Situation de l'ouvrage :

L'ouvrage 05 C'est un passage inférieur de 214 m qui franchit oued Soummam de PK 27+747 jusqu'à PK 27+961 Dont les caractéristiques suivantes :

- Largeur de l'ouvrage et de 15.5m
- Gabarit de 6m.
- La hauteur de l'ouvrage H = 8 m

CHAPITRE XIII

SIGNALISATION

XIII.1 Introduction

La signalisation routière est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route. C'est l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur une route et destinés à aider les usagers de la route à déplacer dans les conditions de sécurité, d'organisation et de confort.

L'objectif global de la signalisation routière est d'assurer la sécurité des usagers de la route en fournissant des informations claires et cohérentes. Elle joue un rôle essentiel dans la prévention des accidents et contribue à la fluidité du trafic.

XIII.2 Type de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale

XIII.2.1 La signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elle comporte :

- Signalisation de Police, comme pour les divers signaux de danger, d'interdiction ou d'obligation,
- Signalisation de Direction (signalisation de direction), Localisation

XIII.2.2 Signalisation Horizontale

La signalisation horizontale est destinée à régler la circulation, guider et avertir les usagers de la route. Elle est employée soit seul, soit en complément à d'autre moyens de signalisation. Elle comporte Les différents marquages suivantes :

Marquages longitudinaux :

- Lignes axiales,
- On distingue les lignes continues infranchissables,
- Lignes discontinues, lignes de dissuasion.
- Lignes de rive.
- Lignes de délimitation de vitesse.

Marquages transversaux :

- Lignes d'arrêt.
- Lignes « céder le passage ».
- Passage pour piétons.

Marquages complémentaires :

- Flèches de sélection de rives.
- Flèches de rabattement.
- Indications particulières

XIII.3 Caractéristiques générales des marques :

Couleur : le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et le jaune pour les marques temporaires

Ligne continue : elle est destinée pour annoncer au conducteur l'interdiction de changée de voie

Ligne discontinues : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir.
Modulation des lignes discontinues **:** pour la bonne compréhension des marquages, trois types de modulation sont retenus, se différenciant par le rapport des pleins vides.

La figure ci-dessous illustre les différents types de lignes précédents :

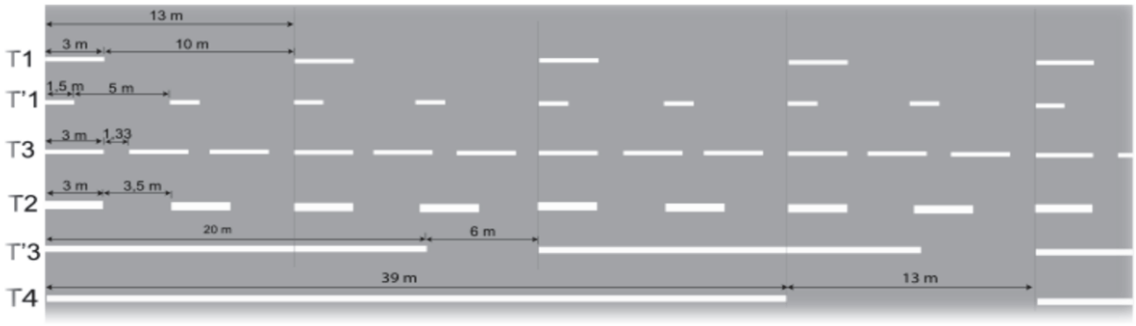


Figure XIII.1 : Types de marquages longitudinaux (section courante).

- Ligne continue, délimitant les chaussées et le TPC
- Ligne discontinue de type T1 2u, délimitant les différentes voies en section courante
- Ligne discontinue de type T2 5u, délimitant les voies d'entrée de sortie ou d'entrecroisement.
- Ligne discontinue de type T3 2u, délimitant les voies de sortie de la Rocade
- Ligne discontinue de type T'3 3u, délimitant les accotements et les voies de bretelle

Largeur des lignes :
La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

- U = 7.5cm sur autoroutes est voies rapides urbaines
- U = 6 cm sur les routes et voies urbaines
- U = 5 cm sur les autres routes

XIII.4 Application au projet :

En section courante :

Signalisation verticale :
Les types de panneaux à implanter sur notre autoroute son résumer dans l'annexe.

Signalisation horizontale :
Le marquage du tracé
Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5 cm et 5 cm pour les bretelles et les voies d'accès

Les lignes de marquage longitudinal utilisé dans notre projet sont :

Tableau XIII.1: types de marquages longitudinaux (section courante).

Type	Désignation	Largeur (cm)
Continue	Délimitant les chaussées et le TPC	3u
Discontinue T1	Délimitant les différentes voies.	2u
Discontinue T4	Délimitant les BAU	3u

Marquage en section courante :

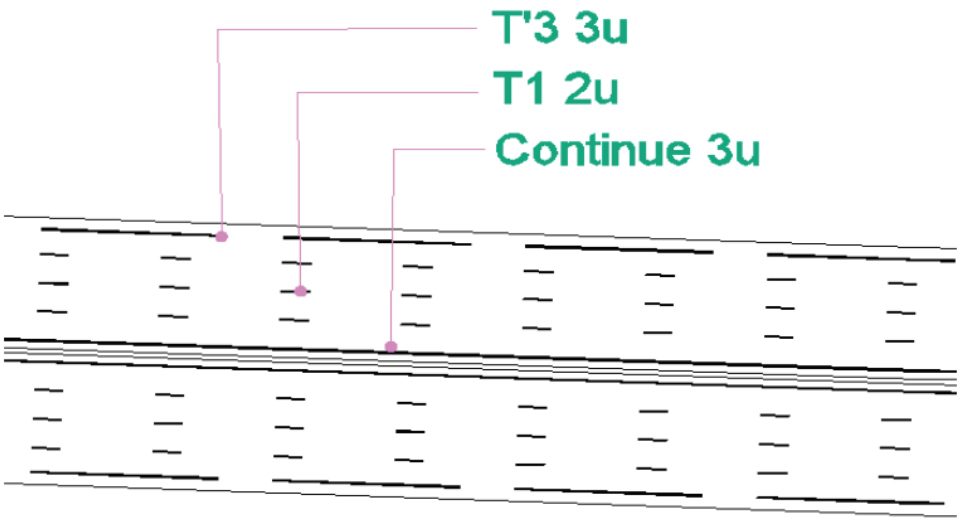


Figure XIII.2: Marquage en section courante

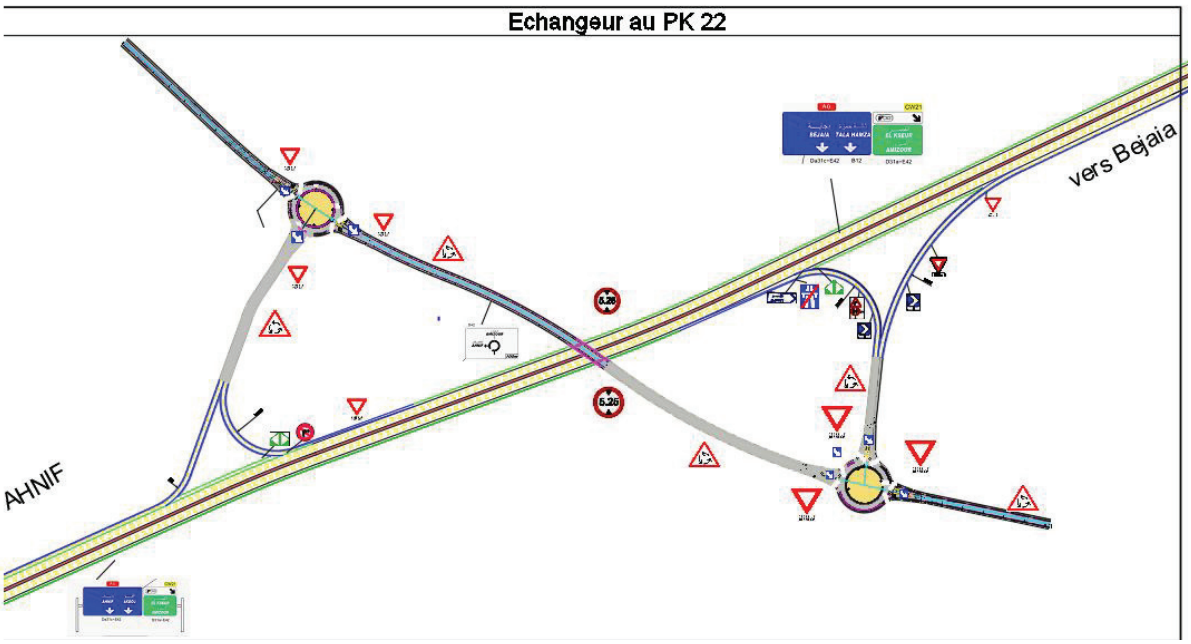


Figure XIII.3: Marquage au niveau de l'échangeur

XIII.5 DISPOSITIFS DE RETENUE :

1 séparateurs en béton du type « DBA » sont des murets de type New Jersey,
Utilisés comme séparateurs physiques sur les routes et autoroutes. Ils sont généralement en béton coulé en place ou préfabriqué et sont continus le long de la route.

Glissières de sécurité métalliques fixes :
Une glissière de sécurité métallique, également appelée garde-corps métallique ou barrière de Sécurité métallique, est une structure utilisée pour sécuriser les bords des routes, des ponts, Des autoroutes et d'autres infrastructures de transport. Elle est conçue pour prévenir les Accidents de la route en empêchant les véhicules de sortir de la chaussée et de chuter dans des Zones dangereuses telles que des fossés ou des ravins.

XIII.6 Conclusion :

L'étude de la signalisation routière est un aspect crucial de la sécurité routière. Comprend un ensemble de panneaux, de marques et de dispositifs utilisés pour informer et guider les conducteurs sur les règles de circulation, les dangers potentiels et les informations importantes liées à la route

CHAPITRE XIV

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XIV.1 Introduction :

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude d'impact. Cette analyse est faite par superposition des actions du projet sur les milieux affectés et projection des effets possibles sur les caractéristiques de ces milieux.
L'étude d'impact sur l'environnement de projet routier est une évaluation systématique des impacts environnementaux potentiels d'un projet de construction routière. Cette étude est cruciale pour minimiser les impacts négatifs sur l'environnement et maximiser les avantages économiques, sociaux et environnementaux du projet.

XIV.2 L'objet 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 à long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.
Les objectifs spécifiques d'une EIE peuvent inclure :

- Identifier les effets potentiels d'un projet.
- Évaluer la probabilité et la gravité de ces impacts potentiels.
- Évaluer les impacts cumulatifs de l'activité proposée avec d'autres activités existantes ou réalisées dans la région.
- Identifier les lacunes dans les connaissances et les données et recommander des études complémentaires si nécessaires.
- Fournir des informations pour prendre une décision éclairée sur l'opportunité et les conditions de mise en œuvre du projet ou de l'activité proposée.
- Rechercher la meilleure intégration de la route dans l'environnement, et favoriser la valorisation mutuelle de la route et de l'environnement
- Ne pas dégrader l'environnement, ou du moins limiter ou corriger ce qui peut conduire à des dégradations.

XIV.3 Cadre juridique

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1963 :

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long terme du projet.

XIV.4 Volet de l EIE

Comprend trois volets :

- Surveillance et le suivi de l'état de l'environnement
- Réparations des dégâts causent par l'homme
- Prévention de futurs dégâts

XIV.5 Origine de la pollution routière

Peut-être classifiée en quatre catégories :

- La pollution associée.
- La pollution accidentelle.
- La pollution en phase chantier.

XIV.6 Les impacts d'un projet sur l'environnement :

Peuvent être nombreux et variés, selon la nature du projet, son emplacement et les caractéristiques de l'environnement affecté.

XIV.6.1 Impact Sur L'agriculture :

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et inépuisable.

Les impacts :

- L'effet de substitution de sol à vocation agricole.
- L'effet de coupure.
- L'effet de modification du régime agricole.

Les mesures :

- Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé.
- La détermination des caractéristiques du projet.
- Évitant la coupure de zones agricoles homogènes.
- La pris en compte des superficies d'exploitation.

XIV.6.2 L'impact sur la nature

Est l'ensemble des effets que les activités humaines ont sur l'environnement naturel, tels que la pollution de l'air, de l'eau et des sols…

La faune :

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux. est l'Ensemble des espèces animales vivant dans un espace géographique ou un habitat déterminé.

Flore

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les groupements végétaux avec le tracé retenu On emploie le terme "faune" par opposition au terme "flore", qui désigne l'ensemble des espèces végétales et des microorganismes présents en un lieu donné.

L'eau :

Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception on doit veiller à adapter le niveau d'équipement des ouvrages de protection aux enjeux de l'environnement local.

XIV.6.3 L'impact sur les habitants :

Les principaux impacts d'une infra structure autoroutière sur les habitants sont :

La destruction

L'aménagement routier nécessitent a la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs.

XIV.6.4 Les impacts de destruction concernent :

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

Le bruit :
Les activités du projet peuvent entraîner une augmentation du niveau de bruit, qui peut avoir des impacts sur la santé humaine et animale, ainsi que sur la qualité de vie. Bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

Les impacts :

- Perte de sommeil.
- La fatigue.
- Baisse de l'acuité auditive.

Les remèdes :

- Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.
- Agir sur les façades des bâtiments concernés

Remarque :
Il est important d'identifier les impacts potentiels d'un projet sur l'environnement dès le début du processus décisionnel et de mettre en place des mesures d'atténuation pour minimiser ces impacts. Des études d'impact environnemental peuvent être réalisées pour évaluer les impacts potentiels et proposer des mesures d'atténuation appropriées.

XIV.7 Intérêt de la végétation :

La végétation est un élément essentiel de l'écosystème terrestre et offre de nombreux avantages environnementaux, économiques et sociaux.
On prend quelques plans essentiels :

XIV.7.1 Le plan écologique :

Production d'oxygène : Les plantes et les arbres produisent de l'oxygène par photosynthèse, ce qui est essentiel pour la survie des êtres vivants sur terre.

Habitat pour la faune : La végétation fournit un habitat pour de nombreux animaux et insectes, contribuant ainsi à la biodiversité.

XIV.7.2 le plan technique :

La végétation limite l'érosion superficielle des sols, règle les débits d'écoulement des eaux et draine les talus.
Protection du sol : Les racines des plantes stabilisent le sol et aident à prévenir l'érosion. Les feuilles tombées sur le sol fournissent également de la matière organique qui nourrit les organismes du sol.

Protection contre l'érosion : La végétation peut aider à protéger les sols contre l'érosion causée par le vent et la pluie. Les plantes peuvent maintenir les sols en place et réduire l'impact des précipitations.

- **le plan paysager :**
  Les plantations permettent une meilleure intégration de l'aménagement dans la nature environnante.

XIV.8 Conclusion :

Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent la vie de la route :

- Sa conception
- Sa construction
- Son exploitation

CHAPITRE XIV

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

XIV Devis Estimatif et Quantitatif :

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1. Opérations préliminaires				
Installation du chantier	F	1	10000000.00	10 000 000,00
Etude d'exécution	Km	10	800 000,00	8 000 000,00
Total partiel (1)				**18000000.00**
2. Terrassements				
Décapage de la terre végétale	M^3	148273,9	300,00	44 482 170,00
Déblais y compris transport à la zone de stockage ou à la décharge publique.	M^3	13623,4	700,00	9 536 380,00
Remblai en provenance d'emprunt.	M^3	1743073,1	700,00	1 220 151 170,00
Total partiel (2)				**1274169720**
3. Construction de corps de chaussée				
Couche de forme (60cm TUF) y compris arrosage et compactage parcouches de 30cm	M^3	186852,8	1 100,00	205 538 080,00
Couche de fondation (GB2 2.3 t/m3) y compris la couche d'accrochage	T	91247.9	8500,00	775607150.00
Couche de base (GB3 2.3 t/m3) y compris la couche d'accrochage	T	98535.33	8500.0	837465305.00
Couche de roulement (BB 2.4t/m3)y compris la couche d'accrochage	T	53826.96	9 000,00	484442640.00
Terre végétale	M^3	20375,8	500,00	10 187 900,00
Total partiel (3)				**2313241075**
4. Ouvrage d'art				
Pont	ML	217	8500000.0	1844500000
Viaduc	ML	438.54	12750000,0	5 591 385 000,00
TOTALE partiel (4)				**7569132286**

5. Assainissement				
Fossés trapézoïdaux en béton	ML	300	4500	1350000
Buse Φ 1200	ML	429.5	45 000.00	19 327 500,00
Buse Φ 1500	ML	106	52 000,00	5 512 000,00
Dalots en béton armé	M^3	820,71	42 000,00	34 469 820,00
TOTALE partiel (5)				**60659320**
6. Signalisation et équipement Routiers				
Signalisation horizontale	F	100008	F	240800
Signalisation verticale	F	55	F	55000.00
Séparateur en béton armé (DBA)	ML	10000	5000	50000000.00
Pose de glissière de sécurité métallique	ML	10000	4500	45000000
TOTAL partiel (6)				**95295800**
TOTAL HT(DA) :				**11330498205.9**
TVA 19% :				**2152794659**
TOTAL TTC (DA)**:**				**13483292870**
Echangeur routier (DA) :				1348322928.7
TOTAL TTC + ECHANGEUR				14831615798

Montant en TTC :
Quatorze milliard huit cent trente et un million six cent quinze mille sept cent quatre –vingt-six –huit dinars.

Conclusion générale

L'étude du tronçon de la pénétrante autoroutière reliant le port de Bejaia à l'autoroute Est-Ouest au niveau d'Ahnif de PK20+000 au PK 30+000 est l'objet de notre mémoire, pour le développement durable du pays, en s'intéressant à l'amélioration et l'aménagement d'infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les utilisateurs des autoroutes, et qui répondent à l'offre et à la demande en matière de transport.
Pour étudier ce tronçon, nous avons procédé à plusieurs études détaillées dont les suivantes : géométrique, géotechnique, Trafic, stabilité des talus, hydraulique, insertion du projet dans l'environnement et ses impacts, la conception d échangeur, signalisation Enfin on a terminé par l'estimation de couts du projet. Les études sont soumises aux normes suivantes : ICTAAL, le guide d'assainissement routier SETRA.
ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels « Autocad-Covadis -Excel-Word-Alize - Globale mapper », vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.
Enfin, Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle en complémentaire avec les théories et les technique acquise durant notre cycle de formation à l'école nationale supérieure des travaux publiques.

Bibliographie

[1] Le Catalogue des Structures types de Chaussées Neuves établi par le SETRA-LCPC (2000, juillet).
[2] B40 (normes techniques d'aménagement des routes).
[3] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1, 2,3, (C.T.T.P), Novembre 2001
[4] Manuel de projets de routes, (GOUMETTRE Ahmed, KALLI Fatima-Zohra), OPU ,2012.
[5] ICTAAL : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison, 12 Décembre 2000.
[6] Normes SÉTRA (Service d'Études techniques des routes et autoroutes): Guide technique – Assainissement routier en date d'octobre 2006,
[7] Normes SÉTRA : Guide technique – Cours d'eau et ponts en date de juillet 2007,
[8] Normes SÉTRA (Service d'Études techniques des routes et autoroutes): Guide technique du drainage routier (Mars 2006)
[9] Musy A,& Higy C,, 1998 Hydrologie Appliquée, France

Webographie

http://www.Wikipédia.org/ [en ligne].

https://www.4geniecivil.com

Scribd, http://www.scribd.com/ [en ligne]

techniques-ingenieur.fr

ANNEXE 1 : AXE EN PLAN

Axe : Axe 01
Table courante : ICTAAL L1

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	260.46gr	655.503	20000.000	669955.437	4059393.122
Arc 1	Rayon	-1800.000 m	318.870	20655.503	669422.372	4059011.643
	Centre X	668374.838 m				
	Centre Y	4060475.430 m				
Droite 2	Gisement	271.73gr	1556.577	20974.374	669148.022	4058849.950
Arc 2	Rayon	-1800.000 m	165.210	22530.951	667742.364	4058181.327
	Centre X	666969.179 m				
	Centre Y	4059806.807 m				
Droite 3	Gisement	277.58gr	358.733	22696.161	667590.126	4058117.303
Arc 3	Rayon	1800.000 m	128.718	23054.894	667253.415	4057993.550
	Centre X	667874.362 m				
	Centre Y	4056304.046 m				
Droite 4	Gisement	273.03gr	514.983	23183.612	667134.288	4057944.866
Arc 4	Rayon	-1600.000 m	490.687	23698.595	666664.847	4057733.130
	Centre X	666007.004 m				
	Centre Y	4059191.637 m				
Droite 5	Gisement	292.55gr	514.855	24189.282	666193.837	4057602.583
Clothoïde 1	Paramètre	278.119	110.500	24704.137	665682.504	4057542.463
Arc 5	Rayon	700.000 m	225.284	24814.637	665573.168	4057526.682
	Centre X	665709.468 m				
	Centre Y	4056840.080 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-278.119	110.500	25039.921	665362.989	4057448.316
Droite 6	Gisement	262.01gr	553.780	25150.421	665270.010	4057388.664
Clothoïde 3	Paramètre	-278.119	110.500	25704.201	664811.935	4057077.473
Arc 6	Rayon	-700.000 m	493.607	25814.701	664718.956	4057017.821
	Centre X	664372.477 m				
	Centre Y	4057626.058 m				
Clothoïde 4	Paramètre	278.119	110.500	26308.308	664242.096	4056938.308
Droite 7	Gisement	316.95gr	626.189	26418.808	664134.792	4056964.564
Clothoïde 5	Paramètre	333.333	111.111	27044.997	663530.673	4057129.342
Arc 7	Rayon	1000.000 m	793.549	27156.108	663422.970	4057156.587
	Centre X	663213.800 m				
	Centre Y	4056178.707 m				
Clothoïde 6	Paramètre	-333.333	111.111	27949.656	662663.417	4057013.619
Droite 8	Gisement	259.36gr	489.562	28060.768	662572.990	4056949.081
Arc 8	Rayon	-1600.000 m	1213.893	28550.330	662179.840	4056657.354
	Centre X	661226.409 m				
	Centre Y	4057942.254 m				
Droite 9	Gisement	307.66gr	235.777	29764.223	661034.387	4056353.819
				30000.000	660800.314	4056382.115
Longueur totale de l'axe 10000.000 mètre(s)						

ANNEXE2 : Profil en long

Axe : Axe 01
Table courante : ICTAAL L1

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	1.14 %	300.760	20000.000	25.202
Parabole 1	Rayon	-12500.000 m	213.419	20300.760	28.630
	Sommet Absc.	20443.223 m			
	Sommet Alt.	29.442 m			
Pente 2	Pente	-0.57 %	80.972	20514.179	29.240
Parabole 2	Rayon	30000.000 m	439.575	20595.151	28.781
	Sommet Absc.	20765.446 m			
	Sommet Alt.	28.298 m			
Pente 3	Pente	0.90 %	393.646	21034.726	29.506
Parabole 3	Rayon	-45000.000 m	648.581	21428.372	33.039
	Sommet Absc.	21832.292 m			
	Sommet Alt.	34.852 m			
Pente 4	Pente	-0.54 %	302.383	22076.953	34.187
Parabole 4	Rayon	30000.000 m	468.441	22379.336	32.543
	Sommet Absc.	22542.442 m			
	Sommet Alt.	32.100 m			
Pente 5	Pente	1.02 %	739.996	22847.776	33.654
Parabole 5	Rayon	-45000.000 m	712.332	23587.773	41.185
	Sommet Absc.	24045.773 m			
	Sommet Alt.	43.516 m			
Pente 6	Pente	-0.57 %	448.205	24300.105	42.797
Parabole 6	Rayon	15000.000 m	379.198	24748.310	40.264
	Sommet Absc.	24833.087 m			
	Sommet Alt.	40.024 m			
Pente 7	Pente	1.96 %	564.729	25127.508	42.914
Parabole 7	Rayon	-24000.000 m	755.606	25692.237	53.998
	Sommet Absc.	26163.311 m			
	Sommet Alt.	58.621 m			
Pente 8	Pente	-1.19 %	288.563	26447.843	56.935
Parabole 8	Rayon	6000.000 m	137.999	26736.406	53.514
	Sommet Absc.	26807.538 m			
	Sommet Alt.	53.092 m			
Pente 9	Pente	1.11 %	360.960	26874.405	53.465
Parabole 9	Rayon	-30000.000 m	517.231	27235.365	57.487
	Sommet Absc.	27569.697 m			
	Sommet Alt.	59.350 m			
Pente 10	Pente	-0.61 %	1205.904	27752.596	58.793
Parabole 10	Rayon	20000.000 m	221.933	28958.500	51.441
	Sommet Absc.	29080.433 m			
	Sommet Alt.	51.069 m			
Pente 11	Pente	0.50 %	819.567	29180.433	51.319
				30000.000	55.417
Longueur totale de l'axe 10000.000 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 10000.369 mètre(s)					

ANNEXE 3 : Profils En Travers

Axe : Axe 01
Table courante : ICTAAL L1

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P01	20000.000	Droite 1	Pente 1	24.476	25.202	360.46	669955.437	4059393.122	2.50	-2.50	1.14
P02	20025.000	Droite 1	Pente 1	24.511	25.487	360.46	669935.107	4059378.573	2.50	-2.50	1.14
P03	20050.000	Droite 1	Pente 1	24.547	25.772	360.46	669914.777	4059364.024	2.50	-2.50	1.14
P04	20075.000	Droite 1	Pente 1	24.583	26.057	360.46	669894.446	4059349.475	2.50	-2.50	1.14
P05	20100.000	Droite 1	Pente 1	24.619	26.342	360.46	669874.116	4059334.926	2.50	-2.50	1.14
P06	20125.000	Droite 1	Pente 1	24.655	26.627	360.46	669853.785	4059320.377	2.50	-2.50	1.14
P07	20150.000	Droite 1	Pente 1	24.691	26.912	360.46	669833.455	4059305.828	2.50	-2.50	1.14
P08	20175.000	Droite 1	Pente 1	24.728	27.197	360.46	669813.125	4059291.278	2.50	-2.50	1.14
P09	20200.000	Droite 1	Pente 1	24.768	27.482	360.46	669792.794	4059276.729	2.50	-2.50	1.14
P10	20225.000	Droite 1	Pente 1	24.820	27.767	360.46	669772.464	4059262.180	2.50	-2.50	1.14
P11	20250.000	Droite 1	Pente 1	24.873	28.052	360.46	669752.134	4059247.631	2.50	-2.50	1.14
P12	20275.000	Droite 1	Pente 1	24.925	28.336	360.46	669731.803	4059233.082	2.50	-2.50	1.14
P13	20300.000	Droite 1	Pente 1	24.978	28.621	360.46	669711.473	4059218.533	2.50	-2.50	1.14
P14	20325.000	Droite 1	Parabole 1	25.031	28.883	360.46	669691.142	4059203.984	2.50	-2.50	0.95
P15	20350.000	Droite 1	Parabole 1	25.083	29.094	360.46	669670.812	4059189.435	2.50	-2.50	0.75
P16	20375.000	Droite 1	Parabole 1	25.136	29.256	360.46	669650.482	4059174.886	2.50	-2.50	0.55
P17	20400.000	Droite 1	Parabole 1	25.189	29.367	360.46	669630.151	4059160.337	2.50	-2.50	0.35
P18	20425.000	Droite 1	Parabole 1	25.241	29.429	360.46	669609.821	4059145.788	2.50	-2.50	0.15
P19	20450.000	Droite 1	Parabole 1	25.294	29.440	360.46	669589.491	4059131.238	2.50	-2.50	-0.05
P20	20475.000	Droite 1	Parabole 1	25.347	29.401	360.46	669569.160	4059116.689	2.50	-2.50	-0.25
P21	20500.000	Droite 1	Parabole 1	25.398	29.313	360.46	669548.830	4059102.140	2.50	-2.50	-0.45
P22	20525.000	Droite 1	Pente 2	25.450	29.179	360.46	669528.499	4059087.591	2.50	-2.50	-0.57
P23	20550.000	Droite 1	Pente 2	25.502	29.037	360.46	669508.169	4059073.042	2.50	-2.50	-0.57
P24	20575.000	Droite 1	Pente 2	25.554	28.895	360.46	669487.839	4059058.493	2.50	-2.50	-0.57
P25	20600.000	Droite 1	Parabole 2	25.601	28.754	360.46	669467.508	4059043.944	2.50	-2.50	-0.55
P26	20625.000	Droite 1	Parabole 2	25.651	28.626	360.46	669447.178	4059029.395	2.50	-2.50	-0.47
P27	20650.000	Droite 1	Parabole 2	25.701	28.520	360.46	669426.848	4059014.846	2.50	-2.50	-0.38
P28	20675.000	Arc 1	Parabole 2	25.750	28.434	361.15	669406.456	4059000.383	2.50	-2.50	-0.30
P29	20700.000	Arc 1	Parabole 2	25.794	28.369	362.03	669385.870	4058986.198	2.50	-2.50	-0.22
P30	20725.000	Arc 1	Parabole 2	25.835	28.325	362.91	669365.090	4058972.299	2.50	-2.50	-0.13
P31	20750.000	Arc 1	Parabole 2	25.874	28.301	363.80	669344.118	4058958.691	2.50	-2.50	-0.05
P32	20775.000	Arc 1	Parabole 2	25.909	28.299	364.68	669322.960	4058945.376	2.50	-2.50	0.03
P33	20800.000	Arc 1	Parabole 2	25.942	28.317	365.57	669301.618	4058932.356	2.50	-2.50	0.12
P34	20825.000	Arc 1	Parabole 2	25.972	28.357	366.45	669280.098	4058919.633	2.50	-2.50	0.20
P35	20850.000	Arc 1	Parabole 2	25.998	28.417	367.34	669258.403	4058907.210	2.50	-2.50	0.28
P36	20875.000	Arc 1	Parabole 2	26.022	28.498	368.22	669236.538	4058895.090	2.50	-2.50	0.37
P37	20900.000	Arc 1	Parabole 2	26.043	28.599	369.10	669214.506	4058883.275	2.50	-2.50	0.45
P38	20925.000	Arc 1	Parabole 2	26.060	28.722	369.99	669192.312	4058871.767	2.50	-2.50	0.53
P39	20950.000	Arc 1	Parabole 2	26.075	28.865	370.87	669169.961	4058860.568	2.50	-2.50	0.62
P40	20975.000	Droite 2	Parabole 2	26.087	29.029	371.73	669147.457	4058849.681	2.50	-2.50	0.70
P41	21000.000	Droite 2	Parabole 2	26.105	29.214	371.73	669124.881	4058838.942	2.50	-2.50	0.78
P42	21025.000	Droite 2	Parabole 2	26.133	29.420	371.73	669102.304	4058828.203	2.50	-2.50	0.87
P43	21050.000	Droite 2	Pente 3	26.156	29.643	371.73	669079.728	4058817.465	2.50	-2.50	0.90
P44	21075.000	Droite 2	Pente 3	26.260	29.868	371.73	669057.152	4058806.726	2.50	-2.50	0.90
P45	21100.000	Droite 2	Pente 3	26.363	30.092	371.73	669034.576	4058795.987	2.50	-2.50	0.90
P46	21125.000	Droite 2	Pente 3	26.471	30.316	371.73	669012.000	4058785.249	2.50	-2.50	0.90
P47	21150.000	Droite 2	Pente 3	26.586	30.541	371.73	668989.424	4058774.510	2.50	-2.50	0.90
P48	21175.000	Droite 2	Pente 3	26.701	30.765	371.73	668966.848	4058763.771	2.50	-2.50	0.90
P49	21200.000	Droite 2	Pente 3	26.816	30.990	371.73	668944.272	4058753.033	2.50	-2.50	0.90
P50	21225.000	Droite 2	Pente 3	26.931	31.214	371.73	668921.695	4058742.294	2.50	-2.50	0.90

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P51	21250.000	Droite 2	Pente 3	27.046	31.438	371.73	668899.119	4058731.555	2.50	-2.50	0.90
P52	21275.000	Droite 2	Pente 3	27.161	31.663	371.73	668876.543	4058720.817	2.50	-2.50	0.90
P53	21300.000	Droite 2	Pente 3	27.276	31.887	371.73	668853.967	4058710.078	2.50	-2.50	0.90
P54	21325.000	Droite 2	Pente 3	27.391	32.112	371.73	668831.391	4058699.339	2.50	-2.50	0.90
P55	21350.000	Droite 2	Pente 3	27.506	32.336	371.73	668808.815	4058688.601	2.50	-2.50	0.90
P56	21375.000	Droite 2	Pente 3	27.621	32.560	371.73	668786.239	4058677.862	2.50	-2.50	0.90
P57	21400.000	Droite 2	Pente 3	27.736	32.785	371.73	668763.663	4058667.123	2.50	-2.50	0.90
P58	21425.000	Droite 2	Pente 3	27.851	33.009	371.73	668741.087	4058656.385	2.50	-2.50	0.90
P59	21450.000	Droite 2	Parabole 3	27.952	33.228	371.73	668718.510	4058645.646	2.50	-2.50	0.85
P60	21475.000	Droite 2	Parabole 3	28.081	33.434	371.73	668695.934	4058634.907	2.50	-2.50	0.79
P61	21500.000	Droite 2	Parabole 3	28.196	33.625	371.73	668673.358	4058624.169	2.50	-2.50	0.74
P62	21525.000	Droite 2	Parabole 3	28.310	33.803	371.73	668650.782	4058613.430	2.50	-2.50	0.68
P63	21550.000	Droite 2	Parabole 3	28.390	33.967	371.73	668628.206	4058602.691	2.50	-2.50	0.63
P64	21575.000	Droite 2	Parabole 3	28.468	34.117	371.73	668605.630	4058591.952	2.50	-2.50	0.57
P65	21600.000	Droite 2	Parabole 3	28.527	34.253	371.73	668583.054	4058581.214	2.50	-2.50	0.52
P66	21625.000	Droite 2	Parabole 3	28.587	34.375	371.73	668560.478	4058570.475	2.50	-2.50	0.46
P67	21650.000	Droite 2	Parabole 3	28.645	34.483	371.73	668537.902	4058559.736	2.50	-2.50	0.41
P68	21675.000	Droite 2	Parabole 3	28.703	34.577	371.73	668515.325	4058548.998	2.50	-2.50	0.35
P69	21700.000	Droite 2	Parabole 3	28.763	34.658	371.73	668492.749	4058538.259	2.50	-2.50	0.29
P70	21725.000	Droite 2	Parabole 3	28.822	34.724	371.73	668470.173	4058527.520	2.50	-2.50	0.24
P71	21750.000	Droite 2	Parabole 3	28.881	34.777	371.73	668447.597	4058516.782	2.50	-2.50	0.18
P72	21775.000	Droite 2	Parabole 3	28.940	34.816	371.73	668425.021	4058506.043	2.50	-2.50	0.13
P73	21800.000	Droite 2	Parabole 3	28.998	34.841	371.73	668402.445	4058495.304	2.50	-2.50	0.07
P74	21825.000	Droite 2	Parabole 3	29.057	34.852	371.73	668379.869	4058484.566	2.50	-2.50	0.02
P75	21850.000	Droite 2	Parabole 3	29.116	34.849	371.73	668357.293	4058473.827	2.50	-2.50	-0.04
P76	21875.000	Droite 2	Parabole 3	29.175	34.832	371.73	668334.717	4058463.088	2.50	-2.50	-0.09
P77	21900.000	Droite 2	Parabole 3	29.234	34.801	371.73	668312.140	4058452.350	2.50	-2.50	-0.15
P78	21925.000	Droite 2	Parabole 3	29.293	34.757	371.73	668289.564	4058441.611	2.50	-2.50	-0.21
P79	21950.000	Droite 2	Parabole 3	29.350	34.698	371.73	668266.988	4058430.872	2.50	-2.50	-0.26
P80	21975.000	Droite 2	Parabole 3	29.406	34.626	371.73	668244.412	4058420.134	2.50	-2.50	-0.32
P81	22000.000	Droite 2	Parabole 3	29.469	34.540	371.73	668221.836	4058409.395	2.50	-2.50	-0.37
P82	22025.000	Droite 2	Parabole 3	29.528	34.440	371.73	668199.260	4058398.656	2.50	-2.50	-0.43
P83	22050.000	Droite 2	Parabole 3	29.587	34.326	371.73	668176.684	4058387.918	2.50	-2.50	-0.48
P84	22075.000	Droite 2	Parabole 3	29.645	34.198	371.73	668154.108	4058377.179	2.50	-2.50	-0.54
P85	22100.000	Droite 2	Pente 4	29.703	34.062	371.73	668131.532	4058366.440	2.50	-2.50	-0.54
P86	22125.000	Droite 2	Pente 4	29.753	33.926	371.73	668108.955	4058355.702	2.50	-2.50	-0.54
P87	22150.000	Droite 2	Pente 4	29.807	33.790	371.73	668086.379	4058344.963	2.50	-2.50	-0.54
P88	22175.000	Droite 2	Pente 4	29.878	33.654	371.73	668063.803	4058334.224	2.50	-2.50	-0.54
P89	22200.000	Droite 2	Pente 4	29.940	33.518	371.73	668041.227	4058323.486	2.50	-2.50	-0.54
P90	22225.000	Droite 2	Pente 4	29.996	33.382	371.73	668018.651	4058312.747	2.50	-2.50	-0.54
P91	22250.000	Droite 2	Pente 4	30.044	33.246	371.73	667996.075	4058302.008	2.50	-2.50	-0.54
P92	22275.000	Droite 2	Pente 4	30.093	33.110	371.73	667973.499	4058291.270	2.50	-2.50	-0.54
P93	22300.000	Droite 2	Pente 4	30.140	32.974	371.73	667950.923	4058280.531	2.50	-2.50	-0.54
P94	22325.000	Droite 2	Pente 4	30.193	32.839	371.73	667928.346	4058269.792	2.50	-2.50	-0.54
P95	22350.000	Droite 2	Pente 4	30.252	32.703	371.73	667905.770	4058259.054	2.50	-2.50	-0.54
P96	22375.000	Droite 2	Pente 4	30.315	32.567	371.73	667883.194	4058248.315	2.50	-2.50	-0.54
P97	22400.000	Droite 2	Parabole 4	30.418	32.438	371.73	667860.618	4058237.576	2.50	-2.50	-0.47
P98	22425.000	Droite 2	Parabole 4	30.517	32.330	371.73	667838.042	4058226.838	2.50	-2.50	-0.39
P99	22450.000	Droite 2	Parabole 4	30.532	32.242	371.73	667815.466	4058216.099	2.50	-2.50	-0.31
P100	22475.000	Droite 2	Parabole 4	30.523	32.176	371.73	667792.890	4058205.360	2.50	-2.50	-0.22
P101	22500.000	Droite 2	Parabole 4	30.508	32.130	371.73	667770.314	4058194.622	2.50	-2.50	-0.14
P102	22525.000	Droite 2	Parabole 4	30.494	32.105	371.73	667747.738	4058183.883	2.50	-2.50	-0.06
P103	22550.000	Arc 2	Parabole 4	30.496	32.101	372.41	667725.118	4058173.235	2.50	-2.50	0.03
P104	22575.000	Arc 2	Parabole 4	30.527	32.117	373.29	667702.358	4058162.894	2.50	-2.50	0.11
P105	22600.000	Arc 2	Parabole 4	30.558	32.155	374.18	667679.456	4058152.870	2.50	-2.50	0.19
P106	22625.000	Arc 2	Parabole 4	30.591	32.213	375.06	667656.417	4058143.165	2.50	-2.50	0.28
P107	22650.000	Arc 2	Parabole 4	30.621	32.293	375.95	667633.245	4058133.781	2.50	-2.50	0.36
P108	22675.000	Arc 2	Parabole 4	30.650	32.393	376.83	667609.945	4058124.719	2.50	-2.50	0.44
P109	22700.000	Droite 3	Parabole 4	30.675	32.513	377.58	667586.523	4058115.978	2.50	-2.50	0.53
P110	22725.000	Droite 3	Parabole 4	30.702	32.655	377.58	667563.058	4058107.354	2.50	-2.50	0.61
P111	22750.000	Droite 3	Parabole 4	30.735	32.818	377.58	667539.592	4058098.730	2.50	-2.50	0.69

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P112	22775.000	Droite 3	Parabole 4	30.777	33.001	377.58	667516.127	4058090.106	2.50	-2.50	0.78
P113	22800.000	Droite 3	Parabole 4	30.833	33.205	377.58	667492.662	4058081.481	2.50	-2.50	0.86
P114	22825.000	Droite 3	Parabole 4	30.881	33.430	377.58	667469.196	4058072.857	2.50	-2.50	0.94
P115	22850.000	Droite 3	Pente 5	30.726	33.676	377.58	667445.731	4058064.233	2.50	-2.50	1.02
P116	22875.000	Droite 3	Pente 5	30.550	33.931	377.58	667422.266	4058055.609	2.50	-2.50	1.02
P117	22900.000	Droite 3	Pente 5	30.519	34.185	377.58	667398.800	4058046.984	2.50	-2.50	1.02
P118	22925.000	Droite 3	Pente 5	30.488	34.439	377.58	667375.335	4058038.360	2.50	-2.50	1.02
P119	22950.000	Droite 3	Pente 5	30.458	34.694	377.58	667351.870	4058029.736	2.50	-2.50	1.02
P120	22975.000	Droite 3	Pente 5	30.498	34.948	377.58	667328.404	4058021.112	2.50	-2.50	1.02
P121	23000.000	Droite 3	Pente 5	30.591	35.203	377.58	667304.939	4058012.487	2.50	-2.50	1.02
P122	23025.000	Droite 3	Pente 5	30.428	35.457	377.58	667281.474	4058003.863	2.50	-2.50	1.02
P123	23050.000	Droite 3	Pente 5	30.334	35.712	377.58	667258.008	4057995.239	2.50	-2.50	1.02
P124	23075.000	Arc 3	Pente 5	30.303	35.966	376.87	667234.582	4057986.509	2.50	-2.50	1.02
P125	23100.000	Arc 3	Pente 5	30.272	36.221	375.98	667211.277	4057977.461	2.50	-2.50	1.02
P126	23125.000	Arc 3	Pente 5	30.241	36.475	375.10	667188.100	4057968.091	2.50	-2.50	1.02
P127	23150.000	Arc 3	Pente 5	30.210	36.729	374.21	667165.055	4057958.399	2.50	-2.50	1.02
P128	23175.000	Arc 3	Pente 5	30.205	36.984	373.33	667142.147	4057948.388	2.50	-2.50	1.02
P129	23200.000	Droite 4	Pente 5	30.147	37.238	373.03	667119.350	4057938.128	2.50	-2.50	1.02
P130	23225.000	Droite 4	Pente 5	30.116	37.493	373.03	667096.560	4057927.850	2.50	-2.50	1.02
P131	23250.000	Droite 4	Pente 5	30.101	37.747	373.03	667073.771	4057917.571	2.50	-2.50	1.02
P132	23275.000	Droite 4	Pente 5	30.154	38.002	373.03	667050.982	4057907.292	2.50	-2.50	1.02
P133	23300.000	Droite 4	Pente 5	30.495	38.256	373.03	667028.193	4057897.013	2.50	-2.50	1.02
P134	23325.000	Droite 4	Pente 5	30.878	38.511	373.03	667005.404	4057886.734	2.50	-2.50	1.02
P135	23350.000	Droite 4	Pente 5	31.261	38.765	373.03	666982.615	4057876.456	2.50	-2.50	1.02
P136	23375.000	Droite 4	Pente 5	31.590	39.019	373.03	666959.825	4057866.177	2.50	-2.50	1.02
P137	23400.000	Droite 4	Pente 5	31.846	39.274	373.03	666937.036	4057855.898	2.50	-2.50	1.02
P138	23425.000	Droite 4	Pente 5	32.035	39.528	373.03	666914.247	4057845.619	2.50	-2.50	1.02
P139	23450.000	Droite 4	Pente 5	32.054	39.783	373.03	666891.458	4057835.340	2.50	-2.50	1.02
P140	23475.000	Droite 4	Pente 5	32.172	40.037	373.03	666868.669	4057825.062	2.50	-2.50	1.02
P141	23500.000	Droite 4	Pente 5	32.289	40.292	373.03	666845.880	4057814.783	2.50	-2.50	1.02
P142	23525.000	Droite 4	Pente 5	32.406	40.546	373.03	666823.090	4057804.504	2.50	-2.50	1.02
P143	23550.000	Droite 4	Pente 5	32.550	40.801	373.03	666800.301	4057794.225	2.50	-2.50	1.02
P144	23575.000	Droite 4	Pente 5	32.700	41.055	373.03	666777.512	4057783.946	2.50	-2.50	1.02
P145	23600.000	Droite 4	Parabole 5	32.850	41.308	373.03	666754.723	4057773.668	2.50	-2.50	0.99
P146	23625.000	Droite 4	Parabole 5	32.969	41.549	373.03	666731.934	4057763.389	2.50	-2.50	0.94
P147	23650.000	Droite 4	Parabole 5	33.056	41.775	373.03	666709.145	4057753.110	2.50	-2.50	0.88
P148	23675.000	Droite 4	Parabole 5	33.235	41.988	373.03	666686.355	4057742.831	2.50	-2.50	0.82
P149	23700.000	Arc 4	Parabole 5	33.415	42.187	373.08	666663.566	4057732.553	2.50	-2.50	0.77
P150	23725.000	Arc 4	Parabole 5	33.595	42.372	374.08	666640.689	4057722.473	2.50	-2.50	0.71
P151	23750.000	Arc 4	Parabole 5	33.716	42.544	375.07	666617.656	4057712.751	2.50	-2.50	0.66
P152	23775.000	Arc 4	Parabole 5	33.827	42.701	376.07	666594.475	4057703.391	2.50	-2.50	0.60
P153	23800.000	Arc 4	Parabole 5	33.840	42.845	377.06	666571.151	4057694.393	2.50	-2.50	0.55
P154	23825.000	Arc 4	Parabole 5	33.837	42.974	378.05	666547.688	4057685.762	2.50	-2.50	0.49
P155	23850.000	Arc 4	Parabole 5	34.203	43.090	379.05	666524.094	4057677.498	2.50	-2.50	0.44
P156	23875.000	Arc 4	Parabole 5	34.546	43.192	380.04	666500.373	4057669.603	2.50	-2.50	0.38
P157	23900.000	Arc 4	Parabole 5	34.778	43.280	381.04	666476.532	4057662.081	2.50	-2.50	0.32
P158	23925.000	Arc 4	Parabole 5	34.953	43.354	382.03	666452.577	4057654.931	2.50	-2.50	0.27
P159	23950.000	Arc 4	Parabole 5	35.127	43.414	383.03	666428.512	4057648.157	2.50	-2.50	0.21
P160	23975.000	Arc 4	Parabole 5	35.301	43.460	384.02	666404.345	4057641.760	2.50	-2.50	0.16
P161	24000.000	Arc 4	Parabole 5	35.473	43.492	385.02	666380.080	4057635.741	2.50	-2.50	0.10
P162	24025.000	Arc 4	Parabole 5	35.645	43.511	386.01	666355.725	4057630.101	2.50	-2.50	0.05
P163	24050.000	Arc 4	Parabole 5	35.816	43.516	387.01	666331.284	4057624.843	2.50	-2.50	-0.01
P164	24075.000	Arc 4	Parabole 5	35.986	43.506	388.00	666306.765	4057619.968	2.50	-2.50	-0.06
P165	24100.000	Arc 4	Parabole 5	36.130	43.483	389.00	666282.172	4057615.476	2.50	-2.50	-0.12
P166	24125.000	Arc 4	Parabole 5	36.167	43.446	389.99	666257.512	4057611.369	2.50	-2.50	-0.18
P167	24150.000	Arc 4	Parabole 5	36.189	43.395	390.99	666232.790	4057607.648	2.50	-2.50	-0.23
P168	24175.000	Arc 4	Parabole 5	36.191	43.330	391.98	666208.014	4057604.314	2.50	-2.50	-0.29
P169	24200.000	Droite 5	Parabole 5	36.176	43.251	392.55	666183.193	4057601.331	2.50	-2.50	-0.34
P170	24225.000	Droite 5	Parabole 5	36.201	43.159	392.55	666158.364	4057598.412	2.50	-2.50	-0.40
P171	24250.000	Droite 5	Parabole 5	36.243	43.052	392.55	666133.535	4057595.493	2.50	-2.50	-0.45
P172	24275.000	Droite 5	Parabole 5	36.253	42.932	392.55	666108.706	4057592.573	2.50	-2.50	-0.51

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P173	24300.000	Droite 5	Parabole 5	36.048	42.798	392.55	666083.877	4057589.654	2.50	-2.50	-0.56
P174	24325.000	Droite 5	Pente 6	35.832	42.656	392.55	666059.048	4057586.735	2.50	-2.50	-0.57
P175	24350.000	Droite 5	Pente 6	35.814	42.515	392.55	666034.219	4057583.816	2.50	-2.50	-0.57
P176	24375.000	Droite 5	Pente 6	35.946	42.374	392.55	666009.390	4057580.896	2.50	-2.50	-0.57
P177	24400.000	Droite 5	Pente 6	36.077	42.232	392.55	665984.561	4057577.977	2.50	-2.50	-0.57
P178	24425.000	Droite 5	Pente 6	35.776	42.091	392.55	665959.732	4057575.058	2.50	-2.50	-0.57
P179	24450.000	Droite 5	Pente 6	35.187	41.950	392.55	665934.903	4057572.139	2.50	-2.50	-0.57
P180	24475.000	Droite 5	Pente 6	34.599	41.809	392.55	665910.074	4057569.219	2.50	-2.50	-0.57
P181	24500.000	Droite 5	Pente 6	34.973	41.667	392.55	665885.245	4057566.300	2.50	-2.50	-0.57
P182	24525.000	Droite 5	Pente 6	35.773	41.526	392.55	665860.416	4057563.381	2.50	-2.50	-0.57
P183	24550.000	Droite 5	Pente 6	36.573	41.385	392.55	665835.587	4057560.461	2.50	-2.50	-0.57
P184	24575.000	Droite 5	Pente 6	36.992	41.243	392.55	665810.758	4057557.542	2.50	-2.50	-0.57
P185	24600.000	Droite 5	Pente 6	37.319	41.102	392.55	665785.929	4057554.623	2.50	-2.50	-0.57
P186	24625.000	Droite 5	Pente 6	37.646	40.961	392.55	665761.100	4057551.704	2.50	-2.50	-0.57
P187	24650.000	Droite 5	Pente 6	37.829	40.820	392.55	665736.271	4057548.784	2.50	-2.50	-0.57
P188	24675.000	Droite 5	Pente 6	37.894	40.678	392.55	665711.442	4057545.865	2.50	-2.50	-0.57
P189	24700.000	Droite 5	Pente 6	38.005	40.537	392.55	665686.613	4057542.946	2.50	-2.50	-0.57
P190	24725.000	Clothoïde 1	Pente 6	38.131	40.396	392.37	665661.787	4057540.007	2.50	-1.01	-0.57
P191	24750.000	Clothoïde 1	Parabole 6	38.210	40.254	391.68	665636.980	4057536.901	2.50	0.78	-0.55
P192	24775.000	Clothoïde 1	Parabole 6	38.292	40.137	390.48	665612.223	4057533.427	2.56	2.56	-0.39
P193	24800.000	Clothoïde 1	Parabole 6	38.313	40.061	388.77	665587.553	4057529.388	4.35	4.35	-0.22
P194	24825.000	Arc 5	Parabole 6	38.246	40.026	386.58	665563.019	4057524.589	5.39	5.39	-0.05
P195	24850.000	Arc 5	Parabole 6	38.391	40.034	384.31	665538.671	4057518.923	5.39	5.39	0.11
P196	24875.000	Arc 5	Parabole 6	38.596	40.083	382.03	665514.540	4057512.391	5.39	5.39	0.28
P197	24900.000	Arc 5	Parabole 6	38.819	40.174	379.76	665490.659	4057505.002	5.39	5.39	0.45
P198	24925.000	Arc 5	Parabole 6	38.951	40.306	377.49	665467.056	4057496.765	5.39	5.39	0.61
P199	24950.000	Arc 5	Parabole 6	39.077	40.480	375.21	665443.762	4057487.691	5.39	5.39	0.78
P200	24975.000	Arc 5	Parabole 6	38.823	40.696	372.94	665420.808	4057477.790	5.39	5.39	0.95
P201	25000.000	Arc 5	Parabole 6	38.583	40.953	370.67	665398.221	4057467.077	5.39	5.39	1.11
P202	25025.000	Arc 5	Parabole 6	38.852	41.252	368.39	665376.032	4057455.563	5.39	5.39	1.28
P203	25050.000	Clothoïde 2	Parabole 6	38.881	41.593	366.16	665354.267	4057443.267	4.67	4.67	1.45
P204	25075.000	Clothoïde 2	Parabole 6	38.738	41.975	364.35	665332.908	4057430.276	2.89	2.89	1.61
P205	25100.000	Clothoïde 2	Parabole 6	38.618	42.399	363.06	665311.871	4057416.769	2.50	1.10	1.78
P206	25125.000	Clothoïde 2	Parabole 6	38.596	42.865	362.28	665291.058	4057402.920	2.50	-0.68	1.95
P207	25150.000	Clothoïde 2	Pente 7	39.119	43.355	362.01	665270.358	4057388.901	2.50	-2.47	1.96
P208	25175.000	Droite 6	Pente 7	39.639	43.846	362.01	665249.679	4057374.853	2.50	-2.50	1.96
P209	25200.000	Droite 6	Pente 7	40.145	44.337	362.01	665228.999	4057360.804	2.50	-2.50	1.96
P210	25225.000	Droite 6	Pente 7	40.649	44.827	362.01	665208.320	4057346.756	2.50	-2.50	1.96
P211	25250.000	Droite 6	Pente 7	41.191	45.318	362.01	665187.640	4057332.707	2.50	-2.50	1.96
P212	25275.000	Droite 6	Pente 7	41.784	45.809	362.01	665166.961	4057318.659	2.50	-2.50	1.96
P213	25300.000	Droite 6	Pente 7	42.378	46.299	362.01	665146.282	4057304.610	2.50	-2.50	1.96
P214	25325.000	Droite 6	Pente 7	42.963	46.790	362.01	665125.602	4057290.562	2.50	-2.50	1.96
P215	25350.000	Droite 6	Pente 7	43.284	47.281	362.01	665104.923	4057276.513	2.50	-2.50	1.96
P216	25375.000	Droite 6	Pente 7	43.419	47.772	362.01	665084.243	4057262.465	2.50	-2.50	1.96
P217	25400.000	Droite 6	Pente 7	43.183	48.262	362.01	665063.564	4057248.416	2.50	-2.50	1.96
P218	25425.000	Droite 6	Pente 7	42.714	48.753	362.01	665042.884	4057234.368	2.50	-2.50	1.96
P219	25450.000	Droite 6	Pente 7	42.245	49.244	362.01	665022.205	4057220.319	2.50	-2.50	1.96
P220	25475.000	Droite 6	Pente 7	41.776	49.734	362.01	665001.525	4057206.271	2.50	-2.50	1.96
P221	25500.000	Droite 6	Pente 7	41.355	50.225	362.01	664980.846	4057192.222	2.50	-2.50	1.96
P222	25525.000	Droite 6	Pente 7	42.099	50.716	362.01	664960.167	4057178.174	2.50	-2.50	1.96
P223	25550.000	Droite 6	Pente 7	42.623	51.206	362.01	664939.487	4057164.125	2.50	-2.50	1.96
P224	25575.000	Droite 6	Pente 7	43.455	51.697	362.01	664918.808	4057150.077	2.50	-2.50	1.96
P225	25600.000	Droite 6	Pente 7	43.812	52.188	362.01	664898.128	4057136.028	2.50	-2.50	1.96
P226	25625.000	Droite 6	Pente 7	43.551	52.679	362.01	664877.449	4057121.980	2.50	-2.50	1.96
P227	25650.000	Droite 6	Pente 7	43.162	53.169	362.01	664856.769	4057107.931	2.50	-2.50	1.96
P227-1	25668.600	Droite 6	Pente 7	42.968	53.534	362.01	664841.384	4057097.479	2.50	-2.50	1.96
P227-2	25668.610	Droite 6	Pente 7	42.968	53.535	362.01	664841.375	4057097.473	2.50	-2.50	1.96
P228	25675.000	Droite 6	Pente 7	42.904	53.660	362.01	664836.090	4057093.883	2.50	-2.50	1.96
P229	25700.000	Droite 6	Parabole 7	43.527	54.149	362.01	664815.410	4057079.834	2.50	-2.50	1.93
P230	25725.000	Clothoïde 3	Parabole 7	44.264	54.619	362.19	664794.720	4057065.802	1.01	-2.50	1.83
P231	25750.000	Clothoïde 3	Parabole 7	45.003	55.063	362.87	664773.936	4057051.909	-0.77	-2.50	1.72

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P232	25775.000	Clothoïde 3	Parabole 7	45.747	55.480	364.07	664752.949	4057038.325	-2.56	-2.56	1.62
P233	25800.000	Clothoïde 3	Parabole 7	46.494	55.872	365.79	664731.656	4057025.226	-4.34	-4.34	1.51
P234	25825.000	Arc 6	Parabole 7	47.254	56.237	367.97	664709.970	4057012.790	-5.39	-5.39	1.41
P235	25850.000	Arc 6	Parabole 7	47.948	56.576	370.25	664687.857	4057001.130	-5.39	-5.39	1.31
P236	25875.000	Arc 6	Parabole 7	48.662	56.890	372.52	664665.342	4056990.267	-5.39	-5.39	1.20
P236-1	25893.000	Arc 6	Parabole 7	49.225	57.099	374.16	664648.898	4056982.948	-5.39	-5.39	1.13
P236-2	25894.000	Arc 6	Parabole 7	49.261	57.110	374.25	664647.979	4056982.553	-5.39	-5.39	1.12
P237	25900.000	Arc 6	Parabole 7	49.480	57.177	374.79	664642.453	4056980.215	-5.39	-5.39	1.10
P238	25925.000	Arc 6	Parabole 7	50.391	57.438	377.07	664619.220	4056970.987	-5.39	-5.39	0.99
P239	25950.000	Arc 6	Parabole 7	51.246	57.674	379.34	664595.672	4056962.595	-5.39	-5.39	0.89
P240	25975.000	Arc 6	Parabole 7	52.125	57.883	381.61	664571.840	4056955.048	-5.39	-5.39	0.78
P241	26000.000	Arc 6	Parabole 7	53.007	58.066	383.89	664547.753	4056948.358	-5.39	-5.39	0.68
P242	26025.000	Arc 6	Parabole 7	53.691	58.223	386.16	664523.443	4056942.531	-5.39	-5.39	0.58
P243	26050.000	Arc 6	Parabole 7	54.833	58.354	388.44	664498.940	4056937.577	-5.39	-5.39	0.47
P244	26075.000	Arc 6	Parabole 7	56.039	58.459	390.71	664474.276	4056933.500	-5.39	-5.39	0.37
P245	26100.000	Arc 6	Parabole 7	58.396	58.538	392.98	664449.482	4056930.307	-5.39	-5.39	0.26
P246	26125.000	Arc 6	Parabole 7	59.269	58.591	395.26	664424.590	4056928.001	-5.39	-5.39	0.16
P247	26150.000	Arc 6	Parabole 7	60.124	58.618	397.53	664399.632	4056926.585	-5.39	-5.39	0.06
P248	26175.000	Arc 6	Parabole 7	60.948	58.619	399.80	664374.638	4056926.062	-5.39	-5.39	-0.05
P249	26200.000	Arc 6	Parabole 7	59.958	58.593	2.08	664349.643	4056926.431	-5.39	-5.39	-0.15
P250	26225.000	Arc 6	Parabole 7	59.024	58.542	4.35	664324.676	4056927.692	-5.39	-5.39	-0.26
P251	26250.000	Arc 6	Parabole 7	58.549	58.465	6.62	664299.770	4056929.844	-5.39	-5.39	-0.36
P252	26275.000	Arc 6	Parabole 7	57.512	58.362	8.90	664274.957	4056932.885	-5.39	-5.39	-0.47
P253	26300.000	Arc 6	Parabole 7	56.391	58.232	11.17	664250.268	4056936.809	-5.39	-5.39	-0.57
P254	26325.000	Clothoïde 4	Parabole 7	54.976	58.077	13.33	664225.733	4056941.602	-4.20	-4.20	-0.67
P255	26350.000	Clothoïde 4	Parabole 7	53.753	57.895	15.00	664201.354	4056947.136	-2.41	-2.50	-0.78
P256	26375.000	Clothoïde 4	Parabole 7	52.586	57.688	16.16	664177.104	4056953.211	-0.63	-2.50	-0.88
P257	26400.000	Clothoïde 4	Parabole 7	51.422	57.454	16.81	664152.941	4056959.628	1.16	-2.50	-0.99
P258	26425.000	Droite 7	Parabole 7	50.465	57.195	16.95	664128.819	4056966.193	2.50	-2.50	-1.09
P259	26450.000	Droite 7	Pente 8	49.416	56.909	16.95	664104.700	4056972.772	2.50	-2.50	-1.19
P260	26475.000	Droite 7	Pente 8	48.367	56.613	16.95	664080.581	4056979.350	2.50	-2.50	-1.19
P261	26500.000	Droite 7	Pente 8	47.792	56.316	16.95	664056.462	4056985.929	2.50	-2.50	-1.19
P262	26525.000	Droite 7	Pente 8	47.552	56.020	16.95	664032.343	4056992.507	2.50	-2.50	-1.19
P263	26550.000	Droite 7	Pente 8	47.130	55.724	16.95	664008.224	4056999.086	2.50	-2.50	-1.19
P264	26575.000	Droite 7	Pente 8	46.878	55.427	16.95	663984.105	4057005.665	2.50	-2.50	-1.19
P265	26600.000	Droite 7	Pente 8	46.877	55.131	16.95	663959.986	4057012.243	2.50	-2.50	-1.19
P266	26625.000	Droite 7	Pente 8	46.876	54.835	16.95	663935.867	4057018.822	2.50	-2.50	-1.19
P267	26650.000	Droite 7	Pente 8	46.865	54.538	16.95	663911.749	4057025.401	2.50	-2.50	-1.19
P268	26675.000	Droite 7	Pente 8	46.820	54.242	16.95	663887.630	4057031.979	2.50	-2.50	-1.19
P269	26700.000	Droite 7	Pente 8	46.775	53.945	16.95	663863.511	4057038.558	2.50	-2.50	-1.19
P270	26725.000	Droite 7	Pente 8	46.730	53.649	16.95	663839.392	4057045.136	2.50	-2.50	-1.19
P271	26750.000	Droite 7	Parabole 8	46.685	53.368	16.95	663815.273	4057051.715	2.50	-2.50	-0.96
P272	26775.000	Droite 7	Parabole 8	46.640	53.180	16.95	663791.154	4057058.294	2.50	-2.50	-0.54
P273	26800.000	Droite 7	Parabole 8	46.595	53.097	16.95	663767.035	4057064.872	2.50	-2.50	-0.13
P274	26825.000	Droite 7	Parabole 8	46.551	53.118	16.95	663742.916	4057071.451	2.50	-2.50	0.29
P275	26850.000	Droite 7	Parabole 8	46.506	53.242	16.95	663718.797	4057078.030	2.50	-2.50	0.71
P276	26875.000	Droite 7	Pente 9	46.461	53.471	16.95	663694.678	4057084.608	2.50	-2.50	1.11
P276-1	26878.670	Droite 7	Pente 9	46.454	53.512	16.95	663691.138	4057085.574	2.50	-2.50	1.11
P276-2	26878.683	Droite 7	Pente 9	46.454	53.512	16.95	663691.125	4057085.577	2.50	-2.50	1.11
P277	26900.000	Droite 7	Pente 9	46.464	53.750	16.95	663670.560	4057091.187	2.50	-2.50	1.11
P277-1	26923.540	Droite 7	Pente 9	46.483	54.012	16.95	663647.849	4057097.381	2.50	-2.50	1.11
P277-2	26923.546	Droite 7	Pente 9	46.483	54.012	16.95	663647.844	4057097.383	2.50	-2.50	1.11
P278	26925.000	Droite 7	Pente 9	46.484	54.029	16.95	663646.441	4057097.766	2.50	-2.50	1.11
P279	26950.000	Droite 7	Pente 9	46.505	54.307	16.95	663622.322	4057104.344	2.50	-2.50	1.11
P280	26975.000	Droite 7	Pente 9	46.720	54.586	16.95	663598.203	4057110.923	2.50	-2.50	1.11
P281	27000.000	Droite 7	Pente 9	47.137	54.864	16.95	663574.084	4057117.501	2.50	-2.50	1.11
P282	27025.000	Droite 7	Pente 9	47.553	55.143	16.95	663549.965	4057124.080	2.50	-2.50	1.11
P283	27050.000	Clothoïde 5	Pente 9	47.766	55.422	16.94	663525.846	4057130.658	2.50	-2.50	1.11
P284	27075.000	Clothoïde 5	Pente 9	47.733	55.700	16.69	663501.717	4057137.198	2.50	-2.50	1.11
P284-1	27089.165	Clothoïde 5	Pente 9	47.762	55.858	16.39	663488.028	4057140.840	2.50	-2.50	1.11
P284-2	27089.170	Clothoïde 5	Pente 9	47.762	55.858	16.39	663488.023	4057140.841	2.50	-2.50	1.11

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P285	27100.000	Clothoïde 5	Pente 9	47.785	55.979	16.09	663477.544	4057143.575	2.50	-2.50	1.11
P286	27125.000	Clothoïde 5	Pente 9	47.796	56.257	15.12	663453.294	4057149.652	2.50	-2.50	1.11
P286-1	27138.580	Clothoïde 5	Pente 9	47.731	56.409	14.44	663440.079	4057152.778	2.50	-2.50	1.11
P286-2	27138.589	Clothoïde 5	Pente 9	47.731	56.409	14.44	663440.070	4057152.780	2.50	-2.50	1.11
P287	27150.000	Clothoïde 5	Pente 9	47.677	56.536	13.79	663428.938	4057155.291	2.50	-2.50	1.11
P288	27175.000	Arc 7	Pente 9	47.565	56.815	12.21	663404.459	4057160.364	2.50	-2.50	1.11
P289	27200.000	Arc 7	Pente 9	47.458	57.093	10.62	663379.861	4057164.823	2.50	-2.50	1.11
P290	27225.000	Arc 7	Pente 9	47.345	57.372	9.03	663355.158	4057168.666	2.50	-2.50	1.11
P291	27250.000	Arc 7	Parabole 9	47.241	57.647	7.44	663330.368	4057171.890	2.50	-2.50	1.07
P292	27275.000	Arc 7	Parabole 9	47.142	57.903	5.85	663305.505	4057174.494	2.50	-2.50	0.98
P293	27300.000	Arc 7	Parabole 9	47.009	58.138	4.25	663280.584	4057176.475	2.50	-2.50	0.90
P294	27325.000	Arc 7	Parabole 9	46.883	58.352	2.66	663255.621	4057177.832	2.50	-2.50	0.82
P295	27350.000	Arc 7	Parabole 9	46.765	58.546	1.07	663230.633	4057178.566	2.50	-2.50	0.73
P296	27375.000	Arc 7	Parabole 9	46.655	58.719	399.48	663205.634	4057178.674	2.50	-2.50	0.65
P297	27400.000	Arc 7	Parabole 9	46.554	58.870	397.89	663180.640	4057178.157	2.50	-2.50	0.57
P297-1	27414.757	Arc 7	Parabole 9	46.498	58.950	396.95	663165.895	4057177.559	2.50	-2.50	0.52
P297-2	27414.770	Arc 7	Parabole 9	46.498	58.950	396.95	663165.882	4057177.559	2.50	-2.50	0.52
P298	27425.000	Arc 7	Parabole 9	46.461	59.001	396.30	663155.666	4057177.016	2.50	-2.50	0.48
P299	27450.000	Arc 7	Parabole 9	46.376	59.112	394.71	663130.729	4057175.251	2.50	-2.50	0.40
P300	27475.000	Arc 7	Parabole 9	46.299	59.201	393.11	663105.844	4057172.863	2.50	-2.50	0.32
P301	27500.000	Arc 7	Parabole 9	46.231	59.269	391.52	663081.027	4057169.854	2.50	-2.50	0.23
P302	27525.000	Arc 7	Parabole 9	46.172	59.317	389.93	663056.292	4057166.225	2.50	-2.50	0.15
P302-1	27536.360	Arc 7	Parabole 9	46.147	59.332	389.21	663045.084	4057164.372	2.50	-2.50	0.11
P302-2	27536.371	Arc 7	Parabole 9	46.147	59.332	389.21	663045.073	4057164.370	2.50	-2.50	0.11
P303	27550.000	Arc 7	Parabole 9	46.120	59.344	388.34	663031.656	4057161.979	2.50	-2.50	0.07
P304	27575.000	Arc 7	Parabole 9	46.078	59.350	386.75	663007.134	4057157.119	2.50	-2.50	-0.02
P305	27600.000	Arc 7	Parabole 9	45.835	59.335	385.16	662982.741	4057151.647	2.50	-2.50	-0.10
P306	27625.000	Arc 7	Parabole 9	45.613	59.299	383.56	662958.492	4057145.567	2.50	-2.50	-0.18
P307	27650.000	Arc 7	Parabole 9	45.671	59.243	381.97	662934.403	4057138.883	2.50	-2.50	-0.27
P308	27675.000	Arc 7	Parabole 9	45.974	59.166	380.38	662910.488	4057131.598	2.50	-2.50	-0.35
P309	27700.000	Arc 7	Parabole 9	46.057	59.067	378.79	662886.763	4057123.719	2.50	-2.50	-0.43
P310	27725.000	Arc 7	Parabole 9	46.026	58.948	377.20	662863.242	4057115.248	2.50	-2.50	-0.52
P310-1	27747.500	Arc 7	Parabole 9	46.036	58.823	375.77	662842.261	4057107.124	2.50	-2.50	-0.59
P310-2	27747.510	Arc 7	Parabole 9	46.036	58.823	375.77	662842.251	4057107.121	2.50	-2.50	-0.59
P311	27750.000	Arc 7	Parabole 9	46.046	58.809	375.61	662839.941	4057106.193	2.50	-2.50	-0.60
P312	27775.000	Arc 7	Pente 10	46.146	58.656	374.02	662816.873	4057096.557	2.50	-2.50	-0.61
P313	27800.000	Arc 7	Pente 10	46.250	58.504	372.42	662794.053	4057086.348	2.50	-2.50	-0.61
P314	27825.000	Arc 7	Pente 10	46.259	58.351	370.83	662771.496	4057075.572	2.50	-2.50	-0.61
P315	27850.000	Arc 7	Pente 10	46.315	58.199	369.24	662749.215	4057064.235	2.50	-2.50	-0.61
P316	27875.000	Arc 7	Pente 10	46.378	58.047	367.65	662727.224	4057052.345	2.50	-2.50	-0.61
P317	27900.000	Arc 7	Pente 10	46.446	57.894	366.06	662705.537	4057039.909	2.50	-2.50	-0.61
P318	27925.000	Arc 7	Pente 10	47.239	57.742	364.47	662684.168	4057026.935	2.50	-2.50	-0.61
P319	27950.000	Clothoïde 6	Pente 10	48.804	57.589	362.87	662663.130	4057013.430	2.50	-2.50	-0.61
P319-1	27961.640	Clothoïde 6	Pente 10	49.553	57.518	362.17	662653.450	4057006.966	2.50	-2.50	-0.61
P319-2	27961.648	Clothoïde 6	Pente 10	49.553	57.518	362.17	662653.444	4057006.962	2.50	-2.50	-0.61
P320	27975.000	Clothoïde 6	Pente 10	50.606	57.437	361.47	662642.423	4056999.424	2.50	-2.50	-0.61
P321	28000.000	Clothoïde 6	Pente 10	52.843	57.285	360.42	662621.989	4056985.021	2.50	-2.50	-0.61
P322	28025.000	Clothoïde 6	Pente 10	54.336	57.132	359.73	662601.754	4056970.340	2.50	-2.50	-0.61
P323	28050.000	Clothoïde 6	Pente 10	52.111	56.980	359.39	662581.638	4056955.496	2.50	-2.50	-0.61
P324	28075.000	Droite 8	Pente 10	51.759	56.827	359.36	662561.560	4056940.600	2.50	-2.50	-0.61
P325	28100.000	Droite 8	Pente 10	49.316	56.675	359.36	662541.483	4056925.703	2.50	-2.50	-0.61
P326	28125.000	Droite 8	Pente 10	49.031	56.522	359.36	662521.407	4056910.806	2.50	-2.50	-0.61
P327	28150.000	Droite 8	Pente 10	48.746	56.370	359.36	662501.330	4056895.908	2.50	-2.50	-0.61
P328	28175.000	Droite 8	Pente 10	48.462	56.218	359.36	662481.254	4056881.011	2.50	-2.50	-0.61
P329	28200.000	Droite 8	Pente 10	47.585	56.065	359.36	662461.177	4056866.113	2.50	-2.50	-0.61
P330	28225.000	Droite 8	Pente 10	47.697	55.913	359.36	662441.101	4056851.216	2.50	-2.50	-0.61
P331	28250.000	Droite 8	Pente 10	47.707	55.760	359.36	662421.024	4056836.319	2.50	-2.50	-0.61
P332	28275.000	Droite 8	Pente 10	47.558	55.608	359.36	662400.947	4056821.421	2.50	-2.50	-0.61
P333	28300.000	Droite 8	Pente 10	47.531	55.456	359.36	662380.871	4056806.524	2.50	-2.50	-0.61
P334	28325.000	Droite 8	Pente 10	47.857	55.303	359.36	662360.794	4056791.627	2.50	-2.50	-0.61
P335	28350.000	Droite 8	Pente 10	48.179	55.151	359.36	662340.718	4056776.729	2.50	-2.50	-0.61

Annexe 3

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P336	28375.000	Droite 8	Pente 10	47.806	54.998	359.36	662320.641	4056761.832	2.50	-2.50	-0.61
P337	28400.000	Droite 8	Pente 10	47.612	54.846	359.36	662300.565	4056746.935	2.50	-2.50	-0.61
P338	28425.000	Droite 8	Pente 10	47.734	54.693	359.36	662280.488	4056732.037	2.50	-2.50	-0.61
P339	28450.000	Droite 8	Pente 10	48.101	54.541	359.36	662260.411	4056717.140	2.50	-2.50	-0.61
P340	28475.000	Droite 8	Pente 10	48.058	54.389	359.36	662240.335	4056702.242	2.50	-2.50	-0.61
P341	28500.000	Droite 8	Pente 10	48.107	54.236	359.36	662220.258	4056687.345	2.50	-2.50	-0.61
P342	28525.000	Droite 8	Pente 10	48.128	54.084	359.36	662200.182	4056672.448	2.50	-2.50	-0.61
P343	28550.000	Droite 8	Pente 10	48.058	53.931	359.36	662180.105	4056657.550	2.50	-2.50	-0.61
P344	28575.000	Arc 8	Pente 10	48.080	53.779	360.34	662159.916	4056642.806	2.50	-2.50	-0.61
P345	28600.000	Arc 8	Pente 10	48.047	53.627	361.34	662139.499	4056628.380	2.50	-2.50	-0.61
P346	28625.000	Arc 8	Pente 10	48.074	53.474	362.33	662118.859	4056614.273	2.50	-2.50	-0.61
P347	28650.000	Arc 8	Pente 10	48.124	53.322	363.33	662098.001	4056600.492	2.50	-2.50	-0.61
P348	28675.000	Arc 8	Pente 10	48.160	53.169	364.32	662076.931	4056587.037	2.50	-2.50	-0.61
P349	28700.000	Arc 8	Pente 10	48.260	53.017	365.31	662055.653	4056573.914	2.50	-2.50	-0.61
P350	28725.000	Arc 8	Pente 10	48.561	52.864	366.31	662034.172	4056561.125	2.50	-2.50	-0.61
P351	28750.000	Arc 8	Pente 10	48.583	52.712	367.30	662012.494	4056548.672	2.50	-2.50	-0.61
P352	28775.000	Arc 8	Pente 10	48.490	52.560	368.30	661990.624	4056536.560	2.50	-2.50	-0.61
P353	28800.000	Arc 8	Pente 10	48.470	52.407	369.29	661968.568	4056524.792	2.50	-2.50	-0.61
P354	28825.000	Arc 8	Pente 10	48.541	52.255	370.29	661946.330	4056513.369	2.50	-2.50	-0.61
P355	28850.000	Arc 8	Pente 10	48.612	52.102	371.28	661923.917	4056502.295	2.50	-2.50	-0.61
P356	28875.000	Arc 8	Pente 10	48.686	51.950	372.28	661901.333	4056491.573	2.50	-2.50	-0.61
P357	28900.000	Arc 8	Pente 10	48.758	51.798	373.27	661878.585	4056481.204	2.50	-2.50	-0.61
P358	28925.000	Arc 8	Pente 10	48.829	51.645	374.27	661855.677	4056471.193	2.50	-2.50	-0.61
P359	28950.000	Arc 8	Pente 10	48.898	51.493	375.26	661832.616	4056461.541	2.50	-2.50	-0.61
P360	28975.000	Arc 8	Parabole 10	48.965	51.347	376.26	661809.407	4056452.250	2.50	-2.50	-0.53
P361	29000.000	Arc 8	Parabole 10	49.031	51.231	377.25	661786.055	4056443.323	2.50	-2.50	-0.40
P362	29025.000	Arc 8	Parabole 10	49.095	51.146	378.25	661762.567	4056434.762	2.50	-2.50	-0.28
P363	29050.000	Arc 8	Parabole 10	49.157	51.092	379.24	661738.948	4056426.568	2.50	-2.50	-0.15
P364	29075.000	Arc 8	Parabole 10	49.262	51.070	380.24	661715.204	4056418.745	2.50	-2.50	-0.03
P365	29100.000	Arc 8	Parabole 10	49.403	51.079	381.23	661691.341	4056411.294	2.50	-2.50	0.10
P366	29125.000	Arc 8	Parabole 10	49.539	51.119	382.22	661667.364	4056404.217	2.50	-2.50	0.22
P367	29150.000	Arc 8	Parabole 10	49.669	51.190	383.22	661643.279	4056397.515	2.50	-2.50	0.35
P368	29175.000	Arc 8	Parabole 10	49.793	51.293	384.21	661619.092	4056391.190	2.50	-2.50	0.47
P369	29200.000	Arc 8	Pente 11	49.911	51.417	385.21	661594.810	4056385.244	2.50	-2.50	0.50
P370	29225.000	Arc 8	Pente 11	50.015	51.542	386.20	661570.438	4056379.678	2.50	-2.50	0.50
P371	29250.000	Arc 8	Pente 11	50.111	51.667	387.20	661545.982	4056374.494	2.50	-2.50	0.50
P372	29275.000	Arc 8	Pente 11	50.201	51.792	388.19	661521.447	4056369.692	2.50	-2.50	0.50
P373	29300.000	Arc 8	Pente 11	50.285	51.917	389.19	661496.841	4056365.274	2.50	-2.50	0.50
P374	29325.000	Arc 8	Pente 11	50.369	52.042	390.18	661472.169	4056361.241	2.50	-2.50	0.50
P375	29350.000	Arc 8	Pente 11	50.443	52.167	391.18	661447.436	4056357.594	2.50	-2.50	0.50
P376	29375.000	Arc 8	Pente 11	50.506	52.292	392.17	661422.650	4056354.334	2.50	-2.50	0.50
P377	29400.000	Arc 8	Pente 11	50.564	52.417	393.17	661397.816	4056351.462	2.50	-2.50	0.50
P378	29425.000	Arc 8	Pente 11	50.617	52.542	394.16	661372.940	4056348.978	2.50	-2.50	0.50
P379	29450.000	Arc 8	Pente 11	50.662	52.667	395.16	661348.028	4056346.883	2.50	-2.50	0.50
P380	29475.000	Arc 8	Pente 11	50.711	52.792	396.15	661323.086	4056345.178	2.50	-2.50	0.50
P381	29500.000	Arc 8	Pente 11	50.756	52.917	397.15	661298.121	4056343.862	2.50	-2.50	0.50
P382	29525.000	Arc 8	Pente 11	50.792	53.042	398.14	661273.139	4056342.937	2.50	-2.50	0.50
P383	29550.000	Arc 8	Pente 11	50.818	53.167	399.14	661248.145	4056342.402	2.50	-2.50	0.50
P384	29575.000	Arc 8	Pente 11	50.836	53.292	0.13	661223.145	4056342.258	2.50	-2.50	0.50
P385	29600.000	Arc 8	Pente 11	50.845	53.417	1.12	661198.147	4056342.504	2.50	-2.50	0.50
P386	29625.000	Arc 8	Pente 11	50.845	53.542	2.12	661173.155	4056343.141	2.50	-2.50	0.50
P387	29650.000	Arc 8	Pente 11	50.881	53.667	3.11	661148.177	4056344.168	2.50	-2.50	0.50
P388	29675.000	Arc 8	Pente 11	50.832	53.792	4.11	661123.217	4056345.585	2.50	-2.50	0.50
P389	29700.000	Arc 8	Pente 11	50.802	53.917	5.10	661098.283	4056347.393	2.50	-2.50	0.50
P390	29725.000	Arc 8	Pente 11	50.873	54.042	6.10	661073.380	4056349.589	2.50	-2.50	0.50
P391	29750.000	Arc 8	Pente 11	50.972	54.167	7.09	661048.514	4056352.175	2.50	-2.50	0.50
P392	29775.000	Droite 9	Pente 11	51.064	54.292	7.66	661023.687	4056355.112	2.50	-2.50	0.50
P393	29800.000	Droite 9	Pente 11	51.033	54.417	7.66	660998.868	4056358.113	2.50	-2.50	0.50
P394	29825.000	Droite 9	Pente 11	50.767	54.542	7.66	660974.049	4056361.113	2.50	-2.50	0.50

Annexe 3

P395	29850.000	Droite 9	Pente 11	50.500	54.667	7.66	660949.229	4056364.113	2.50	-2.50	0.50
P396	29875.000	Droite 9	Pente 11	50.432	54.792	7.66	660924.410	4056367.114	2.50	-2.50	0.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
P397	29900.000	Droite 9	Pente 11	50.490	54.917	7.66	660899.591	4056370.114	2.50	-2.50	0.50
P398	29925.000	Droite 9	Pente 11	50.549	55.042	7.66	660874.771	4056373.114	2.50	-2.50	0.50
P399	29950.000	Droite 9	Pente 11	50.609	55.167	7.66	660849.952	4056376.115	2.50	-2.50	0.50
P400	29975.000	Droite 9	Pente 11	50.669	55.292	7.66	660825.133	4056379.115	2.50	-2.50	0.50
P401	30000.000	Droite 9	Pente 11	50.728	55.417	7.66	660800.314	4056382.115	2.50	-2.50	0.50

ANNEXE 4 : cubature Déblais Remblais

Axe : Axe 01
Table courante : ICTAAL L1

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	20000.000	12.500	5.62	0.73	70.2	9.2	70.2	9.2
P02	20025.000	25.000	1.27	4.80	31.8	119.9	102.0	129.0
P03	20050.000	25.000	0.38	12.28	9.5	307.1	111.4	436.1
P04	20075.000	25.000	0.36	21.16	8.9	529.0	120.3	965.1
P05	20100.000	25.000	0.36	30.12	8.9	753.1	129.2	1718.2
P06	20125.000	25.000	0.36	39.22	8.9	980.4	138.1	2698.5
P07	20150.000	25.000	0.36	48.49	8.9	1212.3	147.0	3910.8
P08	20175.000	25.000	0.36	57.94	8.9	1448.6	155.9	5359.4
P09	20200.000	25.000	0.36	67.40	8.9	1685.1	164.8	7044.5
P10	20225.000	25.000	0.36	76.61	8.9	1915.3	173.7	8959.8
P11	20250.000	25.000	0.36	85.95	8.9	2148.7	182.5	11108.5
P12	20275.000	25.000	0.36	95.44	8.9	2386.1	191.4	13494.6
P13	20300.000	25.000	0.36	105.10	8.9	2627.5	200.3	16122.2
P14	20325.000	25.000	0.36	113.92	8.9	2848.0	209.2	18970.1
P15	20350.000	25.000	0.36	120.71	8.9	3017.9	218.1	21988.0
P16	20375.000	25.000	0.36	125.41	8.9	3135.4	227.0	25123.3
P17	20400.000	25.000	0.36	127.97	8.9	3199.2	235.9	28322.6
P18	20425.000	25.000	0.36	128.35	8.9	3208.8	244.7	31531.3
P19	20450.000	25.000	0.36	126.56	8.9	3163.9	253.6	34695.3
P20	20475.000	25.000	0.36	122.63	8.9	3065.7	262.5	37761.0
P21	20500.000	25.000	0.36	116.63	8.9	2915.8	271.4	40676.8
P22	20525.000	25.000	0.36	108.71	8.9	2717.7	280.3	43394.5
P23	20550.000	25.000	0.36	100.58	8.9	2514.4	289.2	45908.9
P24	20575.000	25.000	0.36	92.58	8.9	2314.5	298.0	48223.4
P25	20600.000	25.000	0.36	84.89	8.9	2122.2	306.9	50345.6
P26	20625.000	25.000	0.36	77.76	8.9	1944.1	315.8	52289.7
P27	20650.000	25.000	0.36	71.58	8.9	1789.2	324.7	54079.0
P28	20675.000	25.000	0.36	66.28	8.9	1656.4	333.6	55735.4
P29	20700.000	25.000	0.36	62.03	8.9	1550.1	342.5	57285.4
P30	20725.000	25.000	0.36	58.72	8.9	1467.5	351.4	58753.0

Annexe 4

P31	20750.000	25.000	0.36	56.35	8.9	1408.3	360.3	60161.2
P32	20775.000	25.000	0.36	54.90	8.9	1372.0	369.1	61533.2
P33	20800.000	25.000	0.36	54.36	8.9	1358.4	378.0	62891.6
P34	20825.000	25.000	0.36	54.73	8.9	1367.6	386.9	64259.2
P35	20850.000	25.000	0.36	56.00	8.9	1399.5	395.8	65658.7
P36	20875.000	25.000	0.36	58.20	8.9	1454.4	404.7	67113.1
P37	20900.000	25.000	0.36	61.32	8.9	1532.4	413.6	68645.5
P38	20925.000	25.000	0.36	65.39	8.9	1634.2	422.5	70279.7
P39	20950.000	25.000	0.36	70.43	8.9	1760.2	431.4	72039.9
P40	20975.000	25.000	0.36	76.47	8.9	1911.5	440.3	73951.5
P41	21000.000	25.000	0.36	83.16	8.9	2078.9	449.2	76030.4
P42	21025.000	25.000	0.36	90.37	8.9	2259.3	458.0	78289.8
P43	21050.000	25.000	0.36	98.44	8.9	2461.0	467.0	80750.8
P44	21075.000	25.000	0.36	103.65	8.9	2591.1	475.9	83341.9
P45	21100.000	25.000	0.36	108.64	8.9	2715.9	484.8	86057.8
P46	21125.000	25.000	0.36	113.53	8.9	2838.2	493.7	88896.0
P47	21150.000	25.000	0.36	118.33	8.9	2958.2	502.6	91854.2
P48	21175.000	25.000	0.36	123.05	8.9	3076.3	511.5	94930.4
P49	21200.000	25.000	0.36	127.80	8.9	3194.9	520.4	98125.3
P50	21225.000	25.000	0.36	132.58	8.9	3314.4	529.3	101439.7

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P51	21250.000	25.000	0.36	137.39	8.9	3434.8	538.2	104874.5
P52	21275.000	25.000	0.36	142.24	8.9	3556.1	547.1	108430.6
P53	21300.000	25.000	0.36	147.13	8.9	3678.3	556.0	112108.9
P54	21325.000	25.000	0.36	152.06	8.9	3801.4	564.9	115910.3
P55	21350.000	25.000	0.36	157.02	8.9	3925.5	573.8	119835.8
P56	21375.000	25.000	0.36	162.01	8.9	4050.4	582.7	123886.1
P57	21400.000	25.000	0.36	167.05	8.9	4176.2	591.6	128062.3
P58	21425.000	25.000	0.36	172.12	8.9	4302.9	600.5	132365.2
P59	21450.000	25.000	0.35	177.61	8.9	4440.3	609.3	136805.5
P60	21475.000	25.000	0.35	181.58	8.8	4539.4	618.2	141345.0
P61	21500.000	25.000	0.35	184.91	8.8	4622.8	627.0	145967.7
P62	21525.000	25.000	0.35	188.09	8.8	4702.3	635.8	150670.1
P63	21550.000	25.000	0.35	192.18	8.8	4804.5	644.7	155474.5
P64	21575.000	25.000	0.35	195.96	8.8	4898.9	653.5	160373.5
P65	21600.000	25.000	0.35	199.26	8.9	4981.6	662.4	165355.1
P66	21625.000	25.000	0.36	202.09	8.9	5052.3	671.3	170407.3
P67	21650.000	25.000	0.36	204.51	8.9	5112.7	680.1	175520.0
P68	21675.000	25.000	0.36	206.27	8.9	5156.7	689.0	180676.7
P69	21700.000	25.000	0.36	207.25	8.9	5181.3	697.9	185858.0
P70	21725.000	25.000	0.36	207.62	8.9	5190.6	706.8	191048.6
P71	21750.000	25.000	0.36	207.32	8.9	5183.1	715.7	196231.7
P72	21775.000	25.000	0.36	206.35	8.9	5158.8	724.6	201390.5
P73	21800.000	25.000	0.36	204.70	8.9	5117.6	733.5	206508.1
P74	21825.000	25.000	0.36	202.38	8.9	5059.6	742.4	211567.7
P75	21850.000	25.000	0.36	199.40	8.9	4985.1	751.3	216552.7
P76	21875.000	25.000	0.36	195.77	8.9	4894.2	760.2	221446.9
P77	21900.000	25.000	0.36	191.48	8.9	4787.0	769.1	226234.0
P78	21925.000	25.000	0.36	186.56	8.9	4664.1	778.0	230898.0
P79	21950.000	25.000	0.36	181.09	8.9	4527.2	786.9	235425.2
P80	21975.000	25.000	0.36	175.08	8.9	4377.1	795.8	239802.3
P81	22000.000	25.000	0.36	168.23	8.9	4205.8	804.7	244008.1
P82	22025.000	25.000	0.36	160.86	8.9	4021.4	813.6	248029.6
P83	22050.000	25.000	0.36	152.99	8.9	3824.8	822.5	251854.4
P84	22075.000	25.000	0.36	144.62	8.9	3615.6	831.4	255469.9
P85	22100.000	25.000	0.36	136.01	8.9	3400.3	840.3	258870.3

P86	22125.000	25.000	0.36	127.86	8.9	3196.5	849.1	262066.8
P87	22150.000	25.000	0.35	119.66	8.9	2991.6	858.0	265058.3
P88	22175.000	25.000	0.35	110.99	8.9	2774.8	866.9	267833.1
P89	22200.000	25.000	0.35	102.65	8.9	2566.2	875.7	270399.3
P90	22225.000	25.000	0.35	94.74	8.9	2368.6	884.6	272767.9
P91	22250.000	25.000	0.35	87.06	8.9	2176.4	893.5	274944.3
P92	22275.000	25.000	0.36	79.57	8.9	1989.1	902.4	276933.5
P93	22300.000	25.000	0.36	72.30	8.9	1807.6	911.3	278741.0
P94	22325.000	25.000	0.35	64.87	8.9	1621.8	920.1	280362.9
P95	22350.000	25.000	0.35	57.46	8.9	1436.4	929.0	281799.3
P96	22375.000	25.000	0.35	50.02	8.8	1250.6	937.8	283049.9
P97	22400.000	25.000	0.35	41.06	8.8	1026.4	946.7	284076.4
P98	22425.000	25.000	0.35	33.56	8.9	839.0	955.5	284915.4
P99	22450.000	25.000	0.36	29.73	8.9	743.3	964.4	285658.6
P100	22475.000	25.000	0.36	27.65	8.9	691.2	973.3	286349.8
P101	22500.000	25.000	0.35	26.45	8.8	661.3	982.1	287011.2
P102	22525.000	25.000	0.35	26.32	8.8	657.8	990.9	287668.9
P103	22550.000	25.000	0.35	25.91	8.9	647.4	999.7	288316.4
P104	22575.000	25.000	0.35	25.31	8.9	632.5	1008.6	288948.9
P105	22600.000	25.000	0.36	25.55	8.9	638.6	1017.5	289587.4
P106	22625.000	25.000	0.36	26.48	8.9	661.7	1026.4	290249.2
P107	22650.000	25.000	0.36	28.23	8.9	705.4	1035.2	290954.6
P108	22675.000	25.000	0.36	30.83	8.9	770.4	1044.1	291725.0
P109	22700.000	25.000	0.36	34.28	8.9	857.0	1053.1	292581.9
P110	22725.000	25.000	0.36	38.39	8.9	959.6	1062.0	293541.6
P111	22750.000	25.000	0.36	43.17	8.9	1079.1	1070.9	294620.7

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P112	22775.000	25.000	0.36	48.53	8.9	1213.2	1079.9	295833.9
P113	22800.000	25.000	0.36	54.23	8.9	1355.7	1088.7	297189.6
P114	22825.000	25.000	0.35	61.06	8.7	1526.4	1097.5	298716.0
P115	22850.000	25.000	0.36	76.72	8.9	1918.1	1106.3	300634.1
P116	22875.000	25.000	0.36	94.13	8.9	2353.3	1115.2	302987.4
P117	22900.000	25.000	0.36	105.99	8.9	2649.7	1124.1	305637.0
P118	22925.000	25.000	0.37	117.66	9.3	2941.4	1133.4	308578.4
P119	22950.000	25.000	0.37	128.35	9.3	3208.8	1142.7	311787.2
P120	22975.000	25.000	0.37	138.00	9.3	3449.9	1152.0	315237.2
P121	23000.000	25.000	0.37	146.72	9.3	3668.1	1161.3	318905.3
P122	23025.000	25.000	0.36	165.78	9.0	4144.5	1170.3	323049.8
P123	23050.000	25.000	0.36	182.25	8.9	4556.3	1179.2	327606.0
P124	23075.000	25.000	0.36	195.82	8.9	4895.4	1188.1	332501.5
P125	23100.000	25.000	0.36	209.64	8.9	5240.9	1196.9	337742.3
P126	23125.000	25.000	0.38	223.47	9.4	5586.8	1206.4	343329.2
P127	23150.000	25.000	0.38	236.68	9.4	5917.9	1215.8	349247.1
P128	23175.000	25.000	0.38	247.83	9.4	6197.5	1225.3	355444.6
P129	23200.000	25.000	0.37	271.41	9.1	6785.2	1234.4	362229.8
P130	23225.000	25.000	0.36	289.36	8.9	7234.0	1243.3	369463.8
P131	23250.000	25.000	0.36	305.23	8.9	7630.8	1252.2	377094.6
P132	23275.000	25.000	0.36	315.95	9.1	7898.8	1261.3	384993.4
P133	23300.000	25.000	0.34	312.55	8.6	7813.8	1269.8	392807.2
P134	23325.000	25.000	0.34	305.63	8.6	7640.8	1278.4	400448.0
P135	23350.000	25.000	0.35	299.41	8.7	7485.2	1287.1	407933.2
P136	23375.000	25.000	0.35	291.94	8.8	7298.5	1296.0	415231.7
P137	23400.000	25.000	0.36	292.24	9.0	7305.9	1304.9	422537.7
P138	23425.000	25.000	0.35	296.58	8.8	7414.6	1313.7	429952.3
P139	23450.000	25.000	0.36	309.89	8.9	7747.3	1322.6	437699.6
P140	23475.000	25.000	0.36	318.66	8.9	7966.6	1331.5	445666.1
P141	23500.000	25.000	0.36	327.04	8.9	8176.0	1340.4	453842.1
P142	23525.000	25.000	0.36	335.36	8.9	8383.9	1349.3	462226.0
P143	23550.000	25.000	0.36	342.25	8.9	8556.3	1358.2	470782.4
P144	23575.000	25.000	0.36	348.73	8.9	8718.3	1367.1	479500.7
P145	23600.000	25.000	0.35	355.23	8.7	8880.6	1375.7	488381.3
P146	23625.000	25.000	0.35	362.77	8.8	9069.3	1384.6	497450.6

P147	23650.000	25.000	0.36	370.92	8.9	9273.1	1393.5	506723.7
P148	23675.000	25.000	0.35	373.69	8.9	9342.2	1402.4	516065.9
P149	23700.000	25.000	0.35	375.03	8.9	9375.8	1411.2	525441.7
P150	23725.000	25.000	0.36	377.72	8.9	9443.7	1420.2	534885.4
P151	23750.000	25.000	0.35	380.28	8.8	9508.4	1429.0	544393.8
P152	23775.000	25.000	0.34	382.55	8.6	9565.6	1437.6	553959.3
P153	23800.000	25.000	0.34	389.85	8.6	9747.7	1446.2	563707.0
P154	23825.000	25.000	0.36	394.80	9.1	9870.2	1455.3	573577.3
P155	23850.000	25.000	0.36	382.20	8.9	9553.9	1464.1	583131.2
P156	23875.000	25.000	0.35	367.18	8.8	9178.4	1472.9	592309.6
P157	23900.000	25.000	0.35	357.86	8.8	8946.3	1481.7	601255.9
P158	23925.000	25.000	0.35	351.59	8.9	8789.4	1490.6	610045.3
P159	23950.000	25.000	0.35	344.53	8.9	8613.0	1499.5	618658.3
P160	23975.000	25.000	0.35	336.69	8.9	8416.9	1508.3	627075.1
P161	24000.000	25.000	0.35	328.07	8.9	8201.5	1517.2	635276.7
P162	24025.000	25.000	0.35	318.71	8.9	7967.5	1526.1	643244.2
P163	24050.000	25.000	0.35	308.61	8.9	7715.0	1534.9	650959.2
P164	24075.000	25.000	0.35	298.03	8.9	7450.5	1543.8	658409.7
P165	24100.000	25.000	0.35	288.07	8.8	7201.4	1552.6	665611.1
P166	24125.000	25.000	0.35	283.60	8.8	7089.6	1561.5	672700.7
P167	24150.000	25.000	0.35	279.38	8.8	6984.3	1570.3	679684.9
P168	24175.000	25.000	0.36	275.41	8.9	6885.2	1579.2	686570.1
P169	24200.000	25.000	0.36	271.28	8.9	6782.0	1588.2	693352.1
P170	24225.000	25.000	0.36	264.75	8.9	6618.8	1597.1	699970.9
P171	24250.000	25.000	0.35	256.24	8.8	6406.1	1605.9	706377.0
P172	24275.000	25.000	0.35	251.33	8.7	6283.2	1614.6	712660.2

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P173	24300.000	25.000	0.36	252.79	8.9	6319.6	1623.5	718979.9
P174	24325.000	25.000	0.37	257.02	9.3	6425.6	1632.8	725405.5
P175	24350.000	25.000	0.37	248.05	9.3	6201.3	1642.1	731606.7
P176	24375.000	25.000	0.37	232.69	9.2	5817.2	1651.3	737423.9
P177	24400.000	25.000	0.36	218.95	8.9	5473.8	1660.2	742897.7
P178	24425.000	25.000	0.36	226.36	8.9	5659.1	1669.2	748556.7
P179	24450.000	25.000	0.37	249.63	9.3	6240.8	1678.5	754797.5
P180	24475.000	25.000	0.39	271.54	9.8	6788.5	1688.2	761585.9
P181	24500.000	25.000	0.39	238.51	9.8	5962.8	1698.1	767548.7
P182	24525.000	25.000	0.39	194.55	9.8	4863.7	1707.9	772412.5
P183	24550.000	25.000	0.34	160.00	8.4	4000.1	1716.3	776412.5
P184	24575.000	25.000	0.31	136.10	7.8	3402.6	1724.1	779815.1
P185	24600.000	25.000	0.35	111.20	8.7	2779.9	1732.7	782595.1
P186	24625.000	25.000	0.35	91.55	8.7	2288.7	1741.4	784883.8
P187	24650.000	25.000	0.35	78.38	8.8	1959.6	1750.2	786843.4
P188	24675.000	25.000	0.36	70.15	9.0	1753.8	1759.2	788597.2
P189	24700.000	25.000	0.36	60.30	9.0	1507.6	1768.2	790104.8
P190	24725.000	25.000	0.36	52.77	8.9	1319.7	1777.1	791424.5
P191	24750.000	25.000	0.36	47.56	8.9	1190.6	1785.9	792615.1
P192	24775.000	25.000	0.36	43.05	8.9	1079.6	1794.8	793694.8
P193	24800.000	25.000	0.36	39.74	8.9	1000.6	1803.7	794695.4
P194	24825.000	25.000	0.51	40.61	12.7	1025.4	1816.4	795720.7
P195	24850.000	25.000	0.63	36.96	15.6	933.9	1832.1	796654.6
P196	24875.000	25.000	1.25	31.46	30.7	795.5	1862.8	797450.1
P197	24900.000	25.000	1.59	26.72	39.2	675.9	1902.0	798126.0
P198	24925.000	25.000	1.57	26.72	38.7	675.9	1940.7	798801.9
P199	24950.000	25.000	1.35	29.30	33.3	741.3	1974.0	799543.3
P200	24975.000	25.000	0.37	44.90	9.3	1133.0	1983.3	800676.3
P201	25000.000	25.000	0.37	63.98	9.1	1611.1	1992.4	802287.4
P202	25025.000	25.000	0.34	65.97	8.6	1662.5	2001.0	803949.9
P203	25050.000	25.000	0.36	78.81	9.0	1984.1	2009.9	805934.0
P204	25075.000	25.000	0.39	99.27	9.7	2490.7	2019.6	808424.7
P205	25100.000	25.000	0.39	120.52	9.7	3017.3	2029.4	811442.1
P206	25125.000	25.000	0.39	135.23	9.9	3382.5	2039.2	814824.6
P207	25150.000	25.000	0.36	131.06	8.9	3276.7	2048.2	818101.3

P208	25175.000	25.000	0.36	129.69	8.9	3242.2	2057.1	821343.5
P209	25200.000	25.000	0.36	129.02	8.9	3225.5	2066.1	824569.0
P210	25225.000	25.000	0.37	128.03	9.2	3200.7	2075.2	827769.7
P211	25250.000	25.000	0.37	125.79	9.2	3144.8	2084.4	830914.5
P212	25275.000	25.000	0.36	122.00	9.0	3050.0	2093.4	833964.5
P213	25300.000	25.000	0.36	117.60	9.0	2940.0	2102.3	836904.5
P214	25325.000	25.000	0.36	113.58	9.0	2839.5	2111.3	839744.0
P215	25350.000	25.000	0.34	120.78	8.5	3019.4	2119.8	842763.4
P216	25375.000	25.000	0.34	139.21	8.5	3480.3	2128.3	846243.7
P217	25400.000	25.000	0.35	168.54	8.8	4213.4	2137.1	850457.1
P218	25425.000	25.000	0.36	214.24	8.9	5356.0	2146.0	855813.1
P219	25450.000	25.000	0.36	267.37	8.9	6684.3	2154.9	862497.4
P220	25475.000	25.000	0.36	324.46	9.0	8111.6	2164.0	870609.0
P221	25500.000	25.000	0.36	379.81	9.0	9495.3	2173.0	880104.3
P222	25525.000	25.000	0.32	373.13	7.9	9328.2	2180.9	889432.5
P223	25550.000	25.000	0.32	363.64	8.0	9090.9	2188.9	898523.4
P224	25575.000	25.000	0.32	344.97	8.1	8624.3	2197.0	907147.7
P225	25600.000	25.000	0.32	351.51	8.1	8787.8	2205.1	915935.4
P226	25625.000	25.000	0.37	396.63	9.2	9915.8	2214.3	925851.2
P227	25650.000	21.800	0.37	451.80	8.0	9849.2	2222.3	935700.4
P227-1	25668.600	9.305	0.40	486.32	3.7	4525.2	2226.0	940225.6
P227-2	25668.610	3.200	0.00	249.56	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P228	25675.000	15.695	0.00	253.64	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P229	25700.000	25.000	0.00	251.17	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P230	25725.000	25.000	0.00	244.95	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P231	25750.000	25.000	0.00	238.24	0.0	0.0	2226.0	940225.6

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P232	25775.000	25.000	0.00	230.60	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P233	25800.000	25.000	0.00	220.31	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P234	25825.000	25.000	0.00	208.89	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P235	25850.000	25.000	0.00	198.60	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P236	25875.000	21.500	0.00	186.97	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P236-1	25893.000	9.500	0.00	176.73	0.0	0.0	2226.0	940225.6
P236-2	25894.000	3.500	0.37	332.42	1.3	1166.6	2227.3	941392.2
P237	25900.000	15.500	0.37	323.26	5.8	5023.9	2233.1	946416.1
P238	25925.000	25.000	0.37	282.94	9.3	7091.6	2242.4	953507.8
P239	25950.000	25.000	0.36	246.85	9.1	6185.5	2251.6	959693.2
P240	25975.000	25.000	0.36	211.15	9.0	5288.6	2260.6	964981.8
P241	26000.000	25.000	0.34	178.46	8.6	4470.6	2269.2	969452.4
P242	26025.000	25.000	0.35	154.97	8.7	3887.5	2277.9	973340.0
P243	26050.000	25.000	0.34	110.21	8.5	2766.3	2286.3	976106.2
P244	26075.000	25.000	0.41	58.02	10.3	1455.0	2296.6	977561.2
P245	26100.000	25.000	18.17	0.42	453.8	10.4	2750.4	977571.6
P246	26125.000	25.000	47.48	0.14	1187.3	3.4	3937.7	977575.0
P247	26150.000	25.000	79.85	0.14	1997.8	3.4	5935.4	977578.5
P248	26175.000	25.000	113.37	0.14	2837.2	3.4	8772.7	977581.9
P249	26200.000	25.000	73.94	0.14	1850.2	3.5	10622.9	977585.4
P250	26225.000	25.000	43.95	0.14	1102.5	3.6	11725.4	977589.0
P251	26250.000	25.000	26.66	0.76	670.7	18.6	12396.1	977607.6
P252	26275.000	25.000	1.70	8.73	43.3	215.3	12439.4	977822.9
P253	26300.000	25.000	0.36	44.77	9.0	1115.2	12448.4	978938.1
P254	26325.000	25.000	0.38	93.30	9.5	2328.5	12458.0	981266.6
P255	26350.000	25.000	0.38	137.14	9.5	3422.8	12467.4	984689.4
P256	26375.000	25.000	0.37	176.46	9.4	4406.5	12476.9	989095.8
P257	26400.000	25.000	0.38	217.98	9.6	5446.6	12486.5	994542.5
P258	26425.000	25.000	0.38	253.29	9.6	6332.2	12496.0	1000874.6
P259	26450.000	25.000	0.38	295.12	9.5	7377.9	12505.6	1008252.5
P260	26475.000	25.000	0.41	341.69	10.2	8542.2	12515.8	1016794.7
P261	26500.000	25.000	0.41	362.81	10.2	9070.3	12526.0	1025865.0
P262	26525.000	25.000	0.34	362.84	8.5	9070.9	12534.4	1034936.0
P263	26550.000	25.000	0.34	365.84	8.5	9146.1	12542.9	1044082.1
P264	26575.000	25.000	0.36	361.37	9.0	9034.3	12551.9	1053116.4

P265	26600.000	25.000	0.36	342.95	8.9	8573.8	12560.8	1061690.2
P266	26625.000	25.000	0.36	324.80	8.9	8120.1	12569.7	1069810.3
P267	26650.000	25.000	0.36	307.54	8.9	7688.4	12578.6	1077498.7
P268	26675.000	25.000	0.36	292.48	8.9	7311.9	12587.5	1084810.7
P269	26700.000	25.000	0.36	277.63	8.9	6940.8	12596.4	1091751.5
P270	26725.000	25.000	0.36	263.09	8.9	6577.3	12605.3	1098328.7
P271	26750.000	25.000	0.36	249.50	8.9	6237.4	12614.2	1104566.1
P272	26775.000	25.000	0.36	241.79	8.9	6044.7	12623.1	1110610.8
P273	26800.000	25.000	0.36	239.71	8.9	5992.8	12632.0	1116603.6
P274	26825.000	25.000	0.36	243.23	8.9	6080.9	12640.9	1122684.4
P275	26850.000	25.000	0.36	252.42	8.9	6310.4	12649.8	1128994.8
P276	26875.000	14.335	0.36	268.35	5.1	3846.8	12655.0	1132841.6
P276-1	26878.670	1.842	0.36	270.98	0.7	499.0	12655.6	1133340.6
P276-2	26878.683	10.665	0.00	147.80	0.0	0.0	12655.6	1133340.6
P277	26900.000	22.428	0.00	154.41	0.0	0.0	12655.6	1133340.6
P277-1	26923.540	11.773	0.00	161.44	0.0	0.0	12655.6	1133340.6
P277-2	26923.546	0.730	0.38	295.96	0.3	216.0	12655.9	1133556.7
P278	26925.000	13.227	0.38	296.74	5.0	3925.0	12660.9	1137481.7
P279	26950.000	25.000	0.38	310.14	9.4	7753.5	12670.3	1145235.2
P280	26975.000	25.000	0.38	312.98	9.5	7824.5	12679.7	1153059.7
P281	27000.000	25.000	0.38	308.19	9.5	7704.7	12689.2	1160764.4
P282	27025.000	25.000	0.34	301.63	8.6	7540.8	12697.8	1168305.2
P283	27050.000	25.000	0.35	304.46	8.7	7611.7	12706.5	1175916.9
P284	27075.000	19.582	0.35	322.11	6.8	6308.6	12713.4	1182225.5
P284-1	27089.165	7.085	0.37	331.56	2.6	2349.7	12716.0	1184575.2
P284-2	27089.170	5.418	0.00	177.90	0.0	0.0	12716.0	1184575.2

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P285	27100.000	17.915	0.00	180.74	0.0	0.0	12716.0	1184575.2
P286	27125.000	19.290	0.00	188.50	0.0	0.0	12716.0	1184575.2
P286-1	27138.580	6.794	0.00	194.79	0.0	0.0	12716.0	1184575.2
P286-2	27138.589	5.710	0.36	369.20	2.0	2109.4	12718.0	1186684.6
P287	27150.000	18.206	0.36	380.67	6.5	6935.0	12724.5	1193619.6
P288	27175.000	25.000	0.36	405.78	8.9	10151.7	12733.3	1203771.3
P289	27200.000	25.000	0.36	430.99	8.9	10782.4	12742.2	1214553.7
P290	27225.000	25.000	0.36	457.07	8.9	11434.9	12751.1	1225988.6
P291	27250.000	25.000	0.36	482.81	8.9	12078.7	12760.0	1238067.2
P292	27275.000	25.000	0.36	507.26	8.9	12690.2	12768.8	1250757.4
P293	27300.000	25.000	0.36	533.01	8.9	13334.7	12777.7	1264092.1
P294	27325.000	25.000	0.36	557.17	8.9	13939.1	12786.6	1278031.3
P295	27350.000	25.000	0.36	579.58	8.9	14499.8	12795.4	1292531.1
P296	27375.000	25.000	0.36	600.16	8.9	15014.7	12804.3	1307545.8
P297	27400.000	19.878	0.21	619.18	4.0	12317.5	12808.3	1319863.3
P297-1	27414.757	7.385	0.19	629.61	1.4	4653.3	12809.7	1324516.6
P297-2	27414.770	5.122	0.00	304.24	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P298	27425.000	17.615	0.00	306.80	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P299	27450.000	25.000	0.00	312.46	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P300	27475.000	25.000	0.00	317.27	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P301	27500.000	25.000	0.00	321.23	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P302	27525.000	18.180	0.00	324.34	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P302-1	27536.360	5.686	0.00	325.48	0.0	0.0	12809.7	1324516.6
P302-2	27536.371	6.820	0.12	686.98	0.8	4689.4	12810.5	1329205.9
P303	27550.000	19.314	0.09	690.13	1.7	13341.2	12812.2	1342547.2
P304	27575.000	25.000	0.06	694.78	1.4	17385.8	12813.5	1359932.9
P305	27600.000	25.000	0.01	712.30	0.3	17826.6	12813.8	1377759.5
P306	27625.000	25.000	0.05	724.97	1.2	18150.2	12815.1	1395909.7
P307	27650.000	25.000	0.08	720.18	1.9	18032.9	12817.0	1413942.7
P308	27675.000	25.000	0.14	691.61	3.3	17309.8	12820.3	1431252.5
P309	27700.000	25.000	0.19	671.42	4.7	16796.7	12825.0	1448049.2
P310	27725.000	23.750	0.19	663.43	4.4	15767.4	12829.5	1463816.6
P310-1	27747.500	11.255	0.19	653.93	2.1	7365.3	12831.6	1471181.9
P310-2	27747.510	1.250	0.00	313.89	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P311	27750.000	13.745	0.00	313.19	0.0	0.0	12831.6	1471181.9

P312	27775.000	25.000	0.00	305.91	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P313	27800.000	25.000	0.00	298.59	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P314	27825.000	25.000	0.00	293.73	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P315	27850.000	25.000	0.00	287.75	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P316	27875.000	25.000	0.00	281.53	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P317	27900.000	25.000	0.00	272.88	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P318	27925.000	25.000	0.00	245.26	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P319	27950.000	18.320	0.00	197.91	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P319-1	27961.640	5.824	0.00	174.12	0.0	0.0	12831.6	1471181.9
P319-2	27961.648	6.680	0.50	339.65	3.3	2279.5	12834.9	1473461.4
P320	27975.000	19.176	0.39	276.06	7.4	5316.1	12842.3	1478777.5
P321	28000.000	25.000	0.38	152.30	9.6	3819.7	12851.9	1482597.2
P322	28025.000	25.000	0.65	74.39	16.3	1863.3	12868.2	1484460.4
P323	28050.000	25.000	0.68	151.96	17.0	3801.5	12885.1	1488261.9
P324	28075.000	25.000	0.71	204.40	17.6	5110.0	12902.8	1493371.9
P325	28100.000	25.000	0.70	284.72	17.6	7118.0	12920.4	1500490.0
P326	28125.000	25.000	0.50	301.35	12.4	7533.8	12932.8	1508023.8
P327	28150.000	25.000	0.41	303.28	10.4	7582.1	12943.2	1515605.9
P328	28175.000	25.000	0.41	318.83	10.4	7970.7	12953.6	1523576.5
P329	28200.000	25.000	0.42	347.08	10.4	8677.0	12963.9	1532253.6
P330	28225.000	25.000	0.36	340.18	8.9	8504.5	12972.8	1540758.1
P331	28250.000	25.000	0.36	330.18	8.9	8254.4	12981.7	1549012.5
P332	28275.000	25.000	0.44	327.17	11.1	8179.3	12992.8	1557191.8
P333	28300.000	25.000	0.42	315.91	10.6	7897.8	13003.4	1565089.6
P334	28325.000	25.000	0.36	293.02	9.0	7325.4	13012.5	1572415.0
P335	28350.000	25.000	0.35	266.94	8.8	6673.5	13021.2	1579088.6

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P336	28375.000	25.000	0.37	277.15	9.1	6928.8	13030.3	1586017.4
P337	28400.000	25.000	0.39	280.32	9.8	7007.9	13040.1	1593025.3
P338	28425.000	25.000	0.37	260.64	9.3	6515.9	13049.5	1599541.3
P339	28450.000	25.000	0.37	234.15	9.3	5853.9	13058.8	1605395.1
P340	28475.000	25.000	0.37	226.11	9.2	5652.8	13068.1	1611048.0
P341	28500.000	25.000	0.36	218.55	8.9	5463.8	13077.0	1616511.8
P342	28525.000	25.000	0.36	210.03	8.9	5250.9	13085.9	1621762.6
P343	28550.000	25.000	0.38	203.00	9.5	5075.0	13095.4	1626837.6
P344	28575.000	25.000	0.38	193.46	9.6	4835.8	13104.9	1631673.4
P345	28600.000	25.000	0.38	187.32	9.4	4683.0	13114.4	1636356.4
P346	28625.000	25.000	0.38	179.86	9.4	4496.7	13123.8	1640853.1
P347	28650.000	25.000	0.38	172.02	9.4	4301.0	13133.2	1645154.1
P348	28675.000	25.000	0.39	164.11	9.7	4103.5	13142.9	1649257.6
P349	28700.000	25.000	0.37	150.46	9.3	3761.3	13152.2	1653018.9
P350	28725.000	25.000	0.37	133.15	9.3	3328.0	13161.6	1656347.0
P351	28750.000	25.000	0.36	125.70	8.9	3142.2	13170.5	1659489.1
P352	28775.000	25.000	0.36	123.18	8.9	3079.2	13179.4	1662568.3
P353	28800.000	25.000	0.36	117.53	8.9	2937.7	13188.2	1665506.1
P354	28825.000	25.000	0.36	108.04	8.9	2700.6	13197.1	1668206.7
P355	28850.000	25.000	0.36	98.68	8.9	2466.6	13206.0	1670673.3
P356	28875.000	25.000	0.36	89.38	8.9	2234.0	13214.9	1672907.3
P357	28900.000	25.000	0.36	80.29	8.9	2006.9	13223.8	1674914.2
P358	28925.000	25.000	0.36	71.42	8.9	1785.0	13232.7	1676699.2
P359	28950.000	25.000	0.36	62.76	8.9	1568.6	13241.6	1678267.8
P360	28975.000	25.000	0.36	54.57	8.9	1363.8	13250.4	1679631.6
P361	29000.000	25.000	0.36	47.68	8.9	1191.7	13259.3	1680823.3
P362	29025.000	25.000	0.37	41.94	9.2	1048.2	13268.5	1681871.5
P363	29050.000	25.000	0.37	36.76	9.2	918.4	13277.8	1682789.9
P364	29075.000	25.000	0.37	32.12	9.2	802.3	13287.0	1683592.3
P365	29100.000	25.000	0.37	28.20	9.2	704.0	13296.2	1684296.3
P366	29125.000	25.000	0.36	25.01	9.0	624.2	13305.2	1684920.5
P367	29150.000	25.000	0.36	22.89	8.9	571.4	13314.1	1685491.9
P368	29175.000	25.000	0.36	22.12	8.9	551.9	13323.1	1686043.8
P369	29200.000	25.000	0.36	22.35	8.9	557.7	13332.0	1686601.6
P370	29225.000	25.000	0.36	23.09	8.9	576.2	13340.9	1687177.8

P371	29250.000	25.000	0.36	24.14	8.9	602.6	13349.8	1687780.4
P372	29275.000	25.000	0.36	25.42	8.9	634.5	13358.7	1688414.9
P373	29300.000	25.000	0.36	26.87	8.9	670.9	13367.6	1689085.8
P374	29325.000	25.000	0.37	28.39	9.2	708.8	13376.8	1689794.5
P375	29350.000	25.000	0.37	30.11	9.2	751.7	13385.9	1690546.3
P376	29375.000	25.000	0.37	32.12	9.2	802.1	13395.1	1691348.3
P377	29400.000	25.000	0.37	34.31	9.2	856.6	13404.3	1692204.9
P378	29425.000	25.000	0.37	36.63	9.2	914.6	13413.4	1693119.5
P379	29450.000	25.000	0.37	39.27	9.2	980.5	13422.6	1694100.0
P380	29475.000	25.000	0.37	42.16	9.2	1052.8	13431.8	1695152.8
P381	29500.000	25.000	0.37	45.33	9.2	1131.9	13441.0	1696284.7
P382	29525.000	25.000	0.37	48.79	9.2	1218.4	13450.1	1697503.1
P383	29550.000	25.000	0.37	52.53	9.2	1311.9	13459.3	1698815.1
P384	29575.000	25.000	0.37	56.57	9.2	1412.8	13468.5	1700227.8
P385	29600.000	25.000	0.37	60.99	9.2	1523.1	13477.7	1701750.9
P386	29625.000	25.000	0.38	64.72	9.4	1616.2	13487.2	1703367.1
P387	29650.000	25.000	0.39	66.11	9.8	1650.3	13497.0	1705017.4
P388	29675.000	25.000	0.40	72.02	9.9	1798.2	13506.9	1706815.6
P389	29700.000	25.000	0.40	78.37	9.9	1957.0	13516.9	1708772.6
P390	29725.000	25.000	0.38	83.41	9.6	2083.3	13526.5	1710855.9
P391	29750.000	25.000	0.38	85.21	9.5	2128.4	13535.9	1712984.3
P392	29775.000	25.000	0.38	87.13	9.5	2178.1	13545.4	1715162.3
P393	29800.000	25.000	0.38	95.12	9.4	2377.9	13554.8	1717540.2
P394	29825.000	25.000	0.39	110.07	9.8	2751.8	13564.7	1720292.0
P395	29850.000	25.000	0.39	127.20	9.8	3180.1	13574.5	1723472.1
P396	29875.000	25.000	0.36	135.89	8.9	3397.2	13583.4	1726869.3

Annexe 4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P397	29900.000	25.000	0.36	138.84	8.9	3470.9	13592.3	1730340.2
P398	29925.000	25.000	0.36	141.76	8.9	3544.0	13601.2	1733884.2
P399	29950.000	25.000	0.36	144.67	8.9	3616.7	13610.1	1737500.9
P400	29975.000	25.000	0.36	147.60	8.9	3690.0	13619.0	1741190.9
P401	30000.000	12.500	0.36	150.57	4.4	1882.2	13623.4	1743073.1

4. Récapitulatif des Cubatures Décapage

Décapage	Volumes Cumulés (m3)	Surfaces en plan Cumulées (m²)
0.3 m	145191.590	494246.24

ANNEXE 5 : LES ESSAIS IN SITU ET EN LABORATOIRE

Essais in situ

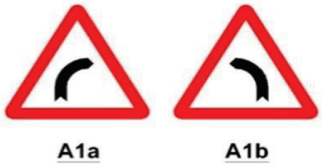
Désignation	Norme	Critère	Objectif
Puits de reconnaissance	XP P 94-011	Exécution dans les zones de remblais et déblais, tous les 1 à 1,5km	- Identification d'un sol - Détermination de la portance du terrain -Prélèvements des échantillons
Sondage carotté	XP P 94-202	-01 sondage pour le déblai de grande hauteur ≥10 m - 01 sondage pour le remblai de grande hauteur ≥10 m	Identification d'un sol - Distinction des types de formation -Prélèvements des échantillons
Essais de pénétration dynamique	NF P 94-114	-01 essai pour le remblai de grande hauteur ≥ 10 m	- Détermination de la succession des différentes couches de sol
Essais de pénétration standard (SPT)	NF P 94-116	-Réalisation à l'emplacement des sondages - 01 essai tous les 3m	- Détermination de la succession des différentes couches de sol - Identification d'un sol

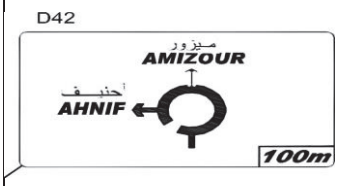
Annexe 5

Essai en laboratoire :

Essais	Description	Norme	Objectif
Essais géotechniques	Analyse granulométrique (tamisage à sec)	NF P 94-056	-Répartition pondérale des éléments granulaires d'un matériau des terrassements.
	Analyse granulométrique (par méthode de sédimentation)	NF P 94-057	-Détermination de la distribution pondérale de la taille des particules fines d'un sol
	Teneur en eau naturelle	NF P 94-050	-Détermination de la teneur en eau d'un
	Limites d'Atterberg	NF P 94-051	-Détermination de l'argilosité d'un sol
Essais de compactage	Essai Proctor normal	NF P 94-093	-Déterminer la masse volumique sèche d'un matériau et sa teneur en eau correspondante.
	Indice CBR après immersion	NF P 94-078	-Déterminer l'indice portant d'un échantillon de sol compacté dans un moule CBR avec une énergie Proctor Normal.

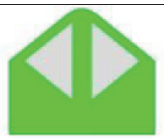
ANNEXE6 : SIGNALISATION VERTICALE

Catégorie	Types	Définition	Implantation	Illustration image
Signalisation de danger	A1a / A1b	Virage à droite/à Gauche	Assurer que la partie vue doit être dirigéeface à la direction suivie par l'usager.	
	AB4	Gauche	Un panneau octogonal rouge, indiquant aux automobilistes qu'ils doivent marquer un arrêt	
	B14	Gauche	Limitation de vitesse. Ce **panneau** notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée	
	AB3a	Céder le passage à l'intersection . Signal de position	Le passage à l'intersection	

Catégorie	Types	Définition	Implantation	Illustration image
Signalisation de direction	D21a	Les mentions indiquées.	Sur Double support. À moins de 1km après le point d'insertiondans la section courante.	 D21a
	D42	Est un *panneau* de pré signalisation de carrefour complexe	/	
	2D42a	/	Signalisation avancée implantée sur portique.	
	KD21a	Il permet d'indiquer une direction temporaire à suivre pour atteindre une destination.	/	

Catégorie	Types	Définition	Implantation	Illustration image
Signalisation d'indication	C207	Début d'une section autoroutière	/	
	C208	Fin d'autoroute	/	

Catégorie	Types	Définition	Implantation	Illustration image
Signalisation de prescription	B12	Accès interdit auxvéhicules dont la Hauteur est supérieurs au nombre indiqué	/	 B12
	B2a/B2b	Interdiction de tourner à gauche À/ à droite la prochaine intersection		 B2a B2b

Equipements de balisage	J14a	Balise de musoir, signalant la Divergence des voies	Elle est plastic, en forme d'un demi-cercle de 2mde rayon comportant deux flèches de couleur blanche sur fond de couleur verte rétro réfléchissante.	 J14a