République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة

فرنسـيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Projet de Fin d'Etudes

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

Etude en APD d'un tronçon de la liaison autoroutière reliant Khemis Miliana-Tissemsilt-Tiaret sur 10Km du PK75+000 au PK85+000 avec la conception d'un échangeur

Présenté par :

BRAHIM ALI HIBA

Encadré par :

Mr B. HADEF
Mr A. GOUMETTRE

Promotion 2021 /2022

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba

Remerciements

Je tiens d’abord à remercier dieu le tout puissant qui m’a donné la force, la patience, le courage et la volonté d’accomplir ce modeste travail dans les meilleures conditions.

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 Bilal Hadef que je remercie pour son accueil, sa disponibilité et ses judicieux conseils, mais surtout pour m’avoir fait confiance et accepté de m’encadrer durant les trois mois de mon stage de fin d’études.

En second lieu, je tiens à remercier mon co-encadreur Mr Goumettre pour toute son aide sur la partie numérique ainsi que la partie théorique du mémoire, de m’avoir corrigé et orienté pendant trois mois et pour tous ses bons conseils.

Je remercie également les ingénieurs de la S.A.E.T.I, Mr Ziane pour son aide avec la partie géométrique du projet ; Mr Outirane pour son aide avec la partie assainissement et Mr Djenad avec le chapitre du trafic routier.

Je tiens à remercier chaque personne qui m’a aidé et orienté durant les trois mois de mon stage de PFE, et tout le personnel du BET Sarl Star Engineering pour toute l’aide qu’ils m’ont apportée.

Je tiens à exprimer ma gratitude envers tous les enseignants et le personnel administratif de l’ENSTP, pour toute leur contribution à notre formation d’ingénieur d’état en Travaux Publics.

Mes remerciements s’adressent également aux membres du jury qui nous font l’honneur de présider et d’examiner ce modeste travail.

Merci à tous.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont guidée durant tout le long de mon cursus, ma mère qui a été à mes côtés et qui m'a toujours soutenue et encouragée, et mon père qui s'est sacrifié afin de me voir devenir ce que je suis, que dieu le tout puissant les protège et les garde.

A ma sœur qui a toujours été à mes cotés à m'encourager et me donner la force.

A toute ma famille et surtout cousins et cousines.

A la mémoire des personnes chères que j'ai perdue : Mes grands-mères, mes grands-pères et ma cousine Hala, que dieu les accueille dans son vaste paradis.

A tous mes amis qui sont toujours à mes côtés dans le bien comme dans le mal.

A tous mes enseignants et au personnel administratif de l'ENSTP.

A toute la promotion 2022 de l'ENSTP.

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

À tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Veuillez trouver dans cet humble travail ma reconnaissance pour tous vos efforts. Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

Hiba

ملخص

مشروعنا يتضمن دراسة طريق سريع رابط بين خميس مليانة – تيسمسيلت – تيارت على مسافة كلم 10 من ح.ك 75+000 الى ح.ك 85+000 مع تصميم محول يربط الطريق السريع مع الطريق الوطني رقم 14.

الطريق السريع في مجمله يمتد على حوالي 170 كلم يسمح بربط الولايات مع الطريق السيار شرق غرب عن طريق نافذة بين تيارت وغليزان هي قيد الانشاء حاليا، كما يسمح بربط الطريق السيار شرق غرب بالطريق السيار للهضاب العليا الذي سينجز لاحقا.

الفصول التي يتضمنها هذا المشروع هي دراسة حركة السير للطريق وحساب عدد المسالك للمقطع المدروس، رسم محور الطريق الافقي، المقطع الطولي، المقطع العرضي، الدراسة الجيوتقنية، تصميم هيكل الطريق وتحديد ابعاد قنوات صرف المياه، بعد ذلك نمر الى تصميم المحول ثم وضع إشارات المرور ودراسة تأثير المشروع على المحيط، وأخيرا نختم بتقييم الكلفة الاجمالية للمشروع.

كلمات مفتاحية

طريق سيار، حجر كيلومتري، الجيوتقنية، المقطع الطولي، المقطع العرضي، هيكل الطريق، محول.

Résumé

Notre projet consiste à étudier en Avant-Projet Détaillé un tronçon de 10Km d'une liaison autoroutière reliant Khemis Miliana – Tissemsilt - Tiaret du PK 75+000 au PK85+000 avec la conception d'un échangeur qui relie la liaison à la RN14.

La liaison dans sa globalité se prolonge sur une distance de 170km d'environ, elle va lier et alimenter les Wilayas, et les diriger vers l'autoroute Est-Ouest à travers une pénétrante entre Tiaret et Ghilizane qui est en cours d'exécution.

Ce projet se constitue d'un ensemble de chapitres, nous commençons par l'étude du trafic routier et le calcul du nombre de voies du tronçon étudié, tracé en plan, profil en long, profil en travers, étude géotechnique, dimensionnement du corps de chaussée et assainissement.

Ensuite, nous allons entamer la conception de l'échangeur, la signalisation et l'étude de l'impact sur l'environnement. Enfin, nous allons terminer par un devis quantitatif et estimatif.

Mots clés

Autoroute, Point Kilométré, géotechnique, tracé en plan, profil en long, profil en travers, corps de la chaussée, échangeur.

Abstract

Our project is a detailed pre-project study on a 10 km section from PK 75+ 000 to PK 85 + 000 of the project of the motorway connecting Khemis Miliana-Tissemsilt – Tiaret with the design of an interchanger.

This motorway is 170 Km long and connects the states to the East West motorway through a penetrating motorway between Tiaret and Ghilizane which is in the course of execution.

This project includes different chapters, starting by studying the traffic and calculating the number of lanes, the axis plane, long section, cross section, geotechnical study, dimensioning of the pavement layers of the road, and road sanitation.

After this we will achieve the design of the interchanger, road signs and study of the impact on the environment, and finally, complete by a price estimate.

Key words

Motorway, axis plane, long section, cross section, pavement layers of the road, interchanger.

Liste des abréviations

Acronymes :

- **APD :** avant-projet détaillé.
- **BAU :** bande d'arrêt d'urgence.
- **BDD :** bande dérasée droite.
- **BDG :** bande dérasée gauche.
- **BB :** béton bitumineux.
- **C.B.R:** Californian-Bearing - Ratio.
- **CDF :** couche de forme.
- **CS :** couche de surface.
- **GB :** grave bitume.
- **G.N.T :** grave non traité.
- **SETRA :** Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements.
- **GTR :** guide des terrassements routiers.
- **IP :** indice de plasticité.
- **ICTAAL :** instruction sur les conditions technique d'aménagement des autoroutes de liaison.
- **LCPC :** Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.
- **PK :** point kilométrique.
- **TN :** Terrains Naturel.
- **TPC :** terre-plein central.
- **T.J.M.A :** Trafic journalier moyen annuel.
- **PFi :** classe de plateforme.
- **TPLi :** la classe de trafic de poids lourd.

- **RN 14 :** route nationale reliant Miliana (dans la Wilaya de Ain Defla) à Mascara.
- **U.V.P :** Unité de véhicule particulier.
- **VBS :** bleu de méthylène.
- **PS :** passage supérieur.
- **PI :** passage inférieur

Symboles :

- **PL :** poids lourds.
- **n :** nombre d'année.
- **τ :** taux d'accroissement du trafic(%).
- **TCi :** trafic cumulé de poids lourds.
- **Teff :** trafic effectif a l'année d'horizon (U.V.P/J).
- **Z :** pourcentage de poids lourds (%).
- **P :** coefficient d'équivalence pour le poids lourd.
- **Q :** débit de pointe horaire, exprimé en (UVP/h).
- **1/n :** coefficient de pointe.
- **K1 :** coefficient lié à l'environnement.
- **K2 :** coefficient de réduction de la capacité.
- **N :** nombre de voies.
- **Qadm :** débit admissible par voie.
- **εz :** déformation verticale.
- **εt :** déformation horizontale.
- **Vb :** vitesse de base (km/h).
- **Rm :** rayon minimal.
- **Rnd :** rayon non déversé.

- **Rdn :** rayon minimal au divers normal.
- **dmin :** dévers minimal.
- **dmax :** dévers maximal.
- **Imax, min :** déclivité maximale, minimale.
- **L :** Longueur de raccordement.
- **Δd:** Variation des devers.
- **l :** largeur de la chaussée.
- **wp:** Limite de plasticité.
- **wl :** Limite de liquidité.
- **Ip :** L'indice de plasticité.
- **A :** facteur d'agressivité globale du trafic.
- **C :** facteur de cumul.
- **Eeq :** épaisseur équivalente.
- **BV :** bassin versant.
- **Hmax :** altitude maximale (m).
- **Hmin :** altitude minimale (m).
- **lc.e :** longueur du thalweg (km).
- **I:** pente longitudinale du thalweg.
- **Tc :** temps de concentration.
- **L :** longueur du bassin (km).
- **I :** pente moyenne du Bassin Versant (m/m).
- **H :** différence entre l'altitude maximale et minimale du bassin (m).
- **Qa :** débit d'apport.
- **Qs :** débit de saturation.
- **It :** intensité de la pluie, mm/h.

- **C :** coefficient de ruissellement.
- **K** : coefficient de conservation.
- **S :** superficie du bassin versant, Km2.
- **a(t) :** coefficient de Montana.
- **b :** exposant climatique.
- **Pm :** périmètre mouillé.
- **Sm :** Surface mouillée.
- **Qps :** débit à pleine section.
- **Vps :** vitesse à pleine section.
- **Ve :** vitesse d'écoulement.
- **Rh :** Rayon hydraulique.
- **Kst :** coefficient de Maning Strickler.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE **1**

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA STABILITE DES TALUS

I. INTRODUCTION……2
II. Causes d'instabilité des talus……2
III. Mécanismes de rupture des talus……...2
IV. Calcul de la stabilité……...3
IV.1. Principe des méthodes de calcul……3
V. Comportement des sols fins et des massifs argileux en pente……5
VI. Méthodes de calcul de la stabilité des talus en sols fins……6
VII. Techniques de confortement des pentes instables……6
VIII. Conclusion……7

CHAPITRE I : PRESNTATION DE PROJET

I.1. Introduction 8
I.2. Objectifs du projet 8
I.3. Présentation du projet 8
I.4. Présentation de la Wilaya de Tissemsilt 9
I.5. Géomorphologie et Topographie Générale 10
I.6. Hydrogéologie Générale 10
I.6.1. Climatologie 11
I.6.2. Précipitations 11
I.7. Géologie le long du tracé 11
I.8. Géotechnique de la région 11
I.9. Caractéristiques de notre pénétrante autoroutière……12
I.9.1. Catégorie de l'autoroute……...12
I.9.2. Vitesse de référence……12

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

II.1. Introduction 13
II.2. ANALYSE DE TRAFIC 13
II.3. DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS 13
II.4. Les données du trafic 14

Sommaire

II.5. Calcul de capacité 14
II.6. Conclusion 18

CHAPITRE III : ETUDE Géométrique

III.1. INTRODUCTION 19
III.2. Tracé en plan ..... ….19
III.2.1. Alignements droits……...……..19
III.2.2. Rayons de courbure……..…....20
III.2.3. Raccordements progressifs…….....20
III.2.4. Détermination pratique du tracé en plan…….....…..21
III.3. Profil en long ..... …….23
III.3.1. Tracé de la ligne rouge…… 23
III.3.2. Valeurs limites des paramètres du profil en long……..... 24
III.3.3. Exemple de calcul du profil en long……. 25
III.4. Coordination du tracé en plan et du profil en long……. 26
III.5. Profil en travers……..... 27
III.5.1. Eléments du profil en travers……..… 27
III.5.2. Application à notre projet…….... 27
III.5.3. Pentes transversales « Dévers »……... 29
III.5.3.1. En alignement et en courbe non-déversée…….. 29
III.5.3.2. En courbe déversée……...……. 29
III.6. Conclusion…… 30

CHAPITRE IV : ETUDE Géotechnique

IV.1. INTRODUCTION 31
IV.2. Essais géotechniques réalisés pour notre projet 31
IV.2.1. Essais in Situ 31
IV.2.2. Essais au laboratoire……..31
IV.3. Résultats des essais de notre projet..... 32
IV.3.1. Résultats des essais in-situ 32
IV.3.2. Résultats des essais en laboratoire 32
IV.4. Classification du sol de notre projet 34
IV.4.1. Classification selon LCPC 34
IV.4.2. Résultats de la classification LCPC 34
IV.4.3. Classification selon le guide GTR 36

Sommaire

IV.4.4. Résultat de classification GTR..... 37
IV.5. Conditions d'utilisation des sols en remblai..... 37
IV.6. Carrières pour granulats..... 39
IV.7. Recherche des dépôts..... 39
IV.8. Stabilité des talus..... 39
IV.8.1. Vérification de la stabilité des talus..... 40
IV.8.2. Présentation du logiciel de calcul ..... ….41
IV.8.3. Résultats des sondages carottés…….41
IV.8.4. Résultats donnés par le logiciel SLIDE6.0 42
IV.9. Conclusion……..... 46

CHAPITRE V : Cubatures et Terrassements

V.1. Introduction…….....47.
V.2. Les méthodes de calcul des cubatures ……...47
V.3. Description de la méthode de la moyenne des aires……...48
V.4. Application à notre projet……...49
V.4.1. Cubatures……49
V.4.2. Terrassements……49
V.4.2.1. Extraction des déblais……49
V.4.2.2. Mise en place des remblais…….....50
V.4.2.3. Réutilisation en remblais……...50
V.5. Conclusion…….50

CHAPITRE VI : Dimensionnement du corps de la chaussée

VI.1. Introduction……..51
VI.2. Les principales méthodes de dimensionnement……51
VI.2.1. Méthode CBR (California – Bearing – Ratio)……51
VI.2.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) ……51
VI.3. Application à notre projet…….. ……52
VI.3.1. Méthode CBR……. ……52
VI.3.2. Méthode du catalogue Algérien ……..… ……54
VI.4. Conclusion……. ……59

Sommaire

CHAPITRE VII : Assainissement

VII.1. Introduction…….....60
VII.2. Objectifs de l'assainissement…….....60
VII.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement…….....60
VII.3.1. Estimation des débits des crues…….....61
VII.3.2. Estimation des débits de saturation……...63
VII.4. Application au projet…….....64
VII.4.1. Délimitation des bassins versants avec Global Mapper……65
VII.4.2. Résultats des calculs de débits de notre projet……..65
VII.5. Système de drainage transversal……....66
VII.5.1. Dimensionnement des buses……..66
VII.5.2. Dimensionnement des dalots…… ……...67
VII.5.3. Résultats récapitulatifs des dimensionnements……..67
VII.6. Système de drainage longitudinal ……..68
VII.7. Conclusion ……72

CHAPITRE VIII : Conception de l'échangeur

VIII.1. Introduction..... ..73
VIII.2. Rôle de l'échangeur ..... …..73
VIII.3. Constituants de l'échangeur…….73
VIII.3.1. Ouvrages d'art…….....73
VIII.3.2. Carrefour plan…….....74
VIII.3.3. Bretelles……..74
VIII.4. Les différents types des échangeurs..... 74
VIII.5. Choix du type de l'échangeur 75
VIII.6. Application au projet..... 75
VIII.7. Caractéristiques géométriques des bretelles…….76
VIII.7.1. Tracé des bretelles……..76
VIII.7.2. Enchainement des éléments du tracé en plan…….76
VIII.7.3. Raccordements progressifs…….76
VIII.7.4. Zones d'accélération et de décélération……..77
VIII.8. Conception plane de notre échangeur……...78

Sommaire

CHAPITRE IX : Ouvrages d'art

IX.1. Introduction 79
IX.2. Choix du type de l'ouvrage..... 79
IX.3. Présentation des ouvrages……79
IX.4. Conception primaire 80
IX.4.1. Variante1 (pont à poutres en BA) 80
IX.4.2. Variante 2 (pont à poutres en béton précontraint)..... 80
IX.4.3. Variante 3 (Pont mixte)..... 81
IX.5. Les variantes retenues..... 81

CHAPITRE X : Signalisation et éclairage

X.1. Introduction 82
X.2. Catégories de la signalisation 82
X.3. Règles à respecter pour la signalisation routière 82
X.4. Types de signalisation 83
X.4.1. Signalisation verticale 83
X.4.2. Signalisation horizontale 84
X.5. Application au projet 86
X.5.1. Signalisation horizontale……86
X.5.2. Signalisation verticale……90
X.6. Eclairage 92
X.6.1. Introduction……92
X.6.2. Paramètres de l'implantation des luminaires…….92
X.6.3. Application à notre projet……..93

CHAPITRE XI : Impact sur l'environnement

XI.1. INTRODUCTION 94
XI.2. Cadre juridique 94
XI.3. Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement 94
XI.4. Impacts négatifs du projet..... 95
XI.4.1. Impacts sur la nature 95
XI.4.2. Impacts sur les habitants 96
XI.5. Impacts positifs du projet 97
XI.6. CONCLUSION 98

Sommaire

CHAPITRE XII : Devis quantitatif et estimatif

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF 99

CONCLUSION GENERALE..... ……102

BIBLIOGRAPHIE……...103

Annexe

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1. Valeurs du coefficient d'équivalence « P »……15
Tableau II.2. Valeurs du coefficient « K1 »…….16
Tableau II.3. Valeurs du coefficient « K2 »…….17
Tableau II.4. Valeurs de la capacité théorique Cth……..17
Tableau III.1. Valeurs minimales des rayons du tracé en plan……...20
Tableau III.2. Coordonnées des sommets à calculer 21
Tableau III.3. Valeurs limites des éléments du profil en long 24
Tableau III.4. Les données de l'axe à calculer 25
Tableau III.5. Dimensions des éléments du profil en travers 28
Tableau III.6. Pentes transversales en section droite et en courbe non déversée..... 29
Tableau III.7. Pentes transversales en courbe déversée 30
Tableau IV.1. Essais in situ..... 31
Tableau IV.2. Essais en laboratoire 31
Tableau IV.3. Résultats des sondages carottés 32
Tableau IV.4. Résultats des puits de reconnaissance……...33
Tableau IV.5. Résultats des essais physiques relatifs aux sondages……33
Tableau IV.6. Résultats des essais mécaniques relatifs aux sondages…….34
Tableau IV.7. Résultats de la classification LCPC pour les sondages carottés……35
Tableau IV.8. Résultats de la classification LCPC pour les puits de reconnaissance...35
Tableau IV.9. Résultat de la classification GTR pour les sondages carottés..... .36
Tableau IV.10. Résultat de la classification GTR pour les puits de reconnaissance……37
Tableau IV.11. Caractères principaux des sous-classes de notre sol…….37
Tableau IV.12. Conditions d'utilisation des sols en remblais……...38
Tableau IV.13. Carrières pour granulats..... .39
Tableau IV.14. Pente standard des remblais……....39
Tableau IV15. Pente standard des déblais……..40
Tableau IV.16. Talus en remblais ……40
Tableau IV.17. Talus en déblais 40
Tableau IV.18. Facteur de sécurité admissible 41
Tableau IV.19. Caractéristiques géotechniques des sols en déblais 41
Tableau IV.20. Caractéristiques géotechniques des sols en remblais……42
Tableau IV.21. Résultats du calcul du logiciel en déblais…….42
Tableau IV.22. Résultats du calcul du logiciel en remblais……...44

Tableau V.1. Récapitulation des cubatures……..……49
Tableau VI.1. Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau…….53
Tableau VI.2. Tableau récapitulatif ……..53
Tableau VI.3. Classes de portance en fonction de l'indice CBR……...54
Tableau VI.4. Températures équivalentes……..55
Tableau VI.5. Performances mécaniques des matériaux bitumineux……57
Tableau VI.6. Comparaison des déformations admissibles…….....59
Tableau VII.1. Valeurs du Coefficient (C1)…….....62
Tableau VII.2. Valeurs du Coefficient (C2) …….....63.
Tableau VII.3. Valeurs du Coefficient (C3) …….....63
Tableau VII.4. Valeurs du paramètre de Montana « a » ……63
Tableau VII.5. Caractéristiques physiques des bassins versants……65
Tableau VII.6. Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans……..65
Tableau VII.7. Tableau réduplicatif des ouvrages hydrauliques et leurs dimensions…68.
Tableau VII.8. Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée ……...69
Tableau VII.9. Tableau récapitulatif des résultats des débits des SBV…….71
Tableau VIII.1. Valeurs limites des rayons des bretelles……76
Tableau IX.1. Ouvrages de franchissement de notre tronçon ……..……79
Tableau IX.2. Propositions retenues ……81
Tableau X.1. Modulation des lignes discontinues…….....85

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Différents types de glissements…….4
Figure 2. Les contraintes de cisaillement……..4
Figure I.1. Synoptique de notre tronçon à Layoune-Wilaya de Tissemsilt……..9
Figure I.2. Carte des limites administratives de la wilaya de TISSEMSILT……...10
Figure III.1. Paramètres de raccordement par arc 22
Figure III.2. Schéma illustratif d'un rayon concave 25
Figure III.3. Eléments constitutifs du profil en travers 27
Figure IV.1. Diagramme de Casagrande..... 34
Figure IV.2. Abaque de classification GTR..... 36
Figure IV.3. Résultat des calculs cas statique (long terme) 42
Figure IV.4. Résultat des calculs cas statique (court terme)..... 43
Figure IV.5. Résultat des calculs cas dynamique..... 43
Figure IV.6. Résultat des calculs cas statique (long terme) 44
Figure IV.7. Résultat des calculs cas statique (court terme)..... 45
Figure IV.8. Résultat des calculs cas dynamique……45
Figure V.1. Coupe en travers pour les profils des terrassements 47
Figure V.2. Les sections d'un profil en travers..... 48
Figure V.3. Les sections d'un profil en long ……..48
Figure VI.1. Structure du corps de chaussée selon la méthode C.B.R..... 53
Figure VI.2. Structure du corps de chaussée selon la méthode Catalogue 55
Figure VI.3. Résultats de la simulation à l'aide d'ALIZE LCPC……58
Figure VII.1 Délimitation des bassins versants avec Global Mapper..... 64
Figure VII.2. Caractéristiques d'une buse 66
Figure VII.3. Caractéristiques d'un dalot 67
Figure VII.4. Caractéristiques d'un fossé 71
Figure VIII.1. Différents types de bretelles 74
Figure VIII.2. Différents types des échangeurs 74
Figure VIII.3. Dispositif de sortie de l'autoroute..... 77
Figure VIII.4. Dispositif d'entrée de l'autoroute 78
Figure VIII.5. Conception en plan de l'échangeur et signalisation 78
Figure X.1. Signaux de danger 83
Figure X.2. Signaux de prescription 83
Figure X.3. Panneaux d'indications 84
Figure X.4. Panneaux de directions 84
Figure X.5. Types de modulation…….86

Figure X.6. Lignes longitudinales 87
Figure X.7. Lignes transversales 87
Figure X.8. Lignes de délimitation des voies sur le tracé……...87
Figure X.9. Avec affectation de voies…….87
Figure X.10. Sans affectation de voies…….....88
Figure X.11. Meme nombre de voies……..88
Figure X.12. Nombre de voies inférieur…….88
Figure X.13. Voies d'entrecroisement……88
Figure X.14. Schéma de marquage avec hachures……..89
Figure X.15. Flèches de sélection……...89
Figure X.16. Flèche de rabattement……90
Figure X.17. Différents panneaux utilisés dans notre projet…….....91
Figure X.18. Panneaux de directions……..91
Figure X.19. Panneau de pré-signalisation…….91
Figure X.20. Paramètres d'implantation des luminaires…….93
Figure XI.1. Impact sur la faune et la flore 96

Introduction Générale :

L'aménagement des espaces extérieurs et plus particulièrement de la voirie est un domaine sensible car il doit répondre à des besoins de sécurité, de confort de l'usager et d'une certaine capacité de circulation sans pour autant générer un surcout de réalisation et d'entretien. La problématique à la base de tout projet routier est née de l'insuffisance des réseaux existants ou de leur saturation.

Pour concrétiser les connaissances techniques acquises pendant le cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics propose à ses élèves ingénieurs l'élaboration des Projets de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en travaux publics.

Parmi les domaines des Travaux Publics, celui de l'infrastructure routière qui revêt une importance particulière dans notre pays pour répondre aux objectifs de mobilité, sécurité et de durabilité des ouvrages, c'est un facteur générateur du développement économique.

Dans ce contexte, notre Projet de Fin d'Etudes portera sur l'étude en Avant-Projet Détaillé d'un tronçon de 10 km de la liaison autoroutière reliant KHEMIS MILIANA-TISSEMSILT-TIARET avec la conception d'un échangeur.

RECHERCHE

BIBLIOGRAPHIQUE

SUR LA STABILITE DES

TALUS

I. Introduction :

La stabilité des ouvrages en terre (déblais, remblais, digues) et des pentes naturelles est un problème qui préoccupe tous les ingénieurs géotechniciens. Les désordres engendrés par la rupture des pentes sont généralement destructifs et parfois meurtriers. De nombreuses méthodes de calcul de stabilité ont été proposées. Celles-ci se différencient par les hypothèses admises par leurs auteurs et par la facilité de leur mise en œuvre (calculs à l'aide d'abaques, calculs automatiques à l'aide de logiciels), mais elles s'accordent toutes à définir un coefficient de sécurité global en fonction duquel la stabilité du talus étudié est considérée comme assurée ou compromise.

On présente dans cette partie les mécanismes de rupture et les causes d'instabilité des pentes. On analyse ensuite le comportement des sols fins et des massifs argileux en pente. Puis, on expose les méthodes de calcul de stabilité des talus.

II. Causes d'instabilité des talus :

Les principales causes d'instabilité des pentes sont liées à :

- L'application de surcharges sur la pente ou le remblai (ex : fondations d'ouvrages),
- Des modifications du profil de la pente (ex : construction d'une route ; mise en place d'un mur de soutènement),
- Des modifications des conditions hydrauliques (apparition d'un écoulement : eaux pluviales, fonte de neige, eaux de ruissellement, modification des conditions de drainage),
- Des modifications des caractéristiques mécaniques du sol à long terme (perte de résistance par remaniement).

III. Mécanismes de rupture des talus :

Les mécanismes de rupture par cisaillement des talus de remblais et d'excavations ou de pentes naturelles dépendent de la forme de la surface de rupture observée ou supposée (plan, droite, calotte sphérique...), D'autres mécanismes de rupture par plastification et écoulement d'une partie de la masse de sol peuvent également exister (poinçonnement dans le cas des remblais sur sols compressibles, phénomènes de coulées boueuses et de fluage dans la masse des versants),

Dans la pratique courante, les calculs se font en considérant un mode de rupture plane pour les glissements plans ou cylindrique pour les glissements rotationnels.

Les glissements plans se produisent par cisaillement et par translation sur un plan incliné plus ou moins régulier, où la masse de sol en mouvement se comporte comme un monolithe dont les déformations sont très petites et très localisées au niveau de la surface de rupture. Les glissements rotationnels simples se traduisent par un basculement de la masse le long d'une surface (glissements superficiels) ou en profondeur (glissements profonds) dans un milieu homogène et isotrope et les glissements rotationnels complexes résultent d'un emboîtement les uns dans les autres de glissements rotationnels simples dont la surface de rupture globale n'est pas circulaire (glissements en escaliers - glissements épicycloïdaux - glissements régressifs) évoluant généralement dans les milieux hétérogènes et anisotropes.

IV. Calcul de la stabilité :

L'analyse de la stabilité des pentes s'effectue habituellement à la rupture à l'aide de la méthode des tranches. Cette méthode donne par l'intermédiaire du coefficient de sécurité une idée de l'état d'équilibre de la pente étudiée par rapport à l'équilibre limite. L'expression du coefficient de sécurité est différente selon qu'il s'agit d'une rupture plane, circulaire ou quelconque. Dans tous les cas, les calculs de stabilité s'effectuent en contraintes totales à court terme et/ou en contraintes effectives à long terme. Le degré de précision des calculs dépendra toutefois de la qualité de détermination des paramètres de cisaillement, mais aussi des moyens de calculs mis en œuvre.

IV.1. Principe des méthodes de calcul :

Les principales méthodes de calcul de stabilité des pentes sont basées sur la recherche d'un coefficient de sécurité en supposant que le sol est à l'équilibre limite le long d'une surface de glissement.

On traite le problème en le supposant bidimensionnel, c'est-à-dire qu'on considère une tranche d'épaisseur unité : la surface de glissement est alors représentée par une ligne de glissement. Cette ligne de glissement n'est pas connue et il s'agit donc de rechercher la ligne la plus défavorable. On commence par faire certaines hypothèses quant à sa forme en fonction du type de configuration ou du problème à traiter (Fig.1). Les cas habituellement envisagés sont :

- Glissement plan parallèle à la pente (Fig.1a),
- Glissement plan non parallèle à la pente,
- Glissement circulaire (cas le plus couramment employé, (Fig.1c)),
- Glissement suivant une ligne polygonale,
- Glissement suivant une courbe non circulaire.

(a). (b).

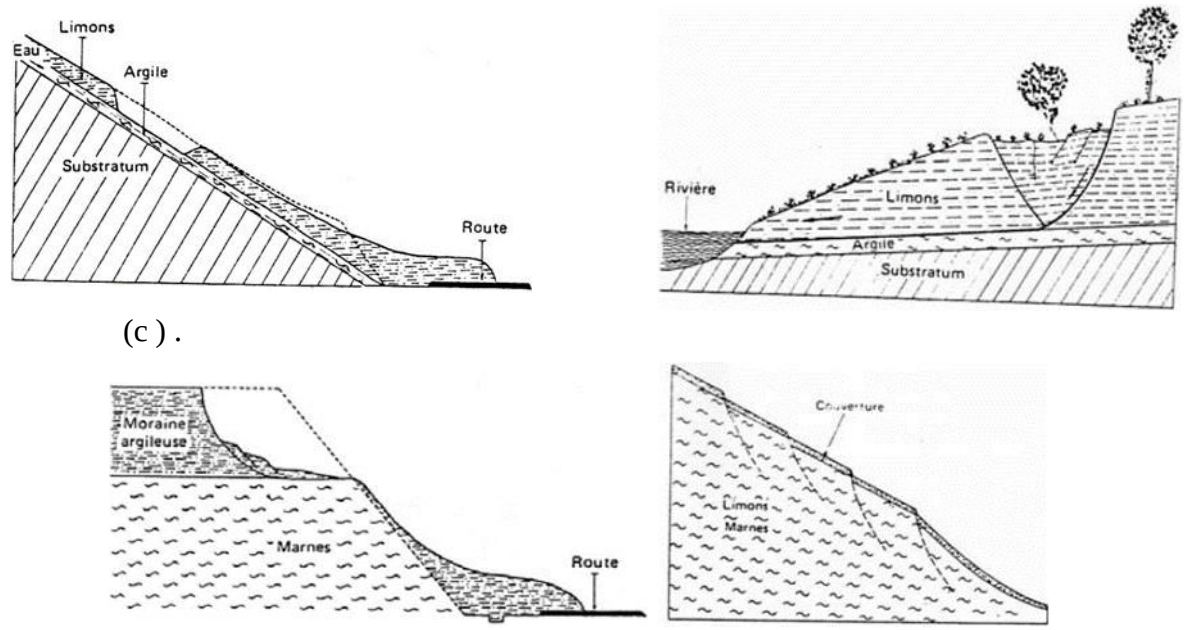


Fig.1. Différents types de glissements en fonction de la forme de leur ligne de glissement : (a) glissement plan, (b) glissement complexe en partie circulaire et en partie plan, (c) glissements circulaires.

On considère qu'il y a glissement lorsque la contrainte de cisaillement mobilisée (ou motrice) τmoteur le long de la ligne de glissement (Fig. 2.) est égale ou supérieure à la contrainte de cisaillement résistante τrésistant (soit la contrainte de cisaillement à la rupture). Pour une ligne de glissement donnée on définitle facteur de sécurité F tel que :

$$F = \frac{\tau\text{résistant}}{cmoteur}$$

Pour une pente donnée, une infinité de lignes de glissements sont possibles. Une pente sera considérée comme stable si le facteur de sécurité F est suffisamment grand pour chacune des lignes de glissement. Autrement dit, vérifier la stabilité d'une pente revient à rechercher la ligne de glissement conduisant à la plus petite valeur de F. Pour les cas courants, la valeur minimale généralement admise est F=1,5 pour avoir une sécurité suffisante.

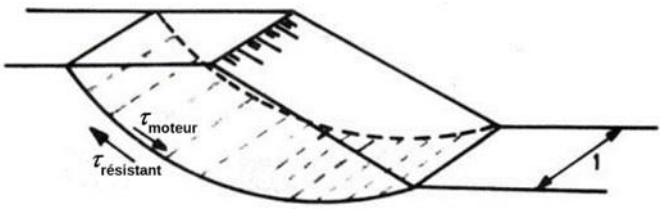


Fig.2. La contrainte de cisaillement motrice et la contrainte de cisaillement résistante le long de la ligne de glissement.

V. Comportement des sols fins et des massifs argileux en pente :

La reconnaissance géologique et géotechnique d'un massif de sol en pente doit d'abord permettre de localiser les différentes couches qui le constituent et d'en donner la configuration générale. Les sondages doivent être implantés à la périphérie du glissement, à l'intérieur de la masse de sol glissée et également dans la zone stable à proximité immédiate (leur nombre et leur implantation sont décidés après une étude géologique effectuée au préalable ; leur nature dépend des sols rencontrés et des caractéristiques géotechniques recherchées : les sondages à la tarière permettent de prélever des échantillons remaniés suffisants pour les identifications et les sondages carottés sont nécessaires pour la détermination des paramètres mécaniques). La reconnaissance géotechnique doit ensuite permettre d'obtenir des informations sur les caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques des sols constituant le massif, mais aussi et surtout sur leurs caractéristiques mécaniques et hydrauliques (paramètres de résistance au cisaillement notamment : cohésion et angle de frottement) à partir des résultats d'essais in-situ (essais pénétrométriques, scissométriques et pressiométriques) et de laboratoire (essais de cisaillement direct à la boîte de Casagrande et essais de cisaillement à l'appareil triaxial).

Les études effectuées au laboratoire et en place montrent que le mécanisme de rupture par cisaillement des sols fins dépend non seulement de l'intensité des efforts exercés et de la manière dont ils leur sont appliqués, mais également des conditions de drainage de l'eau interstitielle. Le cisaillement drainé, caractéristique du comportement à long terme, est caractérisé par des déformations qui s'accompagnent d'une densification du sol dans le domaine normalement consolidé, d'où un accroissement de sa cohésion vraie. Le cisaillement non drainé, caractéristique du comportement à court terme, est accompagné du développement de fortes surpressions interstitielles, d'une réduction importante de la contrainte normale effective et de la résistance au frottement des particules solides.

La rupture du sol est définie par le moment où celle-ci se produit et par la résistance aux sollicitations qu'on lui impose. Cette résistance est habituellement appelée : "résistance au cisaillement". Elle caractérise la position correspondant au point d'état limite ou d'état critique selon que les chemins de contraintes ou de déformations suivis se trouvent dans le domaine sur-consolidé ou normalement consolidé.

Les concepts d'état limite et d'état critique constituent les règles de base pour l'étude du comportement des sols fins, notamment des argiles molles. L'état limite est défini par une surface de charge, appelée surface d'état limite, qui représente la limite entre les régions de l'espace des contraintes principales correspondant aux déformations réversibles et irréversibles. L'état critique, défini comme l'état où ne se produisent dans le sol que des déformations déviatoriques plastiques, est associé à l'existence d'un "indice des vides critique" atteint au moment où se développent des déformations plastiques de cisaillement sans variation de volume et de contraintes.

VI. Méthodes de calcul de la stabilité des talus en sols fins :

Le dimensionnement des ouvrages en terre et l'analyse de stabilité des pentes naturelles s'effectuent habituellement par la méthode des tranches. Cette méthode consiste à découper le talus en tranches verticales et résoudre le système hyperstatique des forces d'équilibre appliquées. Plusieurs variantes introduisant chacune des hypothèses de résolution simplificatrices peuvent être utilisées dans le cas d'une surface de rupture circulaire (méthodes de Fellenius, Taylor, Bishop, Caquot-Biarez) ou de forme quelconque (méthodes de Janbu, Morgenstern Price, Spencer et méthode des perturbations). La méthode des tranches donne par l'intermédiaire du coefficient de sécurité une idée de l'état d'équilibre du talus étudié par rapport à l'équilibre limite. Le coefficient de sécurité est défini par le rapport de la résistance au cisaillement critique et de la contrainte de cisaillement appliquée le long de la surface de rupture. Son expression est différente selon qu'il s'agit d'une rupture plane, circulaire ou quelconque. Dans tous les cas, les calculs de stabilité s'effectuent en contraintes totales à court terme (cas des remblais) et en contraintes effectives à long terme (cas des versants). Le degré de précision des calculs dépendra toutefois de la qualité de détermination des paramètres de résistance au cisaillement des sols, mais aussi des moyens de calculs mis en œuvre. Le coefficient de sécurité est déterminé à l'aide d'abaques dans le cas de configurations simples ou d'avant-projet (abaques de Taylor, etc.) ou à l'aide de logiciels pour les configurations complexes (PETAL-LCPC, PROSPER-LCPC, etc.).

VII. Techniques de confortement des pentes instables :

Les dispositifs utilisés pour le confortement des pentes instables (à long terme), ou susceptibles de le devenir à cause des travaux (à court terme), sont nombreux et variés. Ils peuvent être géométriques (modification de la pente du talus ou réduction de sa hauteur) ou hydrauliques (rabattement et drainage de la nappe). D'autres techniques peuvent aussi être utilisées comme le boisement, la recharge en pied du talus (berges), le clouage à l'aide de pieux ou barrettes et le soutènement par murs gabions ou en béton armé ou à l'aide de palplanches métalliques. Le choix de l'une de ces solutions dépendra de la nature du talus à conforter (versant naturel ou artificiel), de sa géométrie (pendage, longueur et profondeur), du massif de terrain constitutif (sol meuble ou compact) et du régime hydraulique existant (niveau de la nappe), il dépend aussi de la facilité de sa mise en œuvre et du cout de la solution. Parmi les solutions techniquement possibles.

VIII. Conclusion :

Le comportement des massifs de sol en pente a fait l'objet de nombreux développements depuis plusieurs décennies. Des méthodes d'analyse de stabilité et de stabilisation deviennent de plus en plus pratiques et courantes, allant de la reconnaissance préliminaire du terrain aux mesures de contrôle, en passant par les essais en place et en laboratoire, les calculs de stabilité et le choix de la technique de confortement des pentes instables. La reconnaissance géologique et géotechnique permet de localiser la surface de rupture du talus étudié, d'en connaître la forme et d'en donner une explication sur les mécanismes de rupture et les causes d'instabilité probables, ainsi que de déterminer les paramètres de résistance au cisaillement de la masse de sols glissée et de son comportement avant la rupture. Les calculs de stabilité s'effectuent dans la pratique courante en équilibre limite par l'une des variantes de la méthode des tranches, dont l'utilisation pendant plusieurs dizaines d'années a prouvé leur efficacité et leur fiabilité. Dans tous les cas, le problème consiste à déterminer le coefficient de sécurité et de conclure à la stabilité ou non du talus étudié. Si la stabilité du talus n'est pas assurée, le renforcement de celui-ci s'impose afin de parer à tout glissement éventuel ou limiter son évolution dans le temps.

Chapitre I :

Présentation du projet

I.1. Introduction :

Le projet de la liaison autoroutière reliant Khemis Miliana-Tissemsilt-Tiaret s'inscrit dans les grandes orientations du Schéma Directeur du Réseau Routier et Autoroutier National, ainsi que celles du Plan National et Régional d'Aménagement du Territoire, qui retiennent la nécessité de réaliser une infrastructure moderne susceptible de recevoir un trafic important.

La réalisation de cette autoroute permettra le développement équilibré du territoire national en favorisant le développement économique régional.

I.2. Objectifs du Projet :

L'objectif principal de notre projet est de créer une liaison entre les wilayas de Ain Defla-Tissemsilt-Tiaret, et de relier cette liaison à l'autoroute Est-Ouest, cet objectif aura comme conséquences :

- Répondre à la demande de trafic et aux besoins en matière de transport, et décongestionner les routes de la région ;
- Créer et valoriser les richesses locales ;
- Augmenter la sécurité des transports ;
- Augmenter le gain de temps pour les usagers ;
- Contribuer à un aménagement équilibré et rationnel du territoire ;
- Créer un nouvel espace socio-économique rentable et attractif pour l'investissement, que ce soit au niveau commercial, industriel ou touristique ;
- Créer un emploi important pendant la phase des travaux.

I.3. Présentation du Projet :

Lors des études d'APS, le tracé a été affiné en fonction d'une analyse plus approfondie de la topographie, de la géologie, de la géotechnique, de l'hydrographie, des contraintes environnementales et de réseaux, et finalement en fonction de visites sur site et des résultats des essais au laboratoire.

Le tracé est d'une longueur d'environ 170 km et suit le couloir de la RN14. Il intercepte cette dernière à plusieurs endroits (dans notre tronçon il l'intercepte au PK 78+000), avec des fréquences plus rapprochées dans la zone accidentée. Cela est relié au couloir très restreint dans cette zone du tracé, avec la présence de montagnes et des oueds.

Des raccordements aux autres pénétrantes autoroutières sont prévus :

- Liaison autoroutière Port de Ténès-Tissemsilt (vers le PK 105) ;
- Liaison autoroutière Ghilizane-Tiaret-Autoroute des Hauts Plateaux à la fin du tracé.

De manière générale, le tracé à l'étude traverse des conditions géomorphologiques et topographiques variables. Il s'agit, entre autres, de plaines d'oueds, de cours d'eau saisonniers, de talwegs, de terrains vallonnés, de secteurs montagneux et accidentés, etc.

Notre projet consiste à une étude en APD d'un tronçon de 10 kilomètres du (PK75+000 au PK85+000) avec la conception d'un échangeur à Laâyoune au niveau de la Wilaya de Tissemsilt.

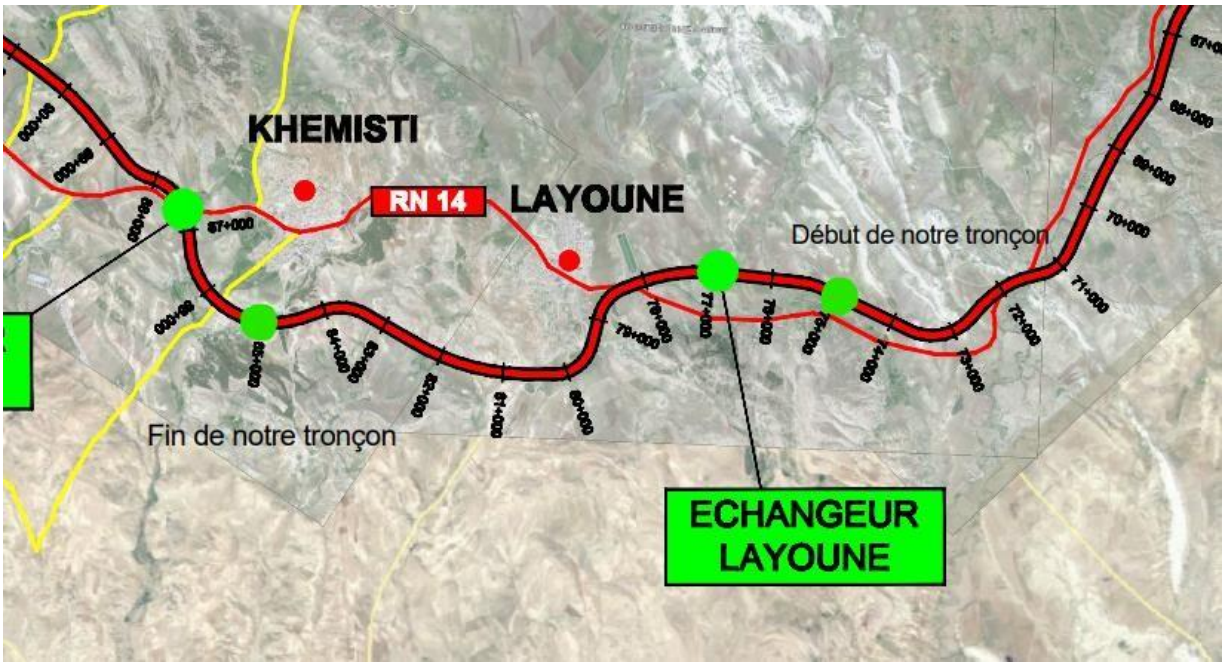


Figure.I.1: Synoptique de notre tronçon à Laâyoune, Wilaya de Tissemsilt .

I.4. Présentation de la Wilaya de Tissemsilt :

La wilaya de Tissemsilt s'étend sur une superficie de 3151,37 km2, elle se situe au centre du pays dans la région des hauts plateaux, à 220 km d'Alger et à 300 km d'Oran. Elle est délimitée :

- Au Nord, par les Wilayas de Ain Defla et Chlef.

- A l'Est, par la Wilaya de Médéa.
- A l'Ouest, par la Wilaya de Ghilizane.
- Au Sud-ouest, par la Wilaya de Tiaret.



Figure I.2. Carte des limites administratives de la Wilaya de Tissemsilt

I.5. Géomorphologie et Topographie Générale :

La géomorphologie et la topographie de notre tronçon se constitue de la formation rocheuse de l'Atlas Tellien (marno-calcaire, marne, grès, etc.). Le tracé traverse cette formation rocheuse selon un relief non ou peu accidenté au PK 80+000, la plaine des Hauts Plateaux sur du PK 80+000 au PK 85+000 est principalement constituée de terres agricoles. Les sols en place sont majoritairement formés de tufs, d'alluvions, de limons, d'argiles et de sable. De façon générale, le terrain naturel est plus ou moins vallonné et peut être constitué localement de sols fins potentiellement compressibles. Des zones humides et inondables sont également susceptibles d'exister dans ces régions.

I.6. Hydrologie Générale :

Le tracé traverse une région avec beaucoup de pluie en hiver. Parfois, ces pluies peuvent être denses sur une courte période créant beaucoup d'eau à drainer sur le réseau routier. Il est donc recommandé de mettre le corps de chaussée plus haut que les terrains riverains afin de permettre le drainage des eaux.

Des oueds, des cours d'eau saisonniers et des talwegs sont présents le long du tracé et font partie du réseau hydrographique plus ou moins dense qui caractérise la région.

Dans sa partie Sud, le tracé longe et traverse l'oued Massine à plusieurs endroits. La wilaya de TISSEMSILT est caractérisée par :

I.6.1. Climatologie :

Le climat est de type semi-aride au sud et au centre de la wilaya, subhumide dans le massif de l'Ouarsenis :

- La pluviométrie variable se situe entre 400 et 500 mm/an ;
- La température, quant à elle, varie entre 8 et 30 °C.

I.6.2. Précipitations :

La région de TISSEMSILT constitue : une zone à étage bioclimatique subhumide frais en altitude et à semi-aride frais sur les piémonts avec des précipitations de l'ordre de 400 à 500 mm/an.

L'emplacement des conduites d'irrigation des barrages Deurdeur et Dahmouni devra être considéré lors de l'établissement de tracé.

I.7. Géologie le long du tracé :

Le tracé autoroutier projeté traverse l'Atlas Tellien dans sa partie Nord pour atteindre le domaine des Hauts Plateaux en sa partie Sud.

Située au centre-Ouest du Nord de l'Algérie, la wilaya de Tissemsilt est caractérisée par des hautes plaines au Sud et le massif de l'Ouarsenis au Nord. Dans notre cas, l'extension du PK 75+000 au PK 85+000 est de formation géologique en Miocène inférieur, et de nature lithologique en conglomérats, sable à gros grains et limons sableux.

I.8. Géotechnique de la région :

On peut partager le tracé en deux (2) parties :

a) **Relief montagneux non ou peu accidenté :**
   - Le tracé suit dans l'ensemble les oueds et la RN 14 ;
   - Des déblais dans des formations géologiques variables sont à prévoir (calcaire,dolomie, grès, marno-calcaire, conglomérats,…);

- L'usage occasionnel de brise-roche et d'explosif pourrait s'avérer nécessaire par endroits ;
- Des remblais de hauteur grande à moyenne sont envisageables, généralement,ces derniers ne posent pas de difficultés majeures.

b) Relief montagneux plus ou moins accidenté :

Sans s'y limiter, il y a lieu de prévoir dans ces zones :

- Des remblais et des déblais de hauteur moyenne et grande dans des formations géologiques variables (calcaire, dolomie, grès, marno-calcaire, conglomérats, argilite…);
- Des problèmes d'instabilité engendrés par des remblais et des déblais construits sur/ou dans des versants naturels à stabilité marginale ou présentant d'anciens glissements fossiles. En fonction de leur ampleur, ces derniers requerront des solutions de confortements souples, rigides ou une combinaison des deux;
- L'usage de brise-roche et d'explosif dans le roc dur (calcaire, dolomie, grès…);
- La stabilisation des pentes formées de roches tendres, altérées ou évolutives : clouage, ancrage, béton projeté, et la stabilisation contre les chutes de bloc : filets métalliques boulonnés, clouage ponctuel.

I.9. Caractéristiques de notre projet :

Notre projet est une liaison autoroutière interurbaine, donc on utilise l'ICTAAL 2015 (Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison).

I.9.a. Catégorie de l'autoroute :

Compte tenu du relief difficile et des impacts économiques et environnementaux que notre projet implique, la catégorie d'autoroute sera « L2 » selon l'ICTAAL 2015.

I.9.b. Vitesse de référence :

Selon l'ICTAAL 2015 et pour une catégorie « L2 » de l'autoroute, la vitesse maximale autorisée est de 110 km/h.

Chapitre II :

Etude du trafic

II.1. Introduction :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie de grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie primordiale dans les études de transport, et constitue parallèlement une étape essentielle dans la conception des réseaux routiers.

Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et de son évolution future. Il s'agit d'effectuer des prévisions lointaines de 10 ans a 20 ans voir plus. Il est important d'estimer correctement le trafic réel et prévisible afin de connaitre le classement de la voie et d'éviter le sous dimensionnement préjudiciable tant à la fluidité du trafic qu'a la durée de vie estimé du corps de chaussée.

II.2. Analyse du trafic :

Notre cas est basé sur une campagne de recensement de la circulation comprenant :

- **Des comptages automatiques :** avec des compteurs Metro-Count permettant de redresser les échantillons comptés et enquêtés pour la période de recensement.
- **Des comptages manuels :** par des agents de comptage, permettant de connaître la composition du trafic par types de véhicules.
- **Des enquêtes origine - destination :** renseignant sur la demande de transport sur le réseau routier de la zone d'influence du Projet.

II.3. Différents types de trafic :

- **Trafic normal :** C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.
- **Trafic dévié :** C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic induit :** C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectueront et qui, en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- D'une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à la facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

- **Trafic total :** C'est la somme du trafic induit et le trafic dévié.

II.4. Les données du trafic :

Selon les résultats de comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la S.A.E.T.I, nous avons :

- Trafic journalier moyen annuel à l'année 2019 : TJMA2019 =14394veh/jour ;
- Taux d'accroissement annuel du trafic : τ =3.5% ;
- Pourcentage de poids lourds : Z =18% ;
- Environnement de la route : E2 ;
- Catégorie de la route : C1 ;
- Année de mise en service : 2025 ;
- Durée de vie :20 ans.

II.5. Calcul de la capacité :

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route (ou deux directions), elle s'exprime sous forme d'un débit horaire.

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

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

Avec : - TJMAh : Trafic à l'année horizon ;

- TJMA0 : Trafic à l'année de référence (2019).

- **Trafic de l'année de mise en service 2025 :**

$TJMA_{2025} = (1+ \tau)^6 * TJMA_{2019} = (1+0.035)^6 * 14394 = 17693$ véhicules/jour

⇨ **$TJMA_{2025}$ = 17693 véhicules/jour.**

- **Trafic de l'année horizon 2045 :**

$TJMA_{2045} = (1+ \tau)^{20} * TJMA_{2025} = (1+0.035)^{20} * 17693 = 35205$ véhicules/jour

⇨ **$TJMA_{2045}$ = 35205 véhicules/jour.**

- **Trafic effectif :**

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement, sa formule est la suivante :

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

Avec :

- Z: Le pourcentage de poids lourds est égal à 18%.
- P : Coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Selon le B40, le coefficient d'équivalence « P » :

Tab.II.1. Valeurs du coefficient d'équivalence « P »

Classe d'Environnement	E1	E2	E3
Route à bonnes caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Pour notre cas, on prend **P = 5** : (on a un environnement E2)

$Teff_{2045} = [(1 – 0.18) + 0.18 \times 5] \times TJMA_{2045} = [(1 – 0.18) + 0.18 \times 5] \times 35205$

⇨ **$Teff_{2045}$ = 60552 véhicules/jour.**

- **Débit de pointe horaire normal :**

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

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

Avec :

- **Q** : débit de pointe horaire.
- **n** : nombre d'heure, (prise en général n=8heures, heures de pointe).
- **(1/n)** : Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q prévisible (2045) = 0.12 × Teff (2045) = 0.12 x 60552 = 7266 uvp/h.

⇨ **Q prévisible(2045) = 7266 uvp/h.**

- **Débit horaire admissible :**

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

$$Qadm = K1.K2.Cth$$

Avec :

- **K1 :** Coefficient correcteur dépend de l'environnement.
- **K2 :** Coefficient correcteur dépend de catégorie de la route et de l'environnement.
- **Cth :** Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau II.2 : Valeurs de coefficient K1 (normes B40)

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II. 3 : Valeurs de coefficient K2 (normes B40)

Catégorie / Environnement	1	2	3	4	5
E1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
E2	**0.99**	**0.99**	**0.99**	**0.98**	**0.98**
E3	**0.91**	**0.95**	**0.97**	**0.96**	**0.96**

Tableau II.4 : Valeurs de la capacité théorique (normes B40)

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

Dans notre cas, l'environnement de notre autoroute est un environnement E2 et la catégorie est une catégorie C1, donc :

- K1 = 0.85 ;
- K2 = 0.99 ;
- Cth = 1800uvp/h sur la voie la plus chargée VPC.

Qadm = 0.85× 0.99 ×1800 = 1515 uvp/h.

➔ **Qadm =1515 uvp/h pour une voie.**

- **Nombre de voies :**

Notre cas est une pénétrante donc une chaussée unidirectionnelle ; Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

N= S.Q / Qadm

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

N= (S * Q) / Qadm

N= (2/3) * 7266 / 1515 ➔ N = 3.19 ;

alors : **N= 3 Voies par sens.**

- **Calcul de l'année de saturation :**

Le calcul de l'année de saturation se fait par sens (pour 3 voies) de notre autoroute, et par conséquence de la répartition dyssimétrique, l'autre sens aura la moitié de la charge de trafic de ce sens, donc on multiplie par 4.5 car le calcul du débit horaire admissible s'est fait pour une seule voie qui est la voie la plus chargée. Autrement dit, pour vérifier l'année de saturation, on fait l'égalité entre le débit du trafic à l'horizon n pour un sens, avec le débit admissible pour le même sens.

$$\mathbf{Qsaturation = Q2O25 \times (1+\tau)^{n}}$$

$$\mathbf{Qsaturation = 4.5 * Qadm}$$

Q 2025= 0.12×Teff 2025

Teff 2025 = [(1 – 0.18) + 0.18 x 5] x 17693 = 30431 véhicules/jour.

Q 2025= 0.12 × 30431 = **3651 uvp/h.**

Qsaturation = Q2O25 × (1+τ) ^{n} = 3651 x (1+0.035)^{n}·····(1)

Qsaturation = 4.5 * Qadm = 4.5 * 1515 = 6817 uvp/h… .....(2)

On pose (1) = (2) , on trouve n :

$$n = \frac{\log\left(\frac{Qsaturation}{Q2025}\right)}{\log(1+\tau)} = \frac{\log\left(\frac{6817}{3651}\right)}{\log(1+0.035)} = 18 \text{ ans.}$$

II.6. 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 18 ans de l'année de mise en service, donc son année de saturation est estimée en 2043.

Chapitre III :

Etude Géométrique

III.1. Introduction :

La surface de roulement d'une route est une conception dans l'espace définie géométriquement par trois conceptions qui sont :

- Le tracé de son axe en situation plane
- Le profil en long
- Le profil en travers

Le choix des caractéristiques géométriques du tracé est régi par les instructions et les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaisons (ICTAAL 2015).

III.2. Tracé en plan :

Le tracé en plan est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. On le définit comme une succession d'alignements, de rayons et de raccordements à courbure progressive.

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie L2 et à la vitesse de base de 110 km/h dans un environnement E2.

En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :

III.2.1. Alignements droits :

Les valeurs minimales et maximales des alignements du tracé en plan doivent respecter des valeurs en fonction de la vitesse de référence, dans notre cas, la vitesse de base est Vb=110Km/h.

La longueur minimale d'alignement Lmin devra séparer deux courbes circulaires de même sens, elle sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe. La longueur maximale Lmax est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

Les longueurs minimales et maximales des alignements droits sont données par les équations suivantes :

- $Lmin = 5\ x\ V\ =\ Lmin = 5\ x \frac{Vb}{3.6}$ ➔ $Lmin = 5\ x \frac{110}{3.6}$ = 153 m.
- $Lmax = 60\ x\ V\ =\ Lmax = 60\ x \frac{Vb}{3.6}$ ➔ $Lmax = 60\ x \frac{110}{3.6}$ = 1833m.

III.2.2. Rayons de courbure :

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

Tab.III.1. Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2015)

Catégorie	L2
Rayon Minimal Rm(m)	400
Rayon Minimal au Dévers Normal Rdn(m)	650
Rayon Minimal Non Déversé RND(m)	975

III.2.3. Raccordements Progressifs :

Les raccordements progressifs (Clothoïdes) s'introduisent dans le cas où le rayon en plan est inférieur à <1.5*Rdn, en satisfaisant les deux conditions suivantes :

a. **Condition de gauchissement :** Le raccordement doit assurer à la route un aspect satisfaisant dans les zones de variations du devers de telle sorte que cette variation ne dépasse pas 2 % par seconde ce qui se traduit par : L = 14 | Δδ | ;
b. **Condition de confort optique :** L=R/9 ;

Pour les autoroutes, la longueur de la clothoïde choisie est au moins égale à la plus grande de ces valeurs pour chaque rayon :

$$L = Max(\ 14x|\Delta\delta|\ ;\ \frac{R}{9}\ )$$

Avec :

- R :le rayon de courbure en mètre (m) ;
- **Δ**δ :la différence des pentes transversales (%) des éléments du tracé raccordés.

Dans notre cas, nous avons 2 rayons < 1.5*Rdn, dans ce cas nous avons utilisé des clothoïdes de longueurs correspondantes pour chaque rayon.

- **Pour R =685m : avec RHdn≤ R ≤ RHND :**

Condition de gauchissement : L= 14x|Δ∂| = 14x |2.5% -(-2.5%)| = 14x |5%| = 70 m.

Avec Δ∂ = d –(-2.5%); et d = dmin = 2.5%

Condition de confort optique : L =R/9 = 685/9 = 76.11m.

On prend L =Max (70 ; 76.11) ➔ **L ≥ 77 m.**

Pour un rayon de R= 685m, on prend une longueur de clothoïde de **80m.**

L = A²/R ➔ A =√ LxR = 234 m.

- **Pour R = 850m : avec RHdn ≤ R ≤ RHND :**

Condition de gauchissement : L= 14x|Δ∂| = 14x |2.5% -(-2.5%)| = 14x |5%| = 70m.

Avec d=dmin =2.5%.

Condition de confort optique : L =R/9 = 850/9 = 94.44m.

On prend L =Max (70 ; 94.44) ➔ **L ≥ 95 m.**

Pour un rayon de R=850m, on prend une longueur de clothoïde de **105 m.**

L = A²/R ➔ A =√ LxR = 298 m.

III.2.4. Détermination pratique du tracé en plan :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet (Liaison1).

Tab.III.2. Coordonnées des sommets à calculer.

Sommets	X(m)	Y(m)	R(m)	Vb(Km/h)
A (x,y)	27335.07	36216.09	3000	110
C (x,y)	27516.79	36117.06	3000	110
B (x,y)	28166.38	35639.72	3000	110

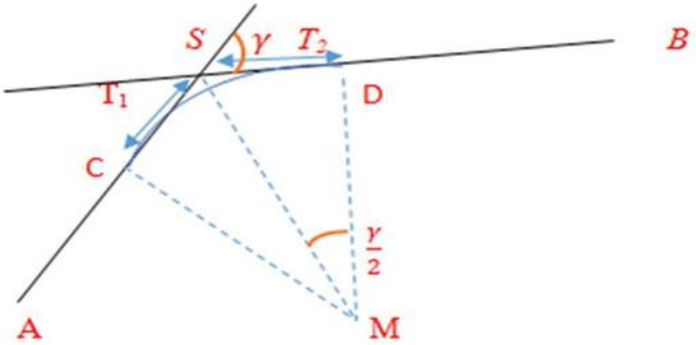


Figure.III.1. Paramètres de raccordement par arc.

On a les gisements :

G_A^S = 131.76 Grad

G_S^B = 148.92 Grad.

- Calcul de l'angle Ɣ :

Ɣ = $|G_S^B - G_A^S|$ = |148.92 – 131.76 |= 17.16 Grad.

- Calcul de la tangente :

T1 = T2 = T = R x Tan(Ɣ/2) = 3000 x Tan (17.16 /2) = 406.78 m.

- Calcul de la longueur de la courbe :

L = RxƔ = 3000 x (17.16 x 3.14 /200) = 808.23 m.

- Calcul des coordonnées de S et D :

On a : G_A^S = 131.76 Grad ; G_S^A = 331.76 Grad

G_S^B = 148.92 Grad ; G_B^S = 348.92 Grad.

Coordonnées du sommet S :

- XS= XC - T x sin G_S^A = **27873.99 m.**
- YS = YC - T x cos G_S^A= **35922.43 m.**

Coordonnées du point D :

- X_D = XS + T x sin G_B^S = **27581.59 m.**
- Y_D = YS + T x cos G_B^S = **36205.15 m.**

Coordonnées du point M :

$G_C^M = G_A^S + 100 = 131.76 + 100 = 231.76$ Grad

- $X_M = X_c + R \times \sin G_C^M =$ **26081.15 m.**
- $Y_M = Y_c + R \times \cos G_C^M =$ **33482.813 m.**

A la fin du calcul manuel de l'axe en plan, on constate que les résultats obtenus sont compatibles avec ceux trouvés par le logiciel AutoPiste, le listing de l'axe en plan est joint en annexe.

III.3. Profil en long :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe de tracé, il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente sur rampe et des raccordements circulaires (ou paraboliques) par leur Rayon).

III.3.1. Tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Pour cela il faut :

- Respecter les normes décrites dans le règlement appliqué (ICTAAL2015), à savoir les déclivités maximales et minimales ainsi que les rayons minimaux en angle saillant et en angle rentrant ;
- Prévoir à l'amont de chaque descente, une zone de transition au moyen, par exemple, d'une réduction progressive des rayons du tracé en plan ;
- Rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et les volumes de remblais ;
- Eviter d'introduire un point bas (angle rentrant) en déblai pour éviter les problèmes d'écoulement des eaux et les problèmes de terrassements ;
- Introduire franchement une forte pente en évitant les pentes augmentant progressivement ;
- Ne pas intercaler dans une forte pente (supérieure à 4%) une pente plus modérée ;
- Eviter les hauteurs excessives de remblais (difficulté de stabilisation) ;

- 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 ;
- 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 ;
- 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.

III.3.2. Valeurs limites des paramètres du profil en long :

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites suivantes : (D'après l'ICTAAL 2015)

Tab.III.3. Valeurs limites des paramètres du profil en long

Catégorie	L2
Déclivité Maximale (%)	6
Déclivité Minimale (%)	0.5
Rayon Minimal en angle saillant (m)	6000
Rayon Minimal en angle rentrant (m)	3000

- **Déclivité minimale :**

Pour assurer un bon écoulement des eaux de pluies la pente transversale ne suffit pas seule, il faut éviter les paliers (tronçons de route absolument horizontaux) pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

Déclivité minimale : **Imin = 0.5 %.** (ICTAAL 2015)

- **Déclivité maximale :**

La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

Toutefois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire la déclivité maximale.

Déclivité maximale : **Imax = 6%.** (ICTAAL 2015)

III.3.3. Exemple de calcul du profil en long :

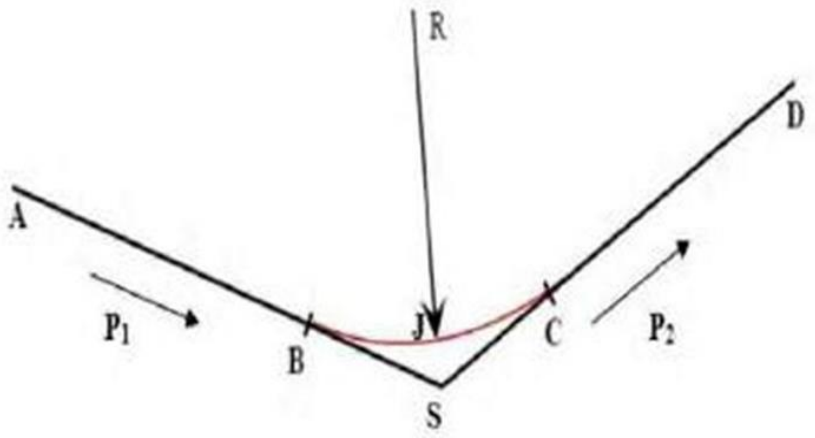


Fig. III.2. Schéma illustratif d'un rayon concave

Tab. III.4. Les données de l'axe à calculer

Sommet	X(m)	Z(m)	Pentes (%)	R(m)
A(x,z)	2256.794	873.429	P_1 = -1.28	9656.26
B(x,z)	2606.810	868.932		
D(x,z)	2840.650	868.759	P_2 = 1.14	

- **Calcul des tangentes :**

$$T = \boldsymbol{R}/2 \times (|P1| + |P2|) = 116.84 \text{ m}$$

- **Calcul des coordonnées du sommet S et du point C:**

$$\mathbf{S}:\begin{cases}\mathbf{XS} = XB + T = 2723.65\ m\\ \mathbf{ZS} = ZB - T \times |P1| = 870.42\ m\end{cases}$$

$$\mathbf{C}:\begin{cases}\mathbf{XC} = XS + T = 2840.49\ m\\ \mathbf{ZC} = ZS + T \times |P2| = 871.75\ m\end{cases}$$

- **Calcul de la longueur de raccordement :**

$$L = 2 \times T = 233.68\ m$$

- **Calcul de la flèche BX :**

$$BX = T^2/2R = 0.70\ m$$

- **Calcul des coordonnées du point J :**

$$J/A\begin{cases}X_{J/A} = R \times |P_1| = 123.60\ m\\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times |P_1| - (X_{J/A}{}^2 / 2xR) = 0.79\ m\end{cases}$$

$$\mathbf{J}\begin{cases}XJ = X_B + X_{J/A} = \mathbf{2730.81\ m}\\ ZJ = Z_B - Z_{J/A} = \mathbf{868.14\ m\ .}\end{cases}$$

III.4. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

Il est très important de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin d'assurer une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination trace en plan –profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe, faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et ceux du profil en long en respectant la condition **R vertical > 6R horizontal** pour éviter un défaut d'inflexion.

III.5. Profil en travers :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « Profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc.…).

III.5.1. Eléments du profil en travers :

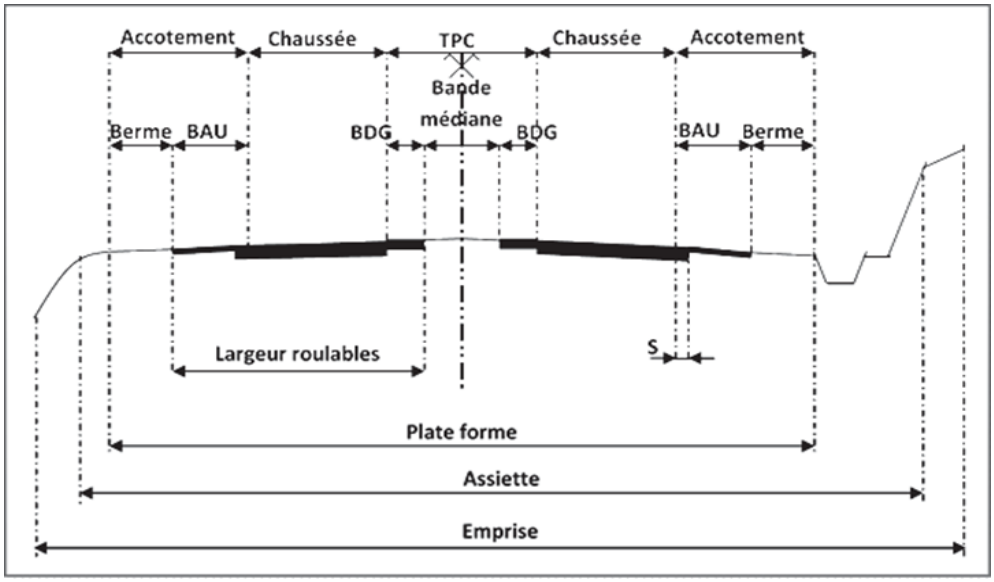


Figure III.2. Eléments constitutifs d'un profil en travers

III.5.2. Application à notre projet :

Les largeurs des éléments du profil en travers de notre projet sont les suivantes :

- **Chaussée :** Notre chaussée comporte 2x3 voies de circulation de largeur de 3.5m
- **Terre-Plein Central (TPC) :** il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane :
  - **Bande Dérasée de gauche (BDG) :** Elle est dégagée de tout obstacle agressif ou non, revêtue uniformément et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1,00 m.

- **Bande médiane :** Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation et à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux), on la prend à 2m pour notre projet.
- **Interruption du T.P.C :** Elle permet de basculer la circulation d'une chaussée vers l'autre. Les ITPC sont implantées de part et d'autre des ouvrages d'art non courants, des tunnels, des échangeurs avec un intervalle de 3 à 5 km hors points singuliers.

▪ **Accotement :** L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (BAU) bordée à l'extérieur par une berme.

- **Zone de sécurité :** Dans cette zone, tout obstacle, fossé, talus de déblais ou remblais de plus de 4m doit être isolé ou exclu, sa largeur est de 8.5m du bord de la chaussée avec une hauteur de 3m maximum.
- **Bande d'arrêt d'urgence :** 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, ou l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation, dans notre projet on la prend à 3m de largeur.
- **La berme :** Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale, dispositif d'assainissement., dans notre projet on la prend à 1m de largeur.

Pour notre projet, on a une largeur roulable de 13.5m par sens, et une largeur totale de la plateforme de 33m.

Tab.III.5. Dimensions des éléments du profil en travers

Elément		Largeur (m)	Nombre	Largeur total (m)
2×3 voies de circulation		3.5	6	**21**
B.A.U		3	2	**6**
TPC	**B.D.G**	1	2	**2**
	Bande Médiane	2	1	**2**
Berme		1	2	**2**
Total		**33 m**		

III.5.3. Pentes transversales « Dévers » :

Le dévers de la chaussée joue le double rôle de l'évacuation des eaux superficielles de la chaussée vers les dispositifs de drainage latéraux de la plate-forme et aussi, contribue à l'équilibre dynamique des véhicules dans les courbes de rayons faibles afin d'assurer la sécurité en circulation et le confort.

Les courbes de rayon inférieur au Rdn sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

III.5.3.1. En alignement et en courbe non déversée :

Le Dévers d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.

La pente d'une B.A.U est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de la surlargeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques.

Les dévers des B.D.G d'un T.P.C revêtu sont identiques à ceux de la chaussée adjacente.

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

III.5.3.2. En courbe déversée :

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

Le dévers de la B.A.U intérieure à la courbe est le même que celui de la chaussée adjacente. Le dévers de la B.A.U extérieure reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, il est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %,hormis la surlargeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée.

Tab. III.6. Pentes transversales en section droite et en courbe non déversée

Elément	Dévers
Chaussée	**2.5 % vers l'extérieur**
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	**Identique au dévers de la chaussée.**
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	**Identique au dévers de la chaussée**
Berme extérieure	**8% vers l'extérieur.**

Tab. III.7. Pentes transversales en courbe déversée

Elément	Dévers
Chaussée	**De 2.5 % à 7%**
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	**Identique au dévers de la chaussée.**
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	**Identique au dévers de la chaussée tant que le dévers ne dépasse pas 4% ; au-delà, il est de sens opposé au dévers et égale à 1,5**

III.6. Conclusion :

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

Les tracés géométriques ont été ajustés de manière à répondre aux normes en vigueur et de minimiser au maximum l'atteinte à l'environnement et l'interférence avec les obstacles physiques, de trouver un équilibre satisfaisant entre les volumes de déblais et de remblais, et d'assurer un bon écoulement des eaux de ruissellement tout en évitant de dépasser la déclivité maximale préconisée par le règlement.

Les tracés géométriques de notre projet (Axe en plan, Profil en long, Profils en travers courants, profil en travers type) et leurs listings se trouvent dans l'annexe.

Chapitre IV :

Etude Géotechnique

IV.1. Introduction :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

Son principe consiste d'abord à caractériser le sol afin de pouvoir proposer des solutions et des recommandations aux différents intervenants d'un projet tels que les ingénieurs, devant leur permettre de concevoir et de réaliser l'ouvrage projeté.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches ainsi que de fixer les pentes de remblais et de déblais et les conditions de réutilisation des sols excavés.

IV.2. Essais géotechniques réalisés pour notre projet :

IV.2.1. Essais in situ :

Tab.IV.1. Essais in situ

N°	Désignation	Objectifs
1	Puits de reconnaissance	• Identification du sol • Détermination des types de formation
2	Sondages carottés	• Identification du sol • Détermination des types de formation

IV.2.2. Essais au laboratoire :

Tab.IV.2. Essais au laboratoire

Essai	Objectifs
Analyse granulométrique	Répartition pondérale des éléments granulaires d'un matériau des terrassements.
Teneur en eau	Déterminer la quantité d'eau liquide dans un échantillon
Limites d'Atterberg	Caractériser l'argilosité des sols
Essai au bleu de méthylène	Détermination de l'argilosité d'un matériau.
Essai Proctor	Déterminer la masse volumique sèche d'un matériau et sa teneur en eau correspondante
Indice CBR	Déterminer l'indice portant d'un échantillon de sol compacté dans un moule CBR

IV.3. Résultats des essais de notre projet :

IV.3.1. Résultats des essais in situ :

- **Résultats des sondages carottés :**

Les résultats des sondages carottés effectués dans notre zone d'étude avec un forage de 15m sont les suivants :

Tab.IV.3. Résultats des sondages carottés

Sondage	PK	Profondeur (m)	Nature
Sondage carotté N°1	76+380	-0.50 à -2m	Dépôt Colluvionnaire
		-2 à -15m	Argile limoneuse ferme de couleur ocre
Sondage carotté N°2	80+580	-2.55 à -3m	Argile limoneuse
		-3m à -8.30m	Argile ferme avec intrusions gypseuses
		-8.3m à -14.5m	Argile à aspect schisteux
Sondage Carotté N°3	84+800	-0.5 à -4m	Calcaire argilo-sableux jaune blanchâtre
		-4 à -7.3m	Calcaire gréseux jaune brune
		-7.3 à -14m	Argile gréseuse jaune verdâtre

IV.3.2. Résultats des essais au laboratoire :

- Résultats obtenus des puits de reconnaissance dans différents points kilométrés

(PK 75+500, PK 78+250, PK 79+650, PK 81+100, PK 83+200) :

Tab.IV.4. Résultats des puits de reconnaissance

Nº	PK	Wn (%)	Limite d'Atterberg			Granulométrie (%)			CacO3 (%)	SO4-2 (%)	VBS
			WL (%)	WP (%)	IP (%)	% <5mm	% <1mm	% <0,08mm			
P1	75+500	16.71	30.9	18.96	11.94	90	84	86	42	0.35	1.73
		16.39	40.4	28.63	11.77	90	83	74	32	Nul	1.67
P2	78+250	16.89	45.4	28.68	16.85	99	97	91	26	0.85	3.39
		17.01	41.2	25.51	15.86	84	96	52	10	Nul	2.88
P3	79+650	16.70	40.5	21.0	19.50	98	86	42	66	0.70	2.63
P4	81+100	17.02	40.3	21.37	18.93	97	85	72	28	Nul	2.67
		16.96	53.1	31.27	21.91	99	96	89	28	Nul	4.63
P5	83+200	16.36	53.6	30.2	23.40	99	97	90	16	0.75	1.71

- **Résultats obtenus par les sondages carottés :**

Tab.IV.5. Résultats des essais physiques relatifs aux sondages

Sondage	PK	Profondeur (m)	Wn(%)	Granulométrie		Limites d'Atterberg		
				< 2mm	<0.08mm	WL	WP	IP
Sondage carotté N°1	76+380	-0.50 à -2m	16.71	100	35	30.18	18.55	11.63
		-2 à -15m	19.44	100	70	41.7	20.2	21.5
Sondage carotté N°2	80+580	-2.55 à -3m	21.85	100	70	40.28	16.53	23.75
		-3m à -8.30m	20.25	100	60	35.22	15.22	20
		-8.3m à -14.5m	17.08	100	48	31.1	17.77	11.33
Sondage Carotté N°3	84+800	-0.5 à -4m	21.25	100	61	38.45	20.69	18.76
		-4 à -7.3m	17.65	100	50	32.25	20.65	11.6
		-7.3 à -14m	17.05	100	51	31.12	19.75	11.37

Tab.IV.6. Résultats des essais mécaniques relatifs aux sondages

Sondage	PK	Profondeur (m)	Essai PROCTOR	
			Wopt(%)	γd(t/m3)
Sondage carotté N°1	76+380	-0.50 à -2m	15.19	1.88
		-2 à -15m	17.89	1.56
Sondage carotté N°2	80+580	-2.55 à -3m	16.83	1.70
		-3m à -8.30m	16.94	1.68
		-8.3m à -14.5m	15.49	1.62
Sondage Carotté N°3	84+800	-0.5 à -4m	16.33	1.66
		-4 à -7.3m	15.89	1.71
		-7.3 à -14m	15.34	1.69

IV.4. Classification du sol de notre projet :

IV.4.1. Classification selon LCPC :

Pour classifier le sol selon sa plasticité, on se base sur l'abaque de Casagrande :

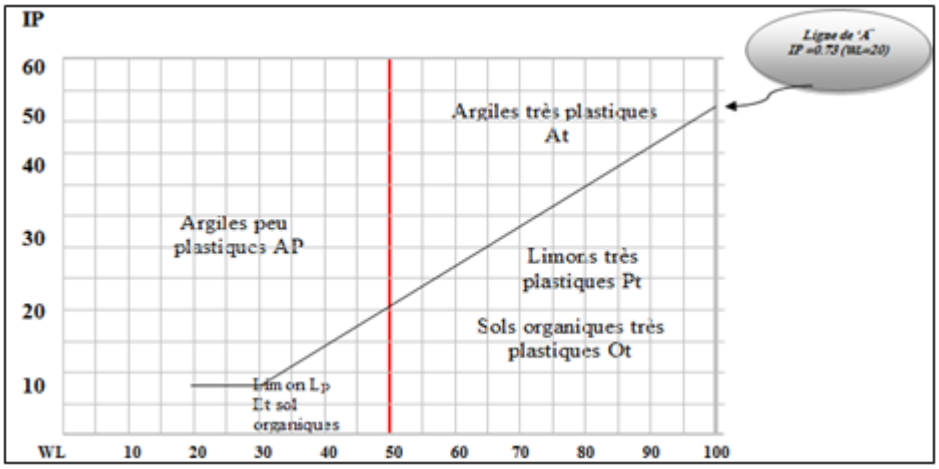


Fig.IV.1. Diagramme de Casagrande

IV.4.2. Résultats de la classification LCPC :

Le tableau suivant est récapitulatif des résultats de la classification LCPC :

Tab.IV.7. Résultats de la classification LCPC pour les sondages carottés

Sondage	PK	Profondeur (m)	Limites d'Atterberg			Classification selon LCPC
			WL	WP	IP	Nature du sol
Sondage carotté N°1	76+380	-0.50 à -2m	30.18	18.55	11.63	Argiles peu plastiques Ap
		-2 à -15m	41.7	20.2	21.5	Argiles peu plastiques Ap
Sondage carotté N°2	80+580	-2.55 à -3m	51.28	26.53	23.75	Argiles très plastiques At
		-3m à -8.30m	35.22	15.22	20	Argiles peu plastiques Ap
		-8.3m à -14.5m	31.1	17.77	11.33	Argiles peu plastiques Ap
Sondage Carotté N°3	84+800	-0.5 à -4m	38.45	20.69	18.76	Argiles peu plastiques Ap
		-4 à -7.3m	32.25	20.65	11.6	Argiles peu plastiques Ap
		-7.3 à -14m	31.12	19.75	11.37	Argiles peu plastiques Ap

Tab.IV.8. Résultats de la classification LCPC pour les puits de reconnaissance

Nº	PK	Wn (%)	Limite d'Atterberg			Classification LCPC
			WL (%)	WP (%)	IP (%)	Nature du sol
P1	75+500	16.71	30.9	18.96	11.94	Argiles peu plastiques Ap
		16.39	40.4	28.63	11.77	Argiles peu plastiques Ap
P2	78+250	16.89	45.4	28.68	16.85	Argiles peu plastiques Ap
		17.01	41.2	25.51	15.86	Argiles peu plastiques Ap
P3	79+650	16.70	40.5	21.0	19.50	Argiles peu plastiques Ap
P4	81+100	17.02	40.3	21.37	18.93	Argiles peu plastiques Ap
		16.96	53.1	31.27	21.91	Argiles très plastiques At
P5	83+200	16.36	53.6	30.2	23.40	Argiles très plastiques At

IV.4.3. Classification selon le guide GTR (NF P 11_300) :

La classification GTR consiste à classer le sol support selon ses caractéristiques physiques et mécaniques pour étudier la réutilisation des matériaux de déblais le long du tracé. De plus, cette classification permet de démontrer les conditions d'utilisation des matériaux en remblais et leurs différents types de compactage.

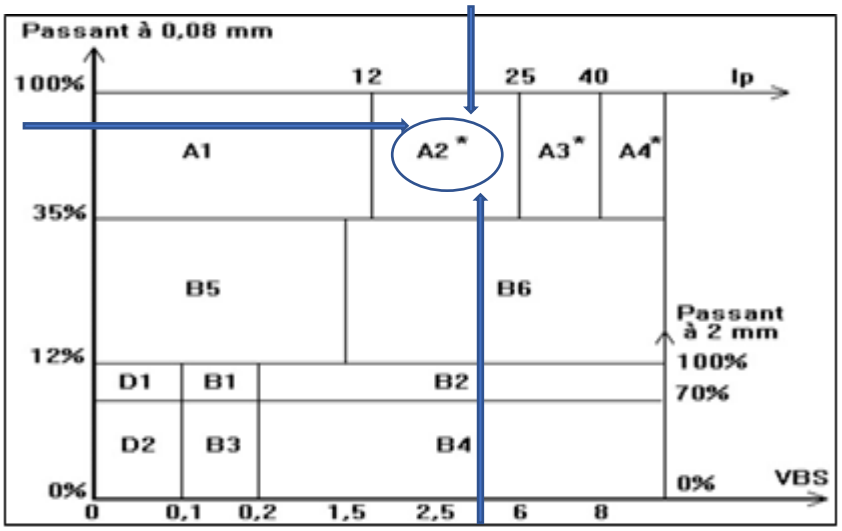


Fig.IV.2. Abaque de la classification GTR

Tab.IV.9. Résultats de la Classification GTR sur les sondages carottés

Sondage	PK	Profondeur (m)	Classification GTR	
			Classe	sous-classe
Sondage carotté N°1	76+380	-0.50 à -2m	A1	A1_h
		-2 à -15m	A2	A2_h
Sondage carotté N°2	80+580	-2.55 à -3m	A2	A2_th
		-3m à -8.30m	A2	A2_h
		-8.3m à -14.5m	A1	A1_h
Sondage Carotté N°3	84+800	-0.5 à -4m	A2	A2_th
		-4 à -7.3m	A1	A1_h
		-7.3 à -14m	A1	A1_h

Tab.IV.10. Résultat de la classification GTR sur les puits de reconnaissance

N°	PK	Classification GTR	
		Classe	sous-classe
P1	75+500	A1	A1_h
		A1	A1_h
P2	78+250	A2	A2_th
		A2	A2_th
P3	79+650	A2	A2_h
P4	81+100	A2	A2_h
		A2	A2_th
P5	83+200	A1	A1_h

IV.4.4. Résultats de notre classification GTR :

Dans notre cas, les sols de notre projet varient entre des sols A1(limons peu plastiques, silts alluvionnaires) et A2(limons, argiles et marnes peu-plastiques) avec des états hydriques humides à très humides, D'après le Guide de Terrassements Routiers les caractères principaux de ces sols sont :

Tab.IV.11. Caractères principaux des sous-classes de notre sol

Classe	Sous-classe	Caractères principaux
A (Sols Fins)	**A1** (Limons peu-plastiques silts alluvionnaires…..)	Ces sols changent de consistance pour de faibles variations de teneur en eau et lorsque Wn est proche de Wopt.
A (Sols Fins)	**A2** (Argiles et marnes peu-plastiques…)	Ces sols se prêtent à l'emploie de plusieurs outils de terrassement, avec IP>12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.

IV.5. Conditions d'utilisation des sols en remblai :

Sur la base de la classification GTR par les résultats des sondages carottés et des puits de reconnaissances, les sols et/ou roches déblayées peuvent être réutilisées ou pas en remblais à condition de satisfaire à certaines conditions prescrites dans le Guide des Terrassements Routier « GTR ».

Pour chaque classe ou sous-classe de matériaux définie dans la classification, des conditions de mise en œuvre à respecter sont édictées dans des tableaux, ces conditions sont en fonction de la situation météorologique constatée au moment où le matériau est mis en

remblai. Le tableau suivant résume les conditions d'utilisation de notre sol en remblai selon la situation météorologique :

Tab.IV.12. Conditions d'utilisation des sols en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai
A1_h	Sols difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance, ils sont sujet au matelassage	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai
		Ni pluie ni évaporation importante	**Traitement** : T : avec un réactif adapté C : compactage moyen
		Evaporation importante	**Utilisation en l'état :** C : compactage faible H : remblai hauteur faible **Aération :** E : extraction en couches W : réduction de Wn R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne **Traitement :** T : traitement avec réactif adapté C : compactage moyen
A2_th	Sols normalement inutilisables en l'état	/	Sols inutilisables en remblai
A2_h	Sols difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance, la mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont pas des solutions envisageables	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai
		Ni pluie ni évaporation importante	**Traitement :** T : traitement à la chaux C : compactage moyen **Utilisation en l'état :** C : compactage faible H : remblai de hauteur faible
		Evaporation importante	**Aération :** E : extraction en couches W : réduction de Wn R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne

			Traitement : T : traitement à la chaux C compactage moyen

IV.6. Carrières pour granulats :

Tab.IV.13. Carrières pour granulats

DESIGNATION DE GITE	SITUATION
Carrière AIN GUERGOUR Commune : KHEMISTI Daira : KHEMISTI Wilaya : TISSEMSILT	**Colline à 8.5km, Ouest de la route Ain-Guergour, qui relie le CW05 à la RN14.**
Carrière PK 75+300 RN14 Commune : LAYOUNE Daira : KHEMISTI Wilaya : TISSEMSILT	**Colline au niveau du PK 75+300 RN14 T.El-Had – Layoune.**
Carrière BENI LAHCENE Commune : BENI LAHCENE Daira : KHEMISTI Wilaya : TISSEMSILT	**Centre de Béni-Lahcène**

IV.7. Recherche des dépôts :

Les matériaux inutilisables et les terres végétales décapées devront être transportés et déchargés aux dépôts. Il est impératif de distinguer le dépôt provisoire et le dépôt définitif. Les couches en terre végétale et en matériaux réutilisables devront être conduites aux dépôts provisoires soit pour l'ultérieur revêtement des talus de déblais ou remblais, soit pour la réutilisation en remblai. Les matériaux impropres à la réutilisation et au revêtement nécessitent la mise en dépôt définitif. Il est préférable que les dépôts soient envisagés à proximité du tracé autant que possible et en priorité sur des terrains publics en premier lieu.

IV.8. Stabilité des talus :

La présente étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques géotechniques des talus projetés afin de proposer une conception des talus qui tient compte de la stabilité et de l'efficacité économique. Les pentes standards des talus dans notre projet sont :

Tab.IV.14. Pente standard des remblais

Catégorie	Pente
Remblai	2H/1V

Tab.IV.15. Pente standard des déblais

Catégorie	Pente
Déblai	3H/2V

IV.8.1. Vérification de la stabilité des talus :

Tab.IV.16. Talus en remblais

Catégorie		Localisation	Hauteur max (m)
Talus en remblais	Remblai 1	PK 75+000	1.56
	Remblai 2	PK 75+130	2.88
	Remblai 3	PK 75+230	4.29
	Remblai 4	PK 75+325	4.79
	Remblai 5	PK 75+955	8.65
	Remblai 6	PK 76+420	11.02
	Remblai 7	PK 76+560	8.73
	Remblai 8	PK 77+340	10.13
	Remblai 9	PK 77+920	4.11
	Remblai 10	PK 79+160	7.55
	Remblai 11	PK 82+100	2.99
	Remblai 12	PK 83+200	6.34
	Remblai 13	PK 84+900	10.55

Tab.IV.17. Talus en déblais

Talus en déblais	Déblai 1	PK 75+400	2.88
	Déblai 2	PK 75+600	3.30
	Déblai 3	PK 76+280	9.81
	Déblai 4	PK 76+920	3.09
	Déblai 5	PK 78+560	9.23
	Déblai 6	PK 78+760	16.33
	Déblai 7	PK 80+480	18.46

	Déblai 8	**PK 80+980**	**17.50**
	Déblai 9	**PK 83+700**	**10.50**

Nous allons vérifier la stabilité du profil qui présente la hauteur de remblai et de déblai la plus importante, à savoir au PK 76+420 où la hauteur est 11.02 m (cas de remblai), et au PK 80+480 ou la hauteur est de 18.46 m (cas de déblai). Pour cela, nous allons utiliser le logiciel SLIDE 6.0.

IV.8.2. Présentation du logiciel de calcul :

C'est un logiciel qui analyse la stabilité des terrains et détermine la surface de rupture potentielle. Il se base sur la méthode des tranches et donne un coefficient de sécurité pour l'ensemble des zones étudiées.

Le facteur de sécurité est défini comme le rapport de la résistance de surface de glissement sur les forces motrices exercées réellement sur la surface.

$$Fs = \frac{Frésistantes}{Fmotrices}$$

Tab.IV.18. Facteur de sécurité admissible

Catégorie		**Facteur de sécurité standard**
Déblai	**Court terme**	**F_S > 1.2**
	Long terme	**F_S > 1.5**
	Sismique	**F_S > 1.0**

IV.8.3. Résultats des sondages carottés :

Les paramètres géotechniques des remblais/déblais trouvés à partir des résultats des essais au laboratoire sont représentés dans les tableaux suivants :

Tab.IV.19. Caractéristiques géotechniques des sols en déblais

Nature de sol	**Epaisseur (m)**	**Poids volumique (KN/m3)**	**Cohésion C'(KPa)**	**Angle de frottement φ'(°)**
Argile peu plastique	7.6	18.48	4	26.1
Limon très plastiques	2.76	16.70	5	30

Tab.IV.20. Caractéristiques géotechniques des sols en remblais

Nature de sol	Epaisseur (m)	Poids volumique (KN/m3)	Cohésion C'(KPa)	Angle de frottement φ'(°)
B_6 m	15.11	20.02	10	33

IV.8.4. Résultats donnés par le logiciel SLIDE 6.0 :

1- Cas de déblais :

Les résultats obtenus à l'aide du SLIDE 6.0 sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.IV.21. Résultats des calculs du logiciel

Déblai	Pente appliqué	Facteur de sécurité		
		Court terme	Long terme	Cas dynamique
PK 80+480	3H/2V	1.229	2.703	0.911

- **Cas statique long terme :**

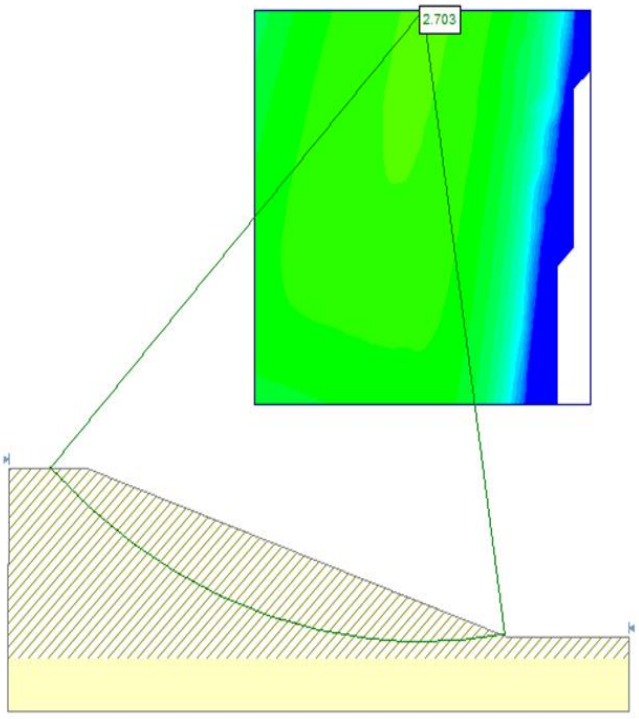


Fig.IV.3. Résultats des calculs cas statique long terme

- **Cas statique court terme :**

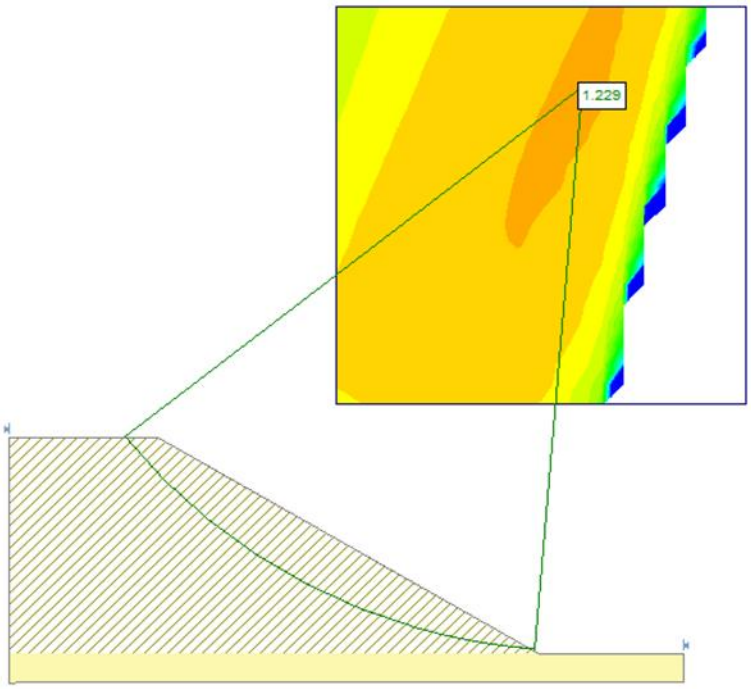


Fig.IV.4. Résultats des calculs cas statique court terme

- **Cas dynamique :**

Le coefficient A est le coefficient d'accélération de zone choisi en fonction de la zone sismique et du groupe d'importance de l'ouvrage. Dans notre cas, notre autoroute est d'une grande importance et notre zone sismique est la zone II.a (Zone de la Wilaya de Tissemsilt).

Donc notre coefficient A = 0.25g, Lors de l'analyse de stabilité générale de talus, le coefficient sismique vertical est égal à **Kh** =0.5A =**0.125g**, et le coefficient sismique vertical est pris égal à **Kv** = ± 0.3Kh = **0.038g.**

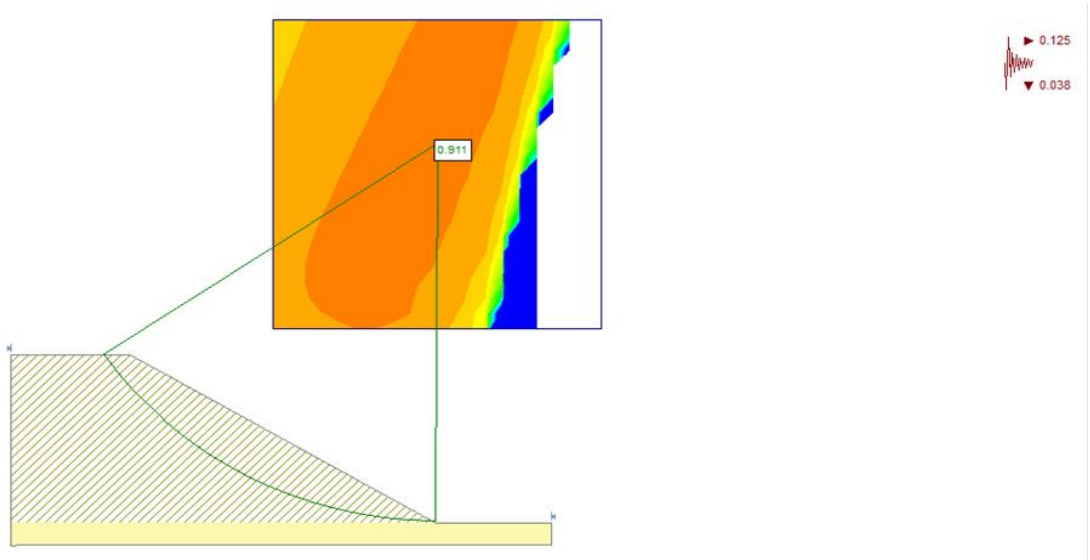


Fig.IV.5. Résultats des calculs pour le cas dynamique

Dans ce cas, la pente n'est pas stable, on a un coefficient Fs <1.0, on propose pour stabiliser les déblais d'adoucir la pente de ce déblai, et de créer des risbermes de 5m de hauteur avec des bermes de 3m de largeur, dans ce cas le talus deviendra stable et tiendra pour les deux cas statique et dynamique, tout en respectant l'aspect économique et l'emprise du projet.

2- Cas de remblais :

Les résultats obtenus à l'aide du SLIDE 6.0 sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.IV.22. Résultats des calculs du logiciel

Remblai	Pente appliqué	Facteur de sécurité		
		Court terme	Long terme	Cas dynamique
PK 76+420	2H/1V	1.550	1.631	0.343

- **Cas statique long terme :**

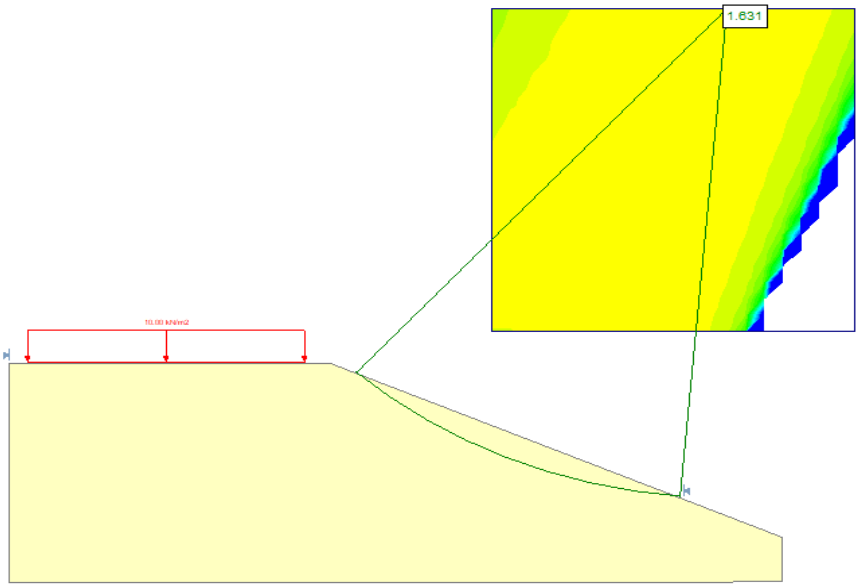


Fig.IV.6. Résultats pour le cas statique long terme

- **Cas statique court terme :**

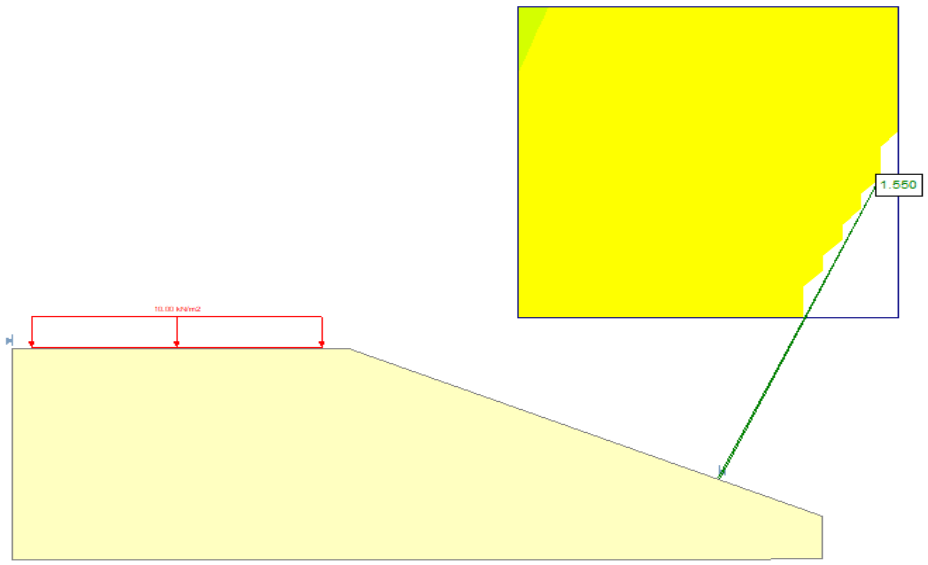


Fig.IV.7. Résultats des calculs cas statique court terme

- **Cas dynamique :**

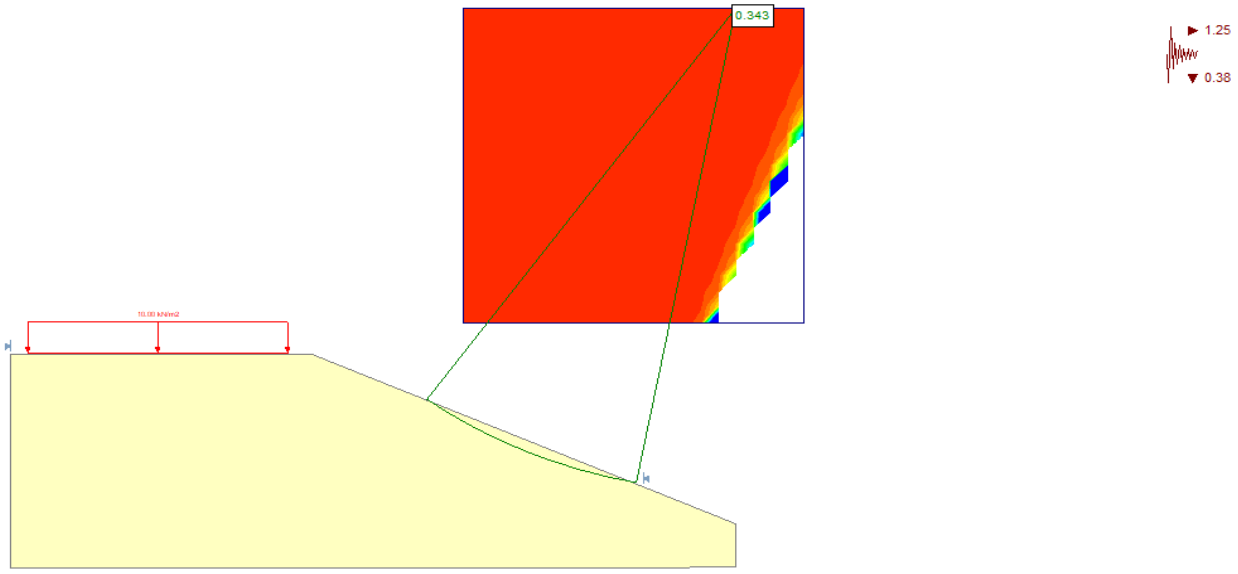


Fig.IV.8. Résultats des calcul cas dynamique

Dans ce cas, la pente du remblai n'est pas stable, nous avons un coefficient Fs<1 et donc nous proposons de créer des risbermes pour la stabilisation du talus, et ce pour les deux cas statique et dynamique tout en respectant l'aspect économique et l'emprise du projet.

IV.9. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudier l'aspect géotechnique de notre tronçon, à l'aide des résultats des essais in situ et au laboratoire et nous avons pu classifier le sol de notre projet qui est un sol fin argileux variant entre des sols A1 (limons peu plastiques, silts alluvionnaires) et A2(limons, argiles et marnes peu-plastiques) avec des états hydriques humides à très humides.

Le sol de notre projet a été jugé comme réutilisable en remblai mais seulement après traitement, donc on propose de le traiter à la chaux puis au ciment, ensuite par compactage moyen comme nous l'indique le Guide des Terrassements Routiers (GTR).

Lors de cette étude, nous avons constaté que les hauteurs des remblais/déblais sont assez grandes et donc nous étions obligés d'étudier la stabilité des talus par le logiciel SLIDE6.0, après l'étude nous avons remarqué que les pentes n'étaient pas stables dans le cas d'un séisme, et pour cela nous avons proposé de créer des risbermes pour les stabiliser tout en respectant l'aspect économique.

Les talus de déblai et remblai doivent être protégés au moyen d'une couverture végétale.

Chapitre V :

Cubatures Et Terrassements

V.1. INTRODUCTION :

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

Cette modification s'effectue, soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel qui lui servira de support (remblai) Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge (déblai).

Pour faire des économies sur le coût des terrassements il faut bien :

- Mettre en œuvre le minimum de matériaux.
- Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais).
- Minimiser la distance de transport.

V.2. Les méthodes de calcul des cubatures :

Les cubatures sont des calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblais et des déblais, parmi lesquelles on peut citer :

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

Le travail consiste à calculer les surfaces des remblais et des déblais pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet (figure V.1).

Pour calculer un volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires qui est une méthode simple mais qui présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

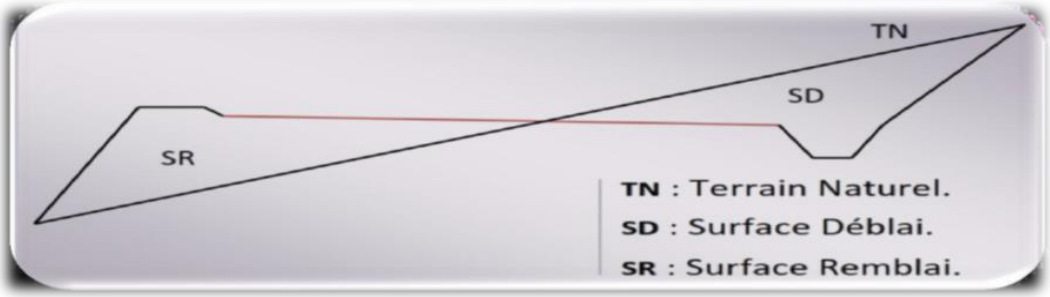


Figure V.1. Coupe en travers pour les profils des terrassements.

V.3. Description de la méthode de la moyenne des aires :

Cette méthode qu'on appelle aussi « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume du déblai ou du remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs par la formule suivante :

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

Avec :

L : la distance entre les deux profils.

S_{moy} : surface limitée à mi- distances des profils.

S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.

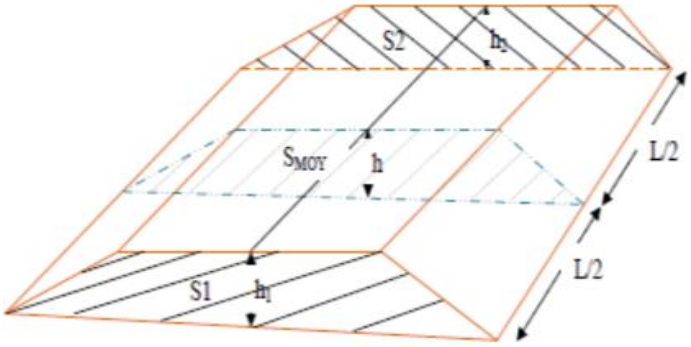


Figure V.2. Les sections d'un profil en travers

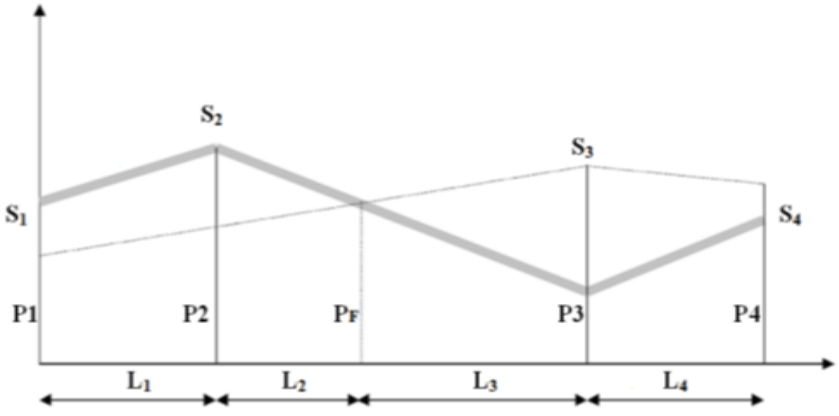


Figure V.3. Les sections d'un profil en long

Tel que:

- PF : profil fictif, surface nulle.
- Si : surface de profil en travers Pi.

- Li : distance entre ces deux profils.
- S_{moy} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour le calcul le plus simple on considère : $S_{moy} = \frac{(S_1+S_2)}{2}$, ce qui nous donne :

$$V = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Le volume total V est donné par la formule :

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

V.4. Application à notre projet :

V.4.1. Cubatures :

Pour notre projet le calcul des cubatures s'effectue automatiquement à l'aide du logiciel AUTOPISTE.

TabV.1. Récapitulation des cubatures.

Volume des remblais (m3)	**953.615,00**
Volume des déblais (m3)	**1.731.509,00**

V.4.2. Terrassements :

V.4.2.1. Extraction des déblais :

Les méthodes d'extraction diffèrent selon la nature du sol et des difficultés d'exécution des travaux d'extraction, selon la profondeur donnée par le topographe, les matériaux extraits sont ensuite emportés en décharge ou réutilisés en matériaux de remblais.

Les moyens d'extraction des déblais sont en fonction de la nature géologique et des caractéristiques mécaniques des sols en place, sachant que notre sol est un sol fin argileux ayant un comportement de la Classe A2, on préconise l'utilisation des pelles hydrauliques.

V.4.2.2. Mise en place des remblais :

Les remblais occupent un volume de 953.615,00 m3, on procédera d'abord au décapage de la terre végétale sur une épaisseur moyenne de 0.2 m, elle sera mise en dépôt provisoire pour servir de revêtement des talus de remblais et déblais. On procède par étape :

- Régalage du terrain naturel ;
- Drainage hors de l'emprise de toutes les venues d'eau ;
- Compactage pour améliorer la stabilité et la portance du sol en réduisant les risques de tassement ;

V.4.2.3. Réutilisation en remblais :

La réutilisation des matériaux en remblai, doit se conformer aux règles du Guide des Terrassements Routiers (GTR), plus particulièrement en ce qui concerne l'état hydrique des sols. Les sols fins argileux (classe A) recensés au long du tracé sont non réutilisables sans traitement en remblais comme nous avons vu précédemment dans l'étude géotechnique (Chapitre IV).

V.5. Conclusion :

D'après les résultats obtenus par le logiciel AUTOPISTE, on constate que les volumes des déblais et remblais sont très importants et cela est dû au type du terrain de notre projet qui est accidenté.

La réutilisation des remblais doit se faire après le traitement du sol car notre sol est fin argileux (classe A) à état hydrique très humide à humide, et donc il ne peut pas être utilisé sans être traité soit à la chaux, soit par compactage moyen comme nous l'avons constaté dans le chapitre IV étude géotechnique.

Le reste des résultats en détail sont joints en annexe en listings.

Chapitre VI :

Dimensionnement Du corps de La chaussée

VI.1. Introduction :

Le dimensionnement d'une structure de chaussée a pour objet de fixer les épaisseurs des différentes couches de matériaux constituant la chaussée, afin de lui permettre, tout au long de la durée de service de résister aux agressions d'ordre mécanique appliquées par le trafic. Ces agressions se traduisent par :

- Un endommagement progressif conduisant à la rupture par fatigue.
- Une accumulation de déformations permanentes conduisant à un orniérage excessif.

En effet une fois réalisée, l'autoroute devra résister aux agressions des agents extérieurs (gradients thermiques, pluie, neige …) et aux surcharges d'exploitation (action des essieux) des véhicules et notamment les poids lourds.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle –ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux de réalisation.

VI.2. Les principales méthodes de dimensionnement :

VI.2.1. Méthode CBR (California-Bearing-Ratio) :

Cette méthode considère la résistance au poinçonnement du sol sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de 90 à 100% de l'optimum Proctor modifié et la transmission de charge selon la méthode de Boussinesq, elle permet de donner en fonction du CBR, l'épaisseur de la couche Sous-jacente et cela à partir de la formule de PELTIER.

$$e = \frac{100+\sqrt{P}*75+50*\log\left(\frac{N}{10}\right)}{ICBR+5}$$

Avec:

- e : épaisseur totale équivalente de la chaussée (en cm) ;
- P : Charge maximale par roue P=6.5t (essieu 13 t) ;
- I_{CBR} : Indice de portance du sol support ;
- N: Trafic journalier moyen annuel du poids lourd à l'année horizon(véhicules>1.5t) ;

D'après les résultats obtenus lors des essais effectués sur les échantillons des puits de reconnaissance, Nous prendrons : I_{CBR} = 5. Pour les calculs, on prendra considération le trafic à l'horizon 2045, pour une durée de vie de 20 ans.

VI.2.2. Méthode du catalogue algérien :

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

Elle fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées (trafic, matériaux, sol support et environnement...). Ces derniers constituent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

VI.3. Application à notre projet :

VI.3.1. Méthode CBR :

Les structures de chaussées reposent sur la « plate-forme support de chaussée » constituée du sol naturel terrassé ou éventuellement surmontée en cas de besoin d'une couche de forme.

Le catalogue de dimensionnement a divisé les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0. La valeur du CBR étant de 5 (notre sol est de faible portance), donc la portance du sol support est de S3. On doit prévoir une couche de forme.

On a :

- PL = 18% ;
- τ = 3.5% ;
- On prend CBR = 5 (notre sol est de faible portance) ;
- $TJMA_{2025}$ = 17693 véhicules/jour ;
- $TJMA_{2045}$ = 35205 Véhicules/jour ;
- Durée de vie : 20ans ;
- Charge maximale par roue P=6.5t (essieu 13 t) ;
- Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite ;

NPL(2025) = 0.5 x 17693 x 0.18 = 1592 PL/j/sens .

NPL(2045) = 1592 $x(1+\tau)^{20}$ = 3168 PL/j/sens .

⇨ Nous avons 3168 camions de plus de 1.5t par jour par sens à l'année horizon.

$$e = \frac{100+\sqrt{P}*75+50*\log\left(\frac{N}{10}\right)}{ICBR+5} = \frac{100+\sqrt{6.5}*75+50*\log\left(\frac{3168}{10}\right)}{5+5}$$

⇨ e= 42.6 cm ; on prend **e = 45cm.**

eéq = ∑ ai 3 i=1 x ei = a1x e1 + a2 x e2 + a3 x e3 .

Tab.VI.1. Coefficients d'équivalence de chaque matériau

Matériaux utilisés	Coefficients d'équivalence
Béton bitumineux –enrobé dense	2
Grave bitume	1.5
Grave ciment – grave laitier	1.5
Sable ciment	1 – 1.2
GNT	1
Grave roulée – grave sableuse – T.V.O	0.75
Sable	0.5
TUF	0.6

eéq = 2x e1+1.5x e2+1x e3=45 cm

On prend :

- Couche de roulement en béton bitumineux « BB » de 6 cm d'épaisseur ;
- Couche de base en grave bitumineuse « GB » de 10 cm d'épaisseur.

eéq = 2x 6+ 1.5x 10+ 1x e3 =45cm

⇨ e3 = 18 cm de grave non-traitée « GNT », on arrondit à e3 = 20cm ;

Tab.VI.2. Tableau récapitulatif

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
Couche de roulement	6	12
Couche de base	10	15
Couche de fondation	20	20
Total	36	47

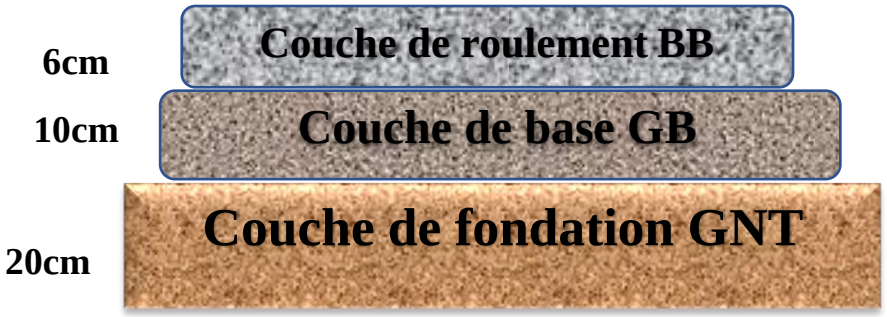


Figure VI.1. Structure du corps de chaussée par la méthode CBR

VI.3.2. Méthode du catalogue algérien :

- **Choix du réseau principal :**

D'après le catalogue on a la classification suivante :

TJMA2025 = 17693 V/j > 1500(V/j) Donc : le réseau principal est **RP1.**

- **Détermination de la classe du trafic :**

TJMA2025 = 17693 v/j.

TJMA2025 = 0.5 x 17693 = 8846 v/j/sens.

TPL2025 = 0.18 × 8846 = 1592 PL/J/sens.

TPL2025 = 0.8 x 1592 = **1274 PL/J/sens sur VPC.** 1274 de poids lourd par jour par sens sur la voie la plus chargée.

Donc la classe de trafic est : 600 < TPL = 1274 PL/j/VPC < 1500.

La classe du trafic est **TPL5.**

- **Amélioration de la portance du sol support :**

La classe de portance de notre sol-support est S3 :

E = 5 x ICBR = 5 x 5 = 25MPa.

La portance du sol support doit être au moins de **50 MPA**, la classe de portance visée est S1 (CBR 25-40), le passage de S3 à S1 nécessite la mise en place d'une couche de forme en TVO ou en TUF de 70 cm (en deux couches), alors on suppose que la nouvelle portance du sol est **CBR=25.**

Tab VI.3. Classes de portance en fonction de l'indice CBR

Classe de portance	Indice CBR
S4	**< 5**
S3	**5 - 10**
S2	**10 - 25**
S1	**25- 40**
S0	**>40**

Donc nous optons pour une couche de forme de 70 cm d'épaisseur en 2 couches de TUF, ce qui nous permet de passer à une portance du sol d'une classe S1.

- **Détermination de la zone climatique :**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique II : pluviométrie de 362.3mm/ans à Tissemsilt (Laayoune), avec une température équivalente de 20°C.

Tab VI.4. Températures équivalentes

	Zone climatique		
Température Équivalente Θéq(°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

- **Structure du corps de la chaussée :**

Nous sommes dans le réseau principal **RP1,** la **zone climatique II,** durée de vie de **20 ans,** taux d'accroissement **3.5%,** portance de sol **S1** et une classe de trafic **TPL5.**

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

- Couche de roulement : BB = 6 cm.

- Couche de base : GB = 14 cm.

- Couche de fondation : GNT = 30 cm.

D'après la fiche structure, on choisit :

6 BB+14 GB+ 30GNT avec une couche de forme de 70 cm de TUF en deux couches.

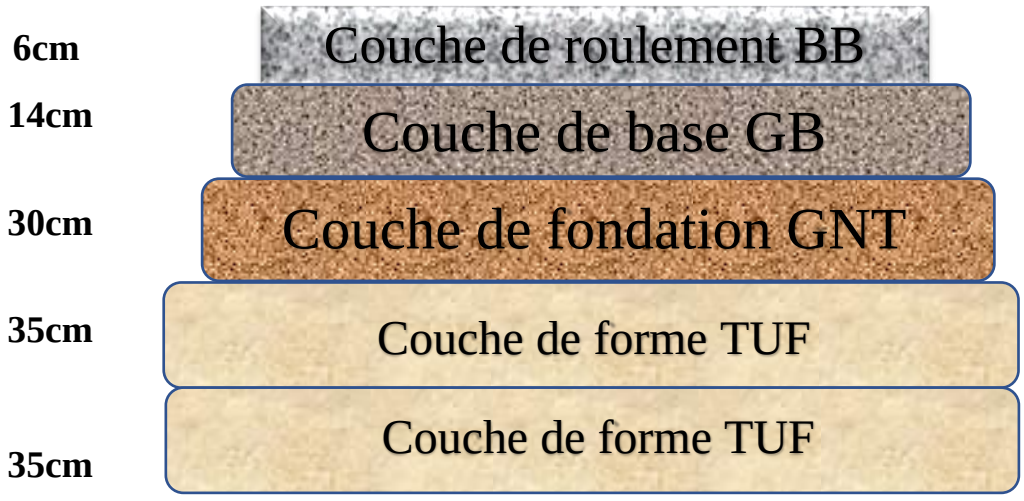


Fig.VI.2. Structure du corps de chaussée par la méthode du catalogue algérien

- **Vérification à la fatigue de la structure et de la déformation du sol support :**

Il faut vérifier que εt et εz calculées à l'aide d'Alizé LCPC, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées respectivement à εt,adm et εz,adm par la méthode du catalogue.

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

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

- **Calcul du trafic cumulé équivalent TCEi :**

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

$$TCEi = A\ x\ TPLi\ x\ 365\ x\ \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau}$$

- A: Coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes.
- n : durée de vie de la route 20 ans .
- τ : Taux de croissance du trafic τ= 3.5% .

D'après le tableau 11 du fascicule 2 qui donne les valeurs du coefficient d'agressivité A, comme on a un réseau principal RP1 et une chaussée à matériaux traités au bitume GB/GNT, notre coefficient d'agressivité A = 0.6.

$$TCEi = A\ x\ TPLi\ x\ 365\ x\ \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} = TCEi = 0.6\ x\ 1274\ x\ 365\ x\ \frac{(1+0.035)^{20} - 1}{0.035}$$

TCEi = 7.89 x 10^6 PL/J/sens sur VPC (essieux 13t) .

- **Calcul de la déformation admissible ($\varepsilon_{z,adm}$) sur le sol support :**

La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduite à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes :

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

$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (7.89 \text{ x} 10^6)^{-0.235}$

$\boldsymbol{\varepsilon_{z,adm} = 526 \text{ x } 10^{-6}}$ **.**

- **Calcul des déformations admissibles :**

Pour les matériaux traités au bitume, le calcul de la déformation admissible de traction à la base des couches bitumineuses $\varepsilon_{t,adm}$ est donné par la relation suivante :

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6\,(10°C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

Avec :

- **ε_6 10^{-6} (10°C, 25Hz)** : Déformation limitée à 10^6 cycles
- **Kne** : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée
- **Kθ** : Facteur lié à la température ;
- **Kr :** Facteur lié au risque et aux dispersions ;
- **Kc** : Facteur lié au calage=1.3.

On a :

- Kne = $\left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b$
- Kθ = $\left(\frac{E(10°C.10HZ)}{E(\theta eq.10HZ)}\right)^{0.5}$
- Kr = $10^{-tb\delta}$ avec : $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\left(\frac{C}{b}\right) x\, Sh\right)^2}$

- **Caractéristiques mécaniques des matériaux :**

Les performances mécaniques sont données dans le tableau 13 (fascicule 2) :

Tab.VI.5. Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Matériau	E(20°,10HZ) (MPa)	E(10°,10HZ) (MPa)	ε6(10°,25HZ) (MPa)	b	SN	Sh (cm)	ν	Kc calage
BB	**4000**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.35**	**-**
GB	**7000**	**12500**	**100**	**-0.146**	**0.45**	**3**	**0.35**	**1.3**

Avec :

- **b :** pente de la droite de fatigue (b<0) égale à **-0.146**.
- **E (10°c) :** module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- **E (θeq) :** module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.
- **SN :** dispersion sur la loi de fatigue.

- **Sh :** dispersion sur les épaisseurs.
- **C :** coefficient égale à 0.02.

- **Risque de calcul :**

Le risque de calcul est fonction de la classe de trafic TPL (TPLi) et du type de structure de chaussée. Pour un réseau RP1 de classe TPL5 et pour une structure GB/GNT, d'après le tableau 5(fascicule 2) on a : r=10%.

On a **t** : fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté r (%), d'après le tableau 16(fascicule 2), on trouve **t = -1.282**.

- Application numérique à notre projet :

- Kne = $\left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{7.89 \text{ x } 106}{10^6}\right)^{-0.146}$ = **0.74** ;

- Kθ = $\left(\frac{E(10°C.10HZ)}{E(\theta eq.10HZ)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000}\right)^{0.5}$ = **1.33** ;

- Kr = $10^{-tb\delta} = 10^{-(-1.282)(-0.146)(0.609)}$ = **0.77 ;**

Avec : $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\left(\frac{C}{b}\right) x\ Sh\right)^2} = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\left(\frac{0.02}{-0.146}\right) x\ 3\right)^2}$ = 0.609 ;

⇨ $\varepsilon_{t,ad} = 100x10^{-6} \times 0.74 \times 1.33 \times 0.77 \times 1.3$

⇨ $\boldsymbol{\varepsilon_{t,ad} = 98.51x10^{-6}}$

- **Calcul des déformations par Alizé LCPC :**

épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	3600,0	0,350	0,000	36,3	0,329	10,4	0,660
	collé		0,060	16,4	0,264	77,0	0,585
0,140	5000,0	0,350	0,060	16,4	0,356	48,7	0,585
	collé		0,200	-92,5	-0,579	98,3	0,128
0,300	600,0	0,350	0,200	-92,5	-0,009	215,0	0,128
	collé		0,500	-90,8	-0,060	125,6	0,036
0,350	200,0	0,350	0,500	-90,8	-0,007	200,1	0,036
	collé		0,850	-51,3	-0,008	98,5	0,015
0,350	200,0	0,350	0,850	-51,3	-0,008	98,5	0,015
	collé		1,200	-58,1	-0,014	82,2	0,007
infini	50,0	0,350	1,200	-58,1	-0,001	144,5	0,007

Fig.VI.3. Résultats de la simulation à l'aide d'Alizé LCPC

Tab.VI.6. Comparaison des déformations admissibles

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ε_z (Sol support)	**144.5 x 10^{-6}**	**526 x10^{-6}**
ε_t (à la base de GB)	**-90.8 x 10^{-6}**	**98.51 x10^{-6}**

D'après le tableau VI.6 de comparaison des déformations, on remarque que :

εz < εz,adm et εt < εt,adm

Donc notre structure est vérifiée.

VI.4. Conclusion :

D'après les résultats des deux méthodes, on remarque que les épaisseurs du corps de la chaussée données par la méthode du catalogue algérien sont nettement plus importantes que celles données par la méthode CBR.

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement de la structure et qui prend en considération les paramètres de trafic, le climat et des matériaux ainsi que les normes de vigueur en Algérie., donc nous avons décidé d'adopter le corps de chaussée avec les épaisseurs données par cette méthode, et après vérification des déformations et comparaison avec les valeurs admissibles, la structure retenue est :

6 BB + 14 GB + 30 GNT + 70 TUF

Chapitre VII :

Assainissement

VII. 1. Introduction :

L'assainissement routier est un élément essentiel dans la conception, la réalisation et l'exploitation des infrastructures linéaires. Les ouvrages hydrauliques doivent faire l'objet d'un dimensionnement garantissant le bon rétablissement des écoulements naturels, évitant ainsi l'inondation et l'érosion des terrains avoisinant le projet d'un côté ; et d'un autre côté assurant la stabilité de l'ouvrage lui-même vis-à-vis des infiltrations qui peuvent nuire à la portance du corps de chaussée.

Le réseau d'assainissement doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers des exutoires. Son architecture se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire (entre un point haut et un point bas) par assemblage d'ouvrages élémentaires (linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels).

Un réseau mal conçu induira des désordres de surface (débordements des ouvrages, inondations…), des désordres structurels importants de la chaussée sur le moyen terme. Ces situations sont des facteurs aggravants pour la sécurité des usagers et l'intégrité de la route. Par ailleurs, tout écoulement routier transféré hors plateforme n'est pas neutre pour l'environnement.

VII.2. Objectifs de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Eviter que l'eau stagne sur la chaussée afin d'éviter les problèmes d'aquaplanage.
- Drainer l'eau qui s'infiltre dans le corps de chaussée (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- La protection des ressources en eau et des écosystèmes, qui entrent dans le cadre du développement durable.
- Réduire le coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions des sols.
- Maintenir une bonne condition de viabilité.

VII.3. 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…).

Cependant nous nous sommes basés dans nos calculs sur des données issues des supports suivants :

- Données topographiques.
- Données hydrologiques.
- Carte d'état-major éditée au 1/50000.

VII.3.1. 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).

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 dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

Temps de concentration :

C'est le temps que mettra la première goutte tombée au point hydrologiquement le plus éloigné du bassin versant pour arriver à l'exutoire. La valeur du temps de concentration dépend de la morphologie du bassin versant naturel. Il est estimé respectivement d'après VENTURA, PASSINI, GIANDOTTI. Comme suit :

1- La formule de VENTURA lorsque **A < 5 km² :**

$$tc = 0.127x\sqrt{\frac{A}{P}}$$

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

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

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

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

- **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).

Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement « Cr », qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY où Cr est la somme de trois coefficients partiels :

Cr = C1 + C2 + C3

C1 : Dépend de la pente P du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du thalweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles.

Tab.VII.1. Valeurs du coefficient C1

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
P ≤ 3.5	0.01 - 0.05
3.5 ≤ P ≤ 11	**0.06 - 0.10**
11 ≤ P ≤ 35	0.12 - 0.20
35 ≤ P	0.22 - 0.3

C2 : Dépend de la perméabilité du sol, déterminée à partir des informations concernant la nature du sol et ses caractéristiques.

Tab.VII.2. Valeurs du coefficient C2

Perméabilité du sol	Coefficient (C2)
Imperméable	0.22 - 0.30
Peu Perméable	**0.10 - 0.20**
Perméable	0.06 - 0.10
Très Perméable	0.05 - 0.06

C3 : Dépend de la couverture végétale du bassin versant. Ces informations seront obtenues à partir d'une inspection visuelle des bassins versants, des photos prises du site et des photos aériennes.

Tab.VII.3. Valeurs du coefficient C3

Couverture végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0.22 - 0.30
Prairie	**0.17 - 0.25**
Labours-Champs	0.07 - 0.15
Forets et Terrains Sableux	0.03 - 0.05

Pour notre cas : **Cr = 0.1 + 0.2 + 0.25 = 0.55**

Intensité de pluie I(t) :

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

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

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=0.64.
- Le paramètre « a » pour les différentes fréquences sont :

Tab.VII.4. Valeurs du paramètre de montana « a »

T	2	5	**10**	20	**50**	**100**
a(T)	17	23.8	**28.3**	32.6	**38.2**	**42.3**

VII.3.2. Estimation des débits de saturation Qs :

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

$$Qs = Kst.I.^{\frac{1}{2}}.RH.^{\frac{2}{3}}.Sm$$

- **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

VII.4. Application à 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).

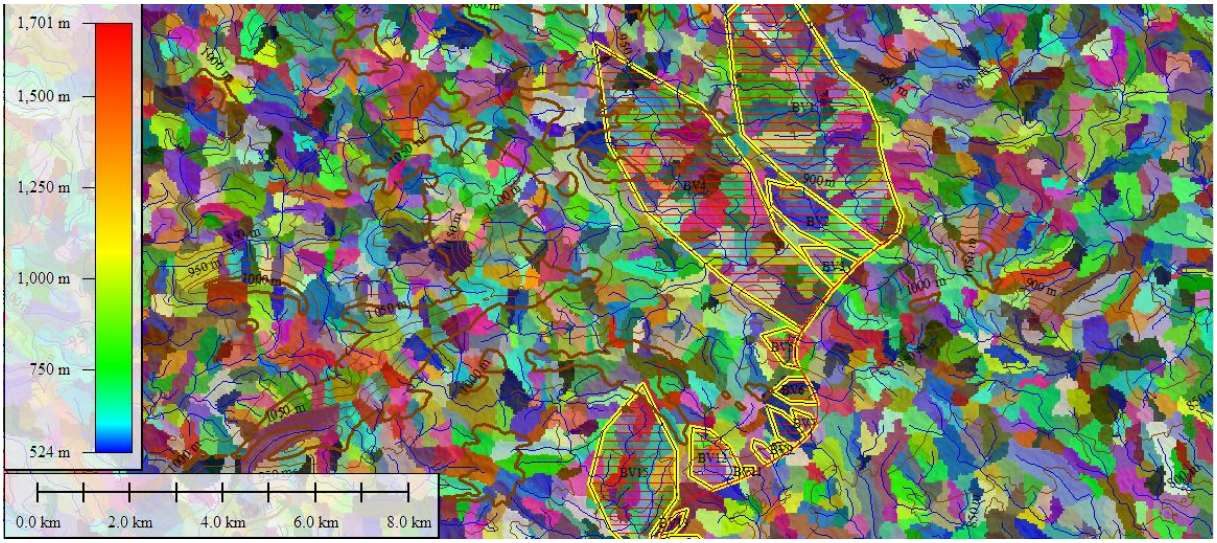


Fig.VII.1. Délimitation des bassins versants avec Global Mapper

VII.4.1. Délimitation des bassins versants avec Global Mapper :

Les caractéristiques physiques d'un bassin versant conditionnent l'écoulement de ses différents cours d'eau, l'écoulement peut être facilité ou retardé selon que la région est étalée ou non.

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

Tab.VII.5. Caractéristiques physiques des bassins versants

N° BV	PK(ml)	S(Km2)	P(Km)	Hmax(m)	Hmin(m)	L(Km)	P(m/m)
1	75+330	32.19	33.75	1471	847	15.413	0.0695
2	76+088	2.05	7.22	968	862	2.564	0.0242
3	76+570	0.85	3.94	900	863	1.201	0.0204
4	77+324	55.33	42.52	1235	864	13.841	0.0491
5	78+502	4.38	12.05	1031	886	3.324	0.0363
6	78+880	0.2	2.11	977	900	0.589	0.0535
7	79+145	0.08	1.53	971	897	0.405	0.0554
8	79+234	0.09	1.18	963	909	0.335	0.0553
9	79+690	0.69	3.96	1004	927	1.338	0.0263
10	80+132	0.07	1.26	984	948	0.133	0.0435
11	80+511	0.22	1.98	998	936	0.608	0.0356
12	80+908	0.62	3.36	1005	936	0.918	0.0299
13	81+323	0.08	1.27	982	923	0.200	0.0482
14	81+513	0.15	1.87	1003	930	0.330	0.0365
15	81+629	0.14	1.6	984	928	0.388	0.0395
16	82+056	0.10	1.34	978	927	0.051	0.0539
17	83+160	2.10	7.37	1025	929	2.025	0.0357
18	83+480	0.44	2.93	988	924	0.648	0.0399

VII.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 :

Tab.VII.6. Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans

N° BV	PK(ml)	Tc (h)	I 10 (mm/h)	I 50 (mm/h)	I 100 (mm/h)	Q10 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)
1	75+330	1.613	13.33	24.01	31.14	65.60	118.17	153.26
2	76+088	1.168	25.62	34.60	38.31	8.030	10.84	12.008
3	76+570	0.820	32.13	43.37	48.02	4.175	5.636	6.2409
4	77+324	4.869	10.27	21.85	25.35	86.88	184.85	214.45
5	78+502	1.338	23.48	27.06	35.10	15.72	23.50	10.52
6	78+880	0.246	69.43	93.72	103.78	2.123	2.865	3.173
7	79+145	0.153	94.06	127.01	140.64	1.150	1.553	1.720
8	79+234	0.164	89.89	121.49	134.53	1.236	1.671	1.851
9	79+690	0.651	37.27	50.27	55.67	3.932	5.303	5.873
10	80+132	0.157	92.41	124.93	138.34	0.989	1.337	1.480

11	80+511	0.319	58.78	79.36	87.88	1.977	2.669	2.956
12	80+908	0.580	40.12	54.13	59.94	3.803	5.131	5.682
13	81+323	0.158	92.03	124.42	137.78	1.125	1.521	1.685
14	81+513	0.256	67.72	91.36	101.17	1.553	2.320	2.320
15	81+629	0.243	69.95	94.46	104.60	1.497	2.022	2.239
16	82+056	0.175	86.20	116.55	129.06	1.317	1.973	1.973
17	83+160	0.934	29.56	34.05	44.18	9.491	10.93	14.18
18	83+480	0.422	49.16	66.35	73.47	3.307	4.463	4.942

VII.5. Système de drainage transversal :

Le système de drainage transversal comprend l'ensemble des dispositifs à mettre en œuvre pour permettre l'écoulement des eaux des bassins versants naturels franchis par notre tracé, à savoir :

- 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 ;

VII.5.1. Dimensionnement des buses :

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de 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.

Exemple de calcul : calcul du diamètre de la buse :

Pour BV N°=9 : S=0.69 Km2 ; L=1.338Km ; Tc=0.651h ; I10=37.27mm/h ; Q10= 3.932m3/s.

Pour le dimensionnement des buses, on prend : Qa = Qs ;

Donc la formule de **Manning - Strickler** deviendra :

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

- **$Sm = \pi.R^2$;** **$Pm = 2.\pi.R$;** **$RH = R/2$;**

Avec : R : rayon de la buse.

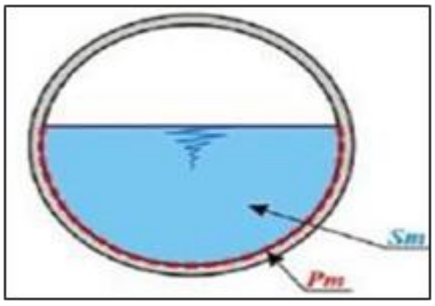


Fig.VII.2. Caractéristiques d'une buse

Donc on aura cette formule pour tirer R :

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

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

$$\Rightarrow R = \left(\frac{Qa}{Kst.\pi.0{,}5^{\frac{2}{3}}.I^{\frac{1}{2}}}\right)^{3/8} = \left(\frac{3.932}{80.\pi.0{,}5^{\frac{2}{3}}.0{,}01^{\frac{1}{2}}}\right)^{3/8} = 0.5965\text{m} = \mathbf{596.5mm.}$$

Le débit est assuré pour un diamètre : Ø = 2R = 1193mm.

Donc pour le BV N°=9, on prend une buse de diamètre **Ø =1200mm.**

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 :**

Qps $= \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}}.S.I^{\frac{1}{2}} = 70.\left(\frac{1.2}{4}\right)^{\frac{2}{3}}.\frac{\pi.1.2^2}{4}.(0.01)^{\frac{1}{2}}$ **= 4 m³/s.**

Vps $= \frac{Qps}{S} = \frac{4x4}{\pi x 1.2^2}$ **= 3.53 m³/s.**

- $\frac{Q}{Qps}$ **= 0.1** ➔ $\frac{V}{Vps}$ **= 0.64** ➔ **V = 2.26 m/s > 0.6 m/s** ➔ **Condition Vérifiée.**
- $\frac{Q}{Qps}$ **= 0.01** ➔ $\frac{V}{Vps}$ **= 0.32** ➔ **V = 1.129 m/s > 0.3 m/s** ➔ **Condition Vérifiée.**

VII.5.2. 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.

Exemple de calcul :

Pour BV N°=17 : S = 2.10 Km² ; L =2.025Km ; Tc = 0.934h ; I50 = 34.05mm/h ;

Q50 = 10.93m3/s ;

Pour le dimensionnement des dalots, on prend :

Qa = Qs ;

Donc la formule de Manning - Strickler deviendra :

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

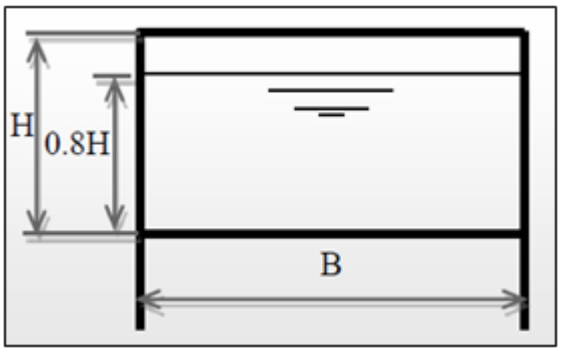


Fig.VII.3. Caractéristiques d'un dalot

- **Sm = 0.8 × H × B ;** **Pm = 1.6 × H + B ;**

RH $= \frac{0.8*H*B}{1.6*H+B}$ **;**

$$\mathbf{H} = \frac{1}{0.8*B}\left(\frac{Qa}{Kst.I^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{5}}.(1.6H + B)^{\frac{2}{5}}$$

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 = $\frac{Q}{Sm}$ = $\frac{10.93}{4}$ = 2.73 m/s < 4m/s. ➔ **Vérifiée.**
- Hc = $\sqrt[3]{\frac{Q^2}{g.b^2}}$ < H ➔ Hc = $\sqrt[3]{\frac{10.93^2}{9.81X2.5^2}}$ = 1.24m < H =2m ; ➔ **Vérifiée.**

VII.5.3. Résultat récapitulatif de dimensionnement des dalots et des buses :

Les résultats calculés dans le cadre de notre projet sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tab.VII.7. Tableau récapitulatif des ouvrages hydrauliques et leurs dimensions

N° BV	PK(ml)	S(Km2)	P(Km)	Ecoulement (Km)	Ouvrage	Dimensions
1	75+330	32.19	33.75	2.192	Dalot	2x(4x4)m²
2	76+088	2.05	7.22	0.705	Buse	3x Ø =1200mm
3	76+570	0.85	3.94	0.638	Buse	2x Ø =1200mm
4	77+324	55.33	42.52	3.036	Dalot	3x(4x4)m²
5	78+502	4.38	12.05	0.846	Dalot	2x(2.5x2.5)m²
6	78+880	0.2	2.11	0.250	Buse	1x Ø =1200mm
7	79+145	0.08	1.53	0.125	Buse	1x Ø =1000mm
8	79+234	0.09	1.18	0.345	Buse	1x Ø =1000mm
9	79+690	0.69	3.96	0.452	Buse	1x Ø =1200mm
10	80+132	0.07	1.26	0.135	Buse	1x Ø =1000mm
11	80+511	0.22	1.98	0.608	Buse	1x Ø =1200mm
12	80+908	0.62	3.36	0.918	Buse	2x Ø =1200mm
13	81+323	0.08	1.27	0.200	Buse	1x Ø =1000mm
14	81+513	0.15	1.87	0.202	Buse	1x Ø =1000mm
15	81+629	0.14	1.6	0.275	Buse	1x Ø =1000mm
16	82+056	0.10	1.34	0.241	Buse	1x Ø =1000mm
17	83+160	2.10	7.37	0.704	Dalot	1x(2.5x2)m²
18	83+480	0.44	2.93	0.424	Buse	1x Ø =1200mm

VII.6. Système de drainage longitudinal :

Le dimensionnement des fossés dépend de profil en long et les points de refoulement (un drain ou un oued), donc on dimensionne les fossés selon leurs départs et fins.

VII.6.1. Fossé de pied de talus en déblai :

Ces fossés sont considérés au pied des talus en déblai afin de drainer la plateforme et les talus vers les exutoires. En terre et de section trapézoïdale, ils sont bétonnés lorsque la pente du profil en long dépasse les **3%.**

Estimation des débits d'apport :

1- Surface de l'écoulement :

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

Le talus est pris pour une largeur défavorable de 10m.

⇨ **$Qa = Qach + Q_{BAU} + Qab + Qat$**

Avec :

- **Qach** = K.I.Cch.Ach ➔ Débit rapporté par la chaussée +BDG.
- **Q_{BAU} =** $K.I.C_{BAU}.A_{BAU}$ ➔ Débit d'apport de la BAU.
- **Qb** = K.I.Cb.Ab ➔ Débit rapporté par la berme.
- **Qt** = K.I.Ct.At ➔ Débit rapporté par le talus.

Coefficient de ruissellement :

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

- La pente du bassin versant.
- La perméabilité du sol.
- La couverture végétale. Il peut être choisi suivant le tableau ci-dessous :

Tab.VII.8. Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.85 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

2- Exemple de calcul de débit :

Pour BV N°=12 :

a- La chaussée : P =2.5% ; C =0.95 :

- **Ach** = 10.5 x $0.918.10^{-3}$ = **9.639×10^{-3} Km².**
- **Tc =** 0.127 x $\sqrt{\frac{0.62}{2.5}}$ = **0.063 h.**

La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans. Donc :

a(T) = 28.3 ; et b = 0.64 ;

- **I(t,T) =** $\frac{a(T)}{t^b} = \frac{28.3}{0.063^{0.64}}$ **= 166.038 mm/h.**
- **Qach** = 0.278 x 166.038 x 0.95 x 9.639×10^{-3} = **0.422 m3/s.**

b- La bande d'arrêt d'urgence : P = 4% ; C =0.4 :

- **A_{BAU}** = 3 x $0.918.10^{-3}$ = **2.754×10^{-3} Km².**
- **T_{BAU} =** 0.127 x $\sqrt{\frac{0.62}{4}}$ = **0.049 h.**

La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans. Donc :

a(T) = 28.3 ; et b = 0.64 ;

- **I(t,T) =** $\frac{a(T)}{t^b} = \frac{28.3}{0.049^{0.64}}$ **= 195.011 mm/h.**
- **Q_{BAU}** = 0.278 x 195.011 x 0.4 x 2.754×10^{-3} = **0.059 m3/s.**

c- La berme : P =8% ; C = 0.4 ;

- **Ab** = 1 x $0.918.10^{-3}$ = **$0.918.10^{-3}$ Km².**
- **Tc =** 0.127 x $\sqrt{\frac{0.62}{8}}$ = **0.035 h.**

La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans. Donc :

a(T) = 28.3 ; et b = 0.64 ;

- **I(t,T) =** $\frac{a(T)}{t^b} = \frac{28.3}{0.035^{0.64}}$ **= 241.87 mm/h.**

- **Qb** = 0.278 x 241.87x 0.4 x $0.918.10^{-3}$ = **0.024 m3/s.**

d- Le talus : P = 67% ; C= 0.3 ;

- **At** = 10 x $0.918.10^{-3}$ = **9.18×10^{-3} Km².**
- **Tc** = 0.127 x $\sqrt{\frac{0.62}{67}}$ = **0.012 h.**

La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans. Donc :

a(T) = 28.3 ; et b = 0.64 ;

- **I(t,T)** = $\frac{a(T)}{t^b} = \frac{28.3}{0.012^{0.64}}$ = **479.85 mm/h.**
- **Qt** = 0.278 x 479.85 x 0.3 x $9.18.10^{-3}$ = **0.381 m3/s.**

Tab.VII.9. Tableau récapitulatif des résultats des débits des SBV :

SBV	S (km2)	C	P (%)	T_c(h)	I(t,T) (mm/h)	Qa m^3/s
Chaussée+BDG	9.639×10^{-3}	0.95	2.5	0.063	166.038	0.422
BAU	2.754×10^{-3}	0.4	4	0.049	195.011	0.059
Berme	0.918×10^{-3}	0.4	8	0.035	241.87	0.024
Talus de déblai	9.18×10^{-3}	0.3	67	0.012	479.85	0.381

Donc : Qa = Qach + Q_{BAU}+ Qab + Qat = 0.422+ 0.059 + 0.024 + 0.381 = **0.886 m3/s.**

3- Calcul du débit de saturation :

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

k_{ST} **:** Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton coulé sur place).

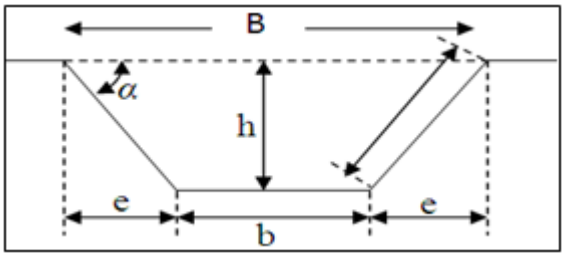


Fig.VII.4. Caractéristiques d'un fossé

4- Calcul de la hauteur h :

On dimensionne les fossés par rapport aux débits de calcul d'une période de retour de 10ans. On a: Pour les fossés en béton : Kst= 70 et la pente longitudinale de fossé I=25%. On fixe b = 0.4m, et on calcule Qs pour les différentes valeurs de h.

- **Sm = b × h + 2(eh/2).**
- **Pm = b+2.$\sqrt{h^2 + e^2}$.**
- **Rh = $\frac{Sm}{Pm} = \frac{bxh+2(\frac{e.h}{2})}{b+2.\sqrt{h^2+b^2}}$.**

On aura : $$\mathbf{h= \left(\frac{Qa}{Kst.b.I^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{5}} . \frac{(1+2\sqrt{2}.\frac{h}{b})^{\frac{2}{5}}}{1+\frac{h}{b}}}$$

Pour h =0.4m, on trouve Qs > Qa, 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=40cm, h=40 cm**).

VII.7. 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.

Ces ouvrages passent souvent inaperçus tant qu'ils jouent leur rôle. Leur dysfonctionnement peut avoir de graves conséquences (inondation, inaccessibilité, destruction de la chausse…). D'après l'étude hydraulique de notre projet, on déduit que notre tracé comporte un volet de travaux important en termes des ouvrages de drainage longitudinaux et transversaux.

Le contrôle de ces ouvrages est organisé après chaque saison pluvieuse et après chaque crue importante afin de détecter les anomalies ou dégradations éventuelles. L'entretien consiste en :

- La réparation des dégradations diverses qui peuvent se produire sur les ouvrages.
- Le nettoyage et l'entretien réguliers.

Chapitre VIII :

Conception de l’échangeur

VIII.1. Introduction :

Un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des différents courants de circulation, du site d'implantation, et de la topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs avec :

- **Nœuds :** quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- **Diffuseur :** quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbaines classiques.
- **Mixte :** quand il assure en plus, des raccordements de deux autoroutes.

Notre échangeur s'agit d'un diffuseur reliant la pénétrante autoroutière à la RN14.

VIII.2. Rôle de l'échangeur :

L'échangeur a pour rôle de :

- D'assurer la continuité du réseau autoroutier.
- De desservir plusieurs directions.
- Distribuer les flux dans les différentes directions, selon l'ordre d'importance.
- Faciliter aux usagers un déplacement dans de bonnes conditions.
- D'éviter les contraintes d'arrêt et de reprise.
- De diminuer le problème d'accidents en évitant le point de conflit.

VIII.3. Constituants d'un échangeur :

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

- Ouvrages d'art. (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plan(s).
- Bretelles (rampes d'entrée, et rampes de sortie).

VIII.3.1. Ouvrages d'art :

Désigne un pont, qui assure un passage supérieur ou inférieur ; on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

- Le type d'échangeur à implanter ;
- Les contraintes du site d'implantation ;
- Les conditions de coordinations profil en long- trace en plan ;
- Les conditions de réglementations et de conception.

VIII.3.2. Carrefour plan :

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

VIII.3.3. Bretelles :

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croisent. Chaque brettelles se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

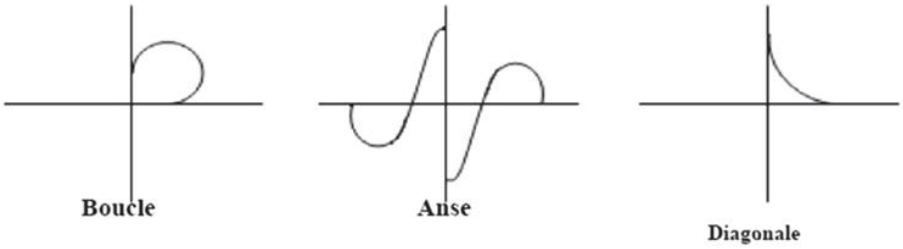


Fig.VIII.1. Différents types de brettelles

VIII.4. Les différents types des échangeurs :

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

- **Echangeur majeur :** raccordement Autoroute - Autoroute. (Trèfle complet, bifurcation)
- **Echangeur mineur :** raccordement Autoroute - Route. (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

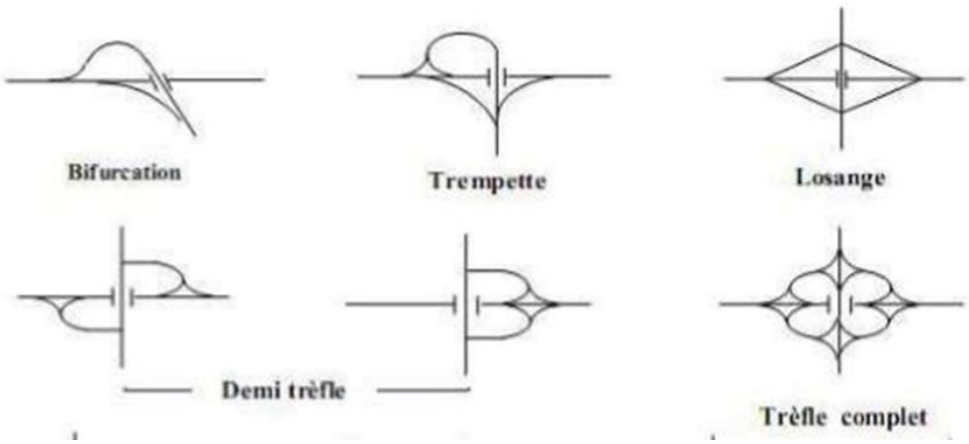


Fig.VIII.2. Différents types d'échangeurs.

VIII.5. Choix du type de l'échangeur :

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés (Avantages, Inconvénients) et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adaptée au cas qui se présente.

Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au trafic, au site d'implantation et aux objectifs à atteindre. Et pour ce but on suit les étapes suivantes :

1ère Etape : Détermination du tracé à partir de :

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

2éme Etape : Configuration du tracé à adopter :

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

- Un tracé respectant les valeurs limitées de conception (valeur de rayon, d'alignements)
- Des longueurs des voies réglementaires (Insertion & décélération).

3émé Etape : Analyse :

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

VIII.6. Application à notre projet :

Le choix du type de l'échangeur dépend essentiellement des paramètres suivants :

- Type de terrain : le terrain de notre projet est un terrain vallonné.
- Type de route a raccordé : L'échangeur qu'on va réaliser doit raccordée notre autoroute à la RN 14. Donc l'échangeur est de type mineur.
- Distribution du trafic L'échangeur distribue le trafic dans trois directions.
- Vitesse sur les bretelles :
  - La vitesse maximale sur l'autoroute est de 110 km/h.
  - La vitesse sur la RN 14 est de 80 km/h.
  - La vitesse sur l'échangeur est 40 Km/h.

On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=70 Km/h.

Donc, l'échangeur qui répond à toutes ces critères est l'échangeur **Trompette.**

Le choix de cet échangeur est justifié par le fait qu'il va relier une voie principale à une voie transversale sur le PK 76+450 où on va l'implanter.

VIII.7. Caractéristiques géométriques des bretelles :

VIII.7.1. Tracé des bretelles :

Les valeurs limites des rayons à utiliser pour le tracé des bretelles d'après le guide SETRA des échangeurs (complément de l'ICTAAL2015) sont les suivantes :

Tab.VIII.1. Valeurs limites des rayons des bretelles.

Rayon	Symbole	Voie de sortie	Voie de boucle
Rayon minimal	R_m (m)	40 (7%) et 100 (le premier rayon rencontré)	40 (7%)
Rayon minimal non déversé	R_{nd} (m)	300	/
Rayon maximal dans la boucle (m)	R_{max} (m)	/	60
Dévers entre R_{nd} et R_m	d (m)	d = (675/R) +0,25 entre 300 et 100	/

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

VIII.7.2. Enchainement des éléments du tracé en plan :

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes ;
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : $R1 \leq 2R2$, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées ;
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

VIII.7.3. Raccordements progressifs :

- Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $6R^{0,4}$ et $7|\boldsymbol{\Delta}\delta|$; où R note le rayon de courbure (m), et $\Delta\delta$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.
- Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'usager.

VIII.7.4. Zones d'accélération et de décélération :

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

1- Zone de décélération :

Les sorties à 1 voie c'est le cas le plus courant pour les diffuseurs. Le dispositif de sortie comporte successivement :

- Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 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/s2.

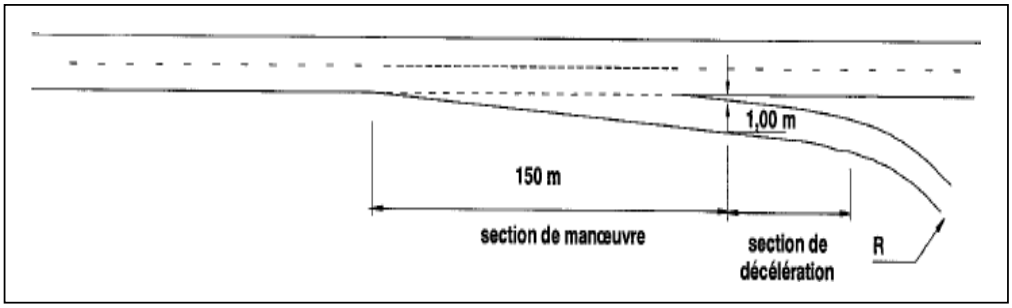


Fig.VIII.3. Dispositif de sortie de l'autoroute.

2- Zone d'accélération :

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5%. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s2 ;
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m ;
- Un biseau long de 75 m.

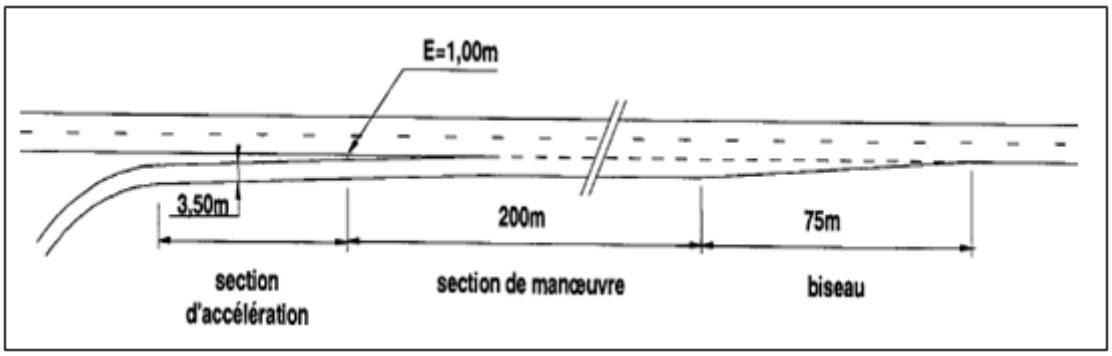


Fig.VIII.4. Dispositif d'entrée sur l'autoroute

VIII.8. Conception plane de notre échangeur :

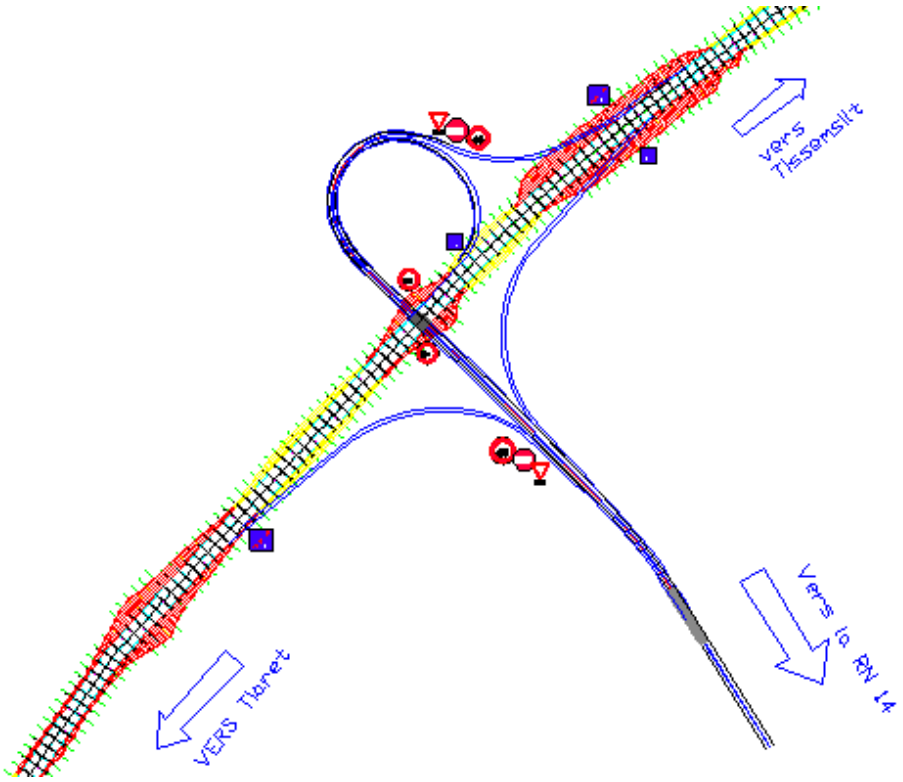


Fig.VIII.5. Conception plane de notre échangeur et sa signalisation

Chapitre IX :

Ouvrages d’art

IX.1. Introduction :

D'une façon générale, on appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal. Ce chapitre présentera les PK des ouvrages, ainsi le type de l'ouvrage à concevoir pour franchir les routes et les pistes existantes.

IX.2. Choix des types d'ouvrages :

Notre but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qui imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, mixte). Les principaux facteurs qui influents sur le type d'ouvrage sont :

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

Afin de trouver la solution au type d'ouvrage le plus adéquat on a procédé à une comparaison entre tous les types d'ouvrage (variantes) qui peuvent être envisagés et cela en représentant toutes les caractéristiques des variantes. Pour chaque type d'ouvrage énuméré, on portera sur le domaine d'utilisation, de l'ouverture de son tablier ainsi que son épaisseur.

IX.3. Présentation des ouvrages :

Le tableau suivant récapitule les ouvrages d'art existants avec leurs caractéristiques et leurs PK correspondant :

Tab.IX.1. Ouvrages de franchissement de notre tronçon

PK de début d'ouvrage d'art	Ouvrage N°	Longueur de l'OA (m)	Largeur de l'OA (m)	Gabarit (m)
75+800	Viaduc 01	300	30	12
76+450	Echangeur	40	10	5.25
78+550	Passage Inférieur Route	40	10	5.25
79+400	Passage Supérieur Route	40	10	5.25

IX.4. CONCEPTION PRIMAIRE :

D'un point de vue économique, le fait de choisir un pont qui travail en mode traction ou en mode compression est très cher, donc à éviter. Par conséquent il nous reste que le mode flexion soit isostatique soit hyperstatique.

Plusieurs types sont envisagés, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas à la condition imposée. Pour notre cas on propose trois types :

IX.4.1. Variante 1 (pont à poutres en BA) :

Ce type d'ouvrage a été largement employé au début des programmes travaux autoroutiers. Le tablier est constitué de poutres longitudinales, espacées de 1.5 à 4m, qui sont solidarisés entre elles par des entretoises sur appuis en travées, et par un hourdis formant la couche de roulement.

Les avantages :

- Consommation des matériaux du point de vue économique.
- Le coffrage des poutres est standard.
- Nécessite un entretien réduit par rapport aux ponts métalliques et mixtes.

Les inconvénients :

- La limitation de la portée (10 à 20m).
- Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.

IX.4.2. Variante 2 (pont à poutres en béton précontraint) :

Le tablier est formé de deux travées indépendantes, constituées chacune par un nombre de poutres préfabriquées en T à talon, âme et semelle supérieure. Le principe consiste à reprendre le poids propre de la poutre par une armature active qui est la précontrainte par prétention (PRAD) ou bien post tension (VIPP). Nous signalons que la prétention s'adapte sur des portées allant jusqu'à 30 m, et une gamme de portées comprises entre 30 à 50 m pour la poste-tension.

Les avantages :

- Le mode de réalisation des poutres tel que le béton coulé en atelier ou sur chantier à poste fixé est en général de meilleure qualité.
- La facilité du contrôle de réalisation ainsi que la rapidité d'exécution des travaux.
- La préfabrication permet de diminuer le délai d'exécution de l'ouvrage.

Les inconvénients :

- La nécessité de fabriquer un béton plus résistant principalement avant 28 jours.
- La main d'œuvre doit être qualifiée.
- L'obligation d'attendre la fin de mise en tension pour pouvoir couler ou décoffrer.

IX.4.3. Variante 3 (Pont mixte) :

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

Les Avantages :

- Légèreté rapportée aux tabliers en béton.
- La rapidité et simplicité de mise en œuvre, la pose des poutres est généralement plus simple.
- La simplicité d'usinage des poutres à âmes pleines.
- La possibilité de franchir de grandes portées.

Les Inconvénients :

- Matériaux onéreux.
- Surveillance avec visite périodique.
- Risque de déversement des poutres métalliques.
- Entretien difficile.

IX.5. LES VARIANTES RETENUES :

Vu les avantages et les inconvénients de chaque type et vue les conditions techniques exigées par le site, le choix de nos ouvrages est récapitulé dans le tableau suivant :

Tab. IX.2. Propositions retenues

OA N°	Solution recommandé
1	Un pont mixte (05 travées)
2	Un pont à poutres en béton précontraint (01 travée)
3	Un pont à poutres en béton armé (02 travées)
4	Un pont à poutres en béton armé (02 travées)

Chapitre X :

Signalisation et Eclairage

X.1. Introduction :

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route, elle désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés le long de la route, elle est destinée à assurer la sécurité des usagers, en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation.

Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière. On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

X.2. Catégories de la signalisation :

On distingue :

- La signalisation par panneau.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

X.3. Règles à respecter dans la signalisation routière :

II est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguentl'attention de l'usager.

X.4. Types de signalisations :

X.4.1. Signalisation verticale :

Elle comprend les panneaux, les balises, les bornes, et les feux tricolores qui transmettent un message visuel sur le trajet traversé par l'usager à travers leurs emplacements, leurs couleurs et leurs formes.

Elle est divisée en de grandes catégories :

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

▪ Signalisation de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée). Ces signaux annoncent les différents dangers de la route.



Fig.X.1. Signaux de dangers

▪ Signalisation de prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire On trouve ceux qui désignent :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.



Fig.X.2. Signaux de prescriptions

- **Panneaux à simple indication :**

Leurs formes sont en général rectangulaires, Ils offrent un supplément d'information pour les usagers de la route, on distingue :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.



Fig.X.3. Panneaux d'indications

- **Panneaux de directions :**

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

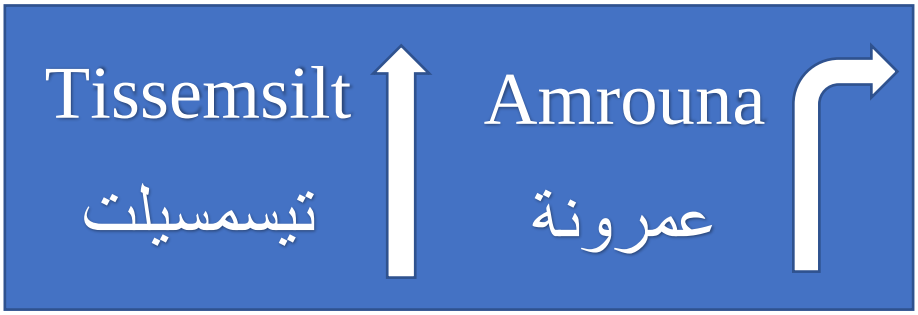


Fig.X.4. Panneaux de directions

X.4.2. Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

- **Le jaune :** pour : - Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement,
  - Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus,
  - Le marquage temporaire.
- **Le bleu :** éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.
- **Le rouge :** pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

1- Lignes longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

- **Les lignes continues :**

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route ou le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

- **Les lignes discontinues :**

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive).

Modulation des lignes discontinues :

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

Tab.X.1. Modulation des lignes discontinues

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	1/3
T2	3.00	3.5	1
T3	3.00	1.33	3

- **Les lignes mixtes :**

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

2- Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

Ligne stop : C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

3- Les flèches de rabattement

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

4- Les flèches de sélection

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

5- 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 et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm

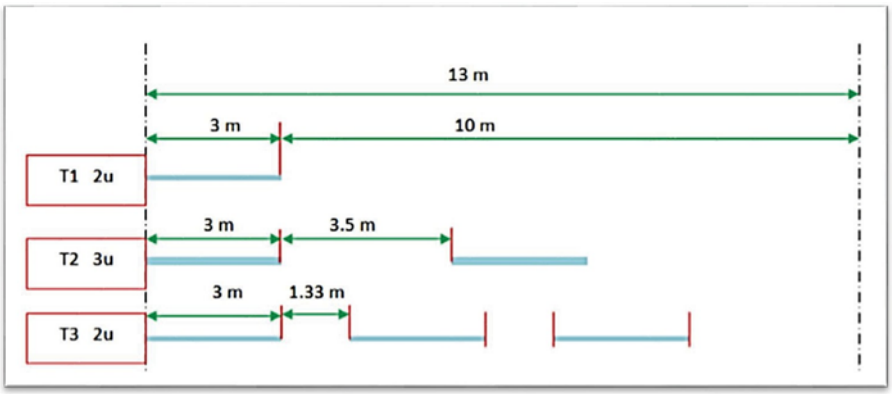


Fig.X.5. Types de modulation

X.5. Application au projet :

X.5.1. Signalisation horizontale :

Largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

- L'autoroute : U = 7.5 cm.
- La route Nationale RN14 : U = 6 cm.
- Les bretelles et les voies d'accès : U = 5 cm.

- **Marquage du tracé :**

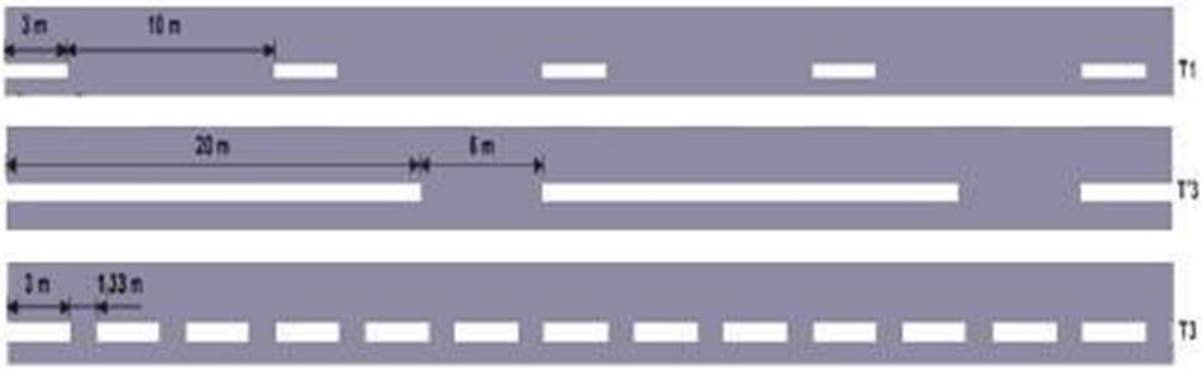


Fig.X.6. Les lignes longitudinales.

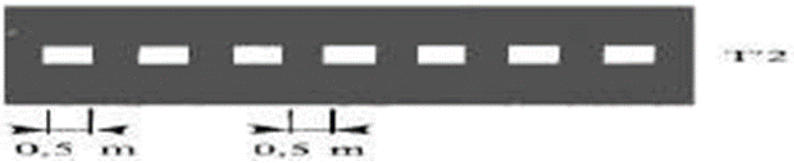


Fig.X.7. Les lignes transversales.

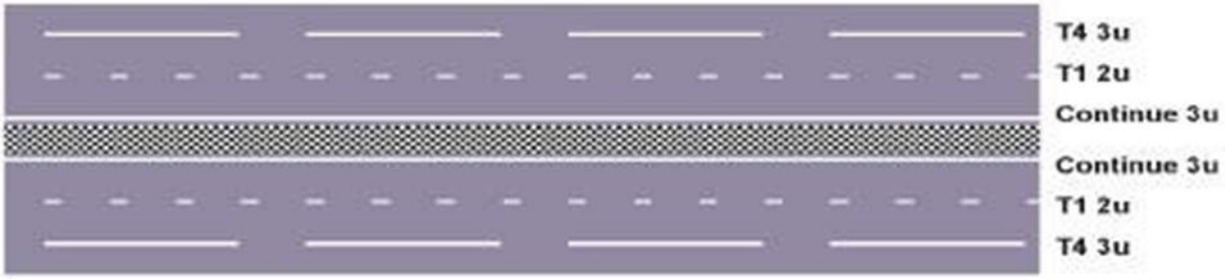


Fig.X.8. Lignes de délimitation des voies sur le tracé.

- **Voies de décélération :**

La ligne séparant la voie d'insertion de la chaussée principale est du type T2 de largeur 5u.

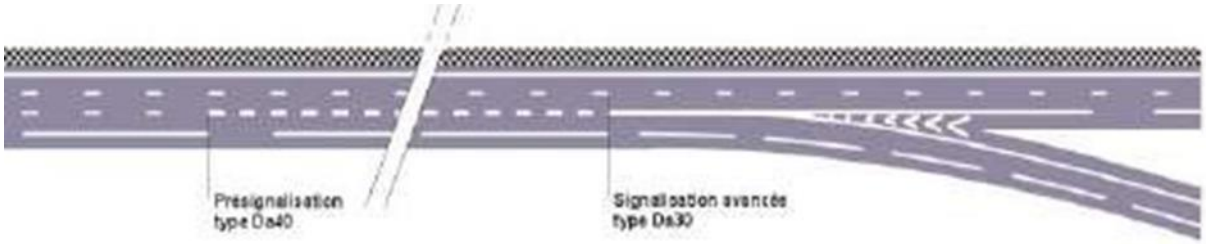


Fig.X.9. Avec affectation de voies.

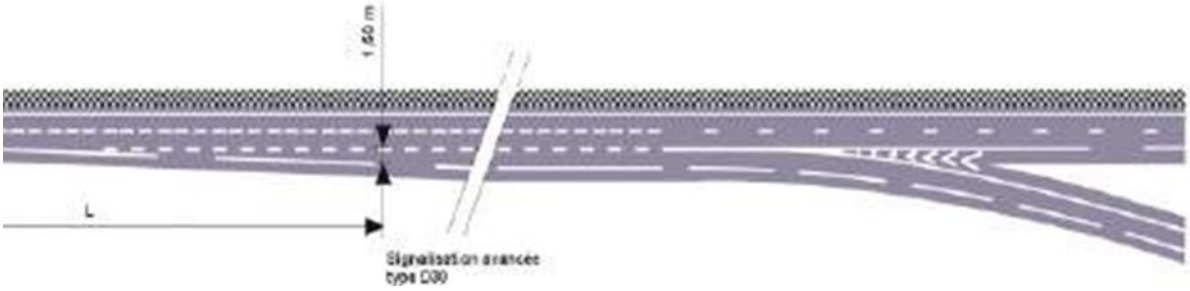


Fig.X.10. Sans affectation de voies.

- **Voies d'accélération :**

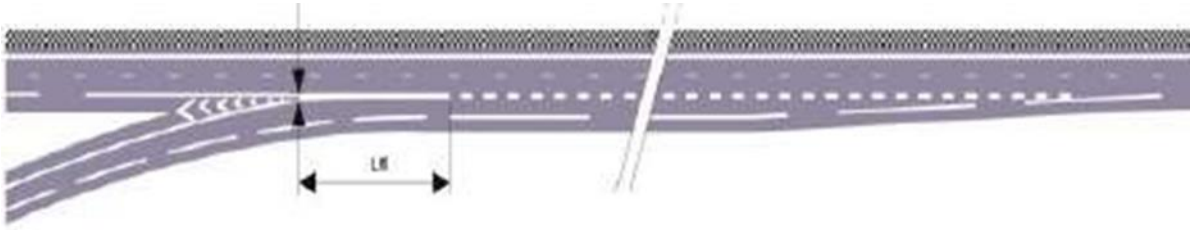


Fig.X.11. Même nombre de voies

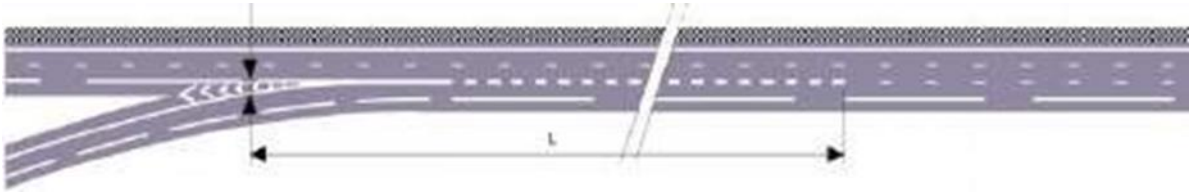


Fig.X.12. Nombre de voies inférieur

- **Voies d'entrecroisement :**

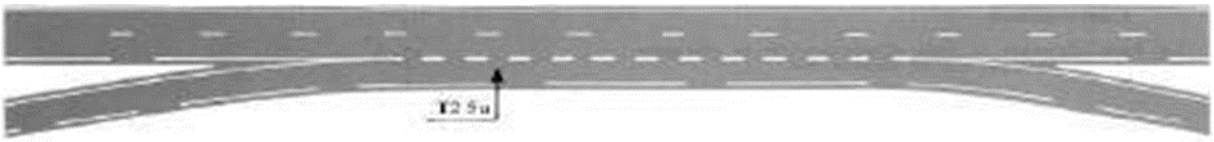


Fig.X.13. Voies d'entrecroisement

- **Autres marquages :**

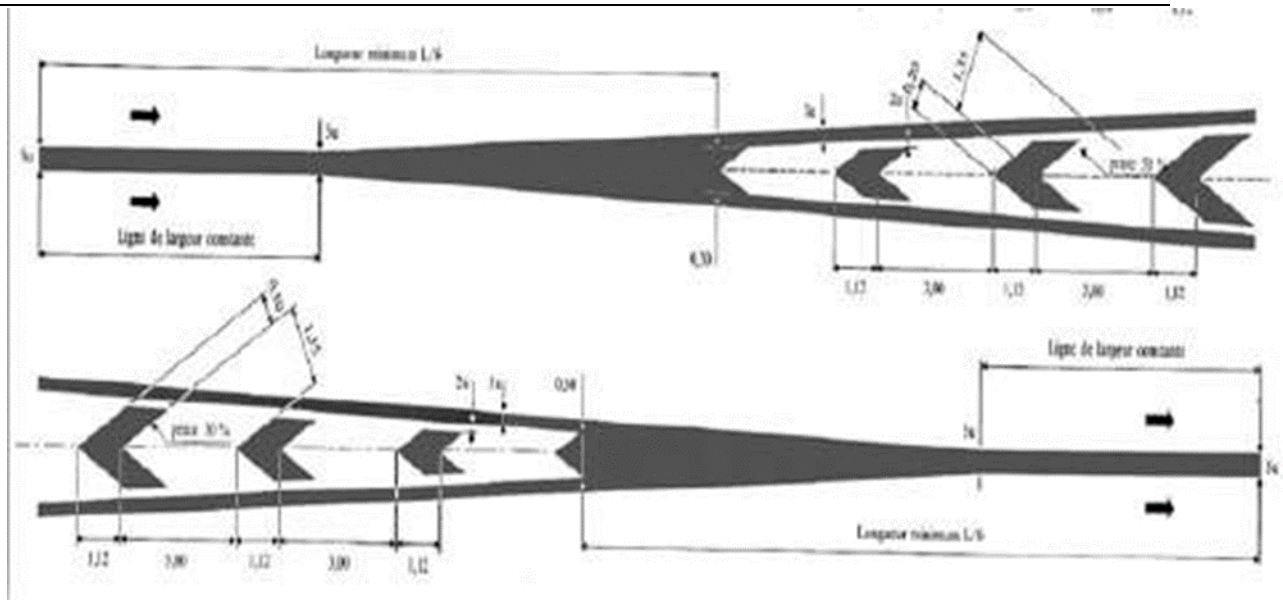


Fig.X.14. Schéma de marquage avec hachures.

- **Flèches de sélection :**

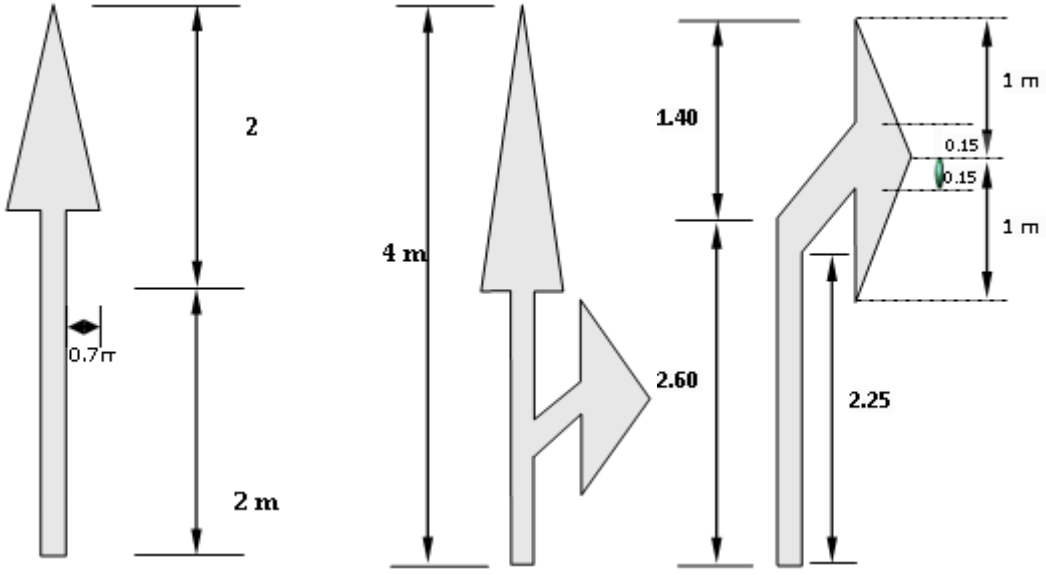


Fig.X.15. Flèches de sélection

- **Flèches de rabattement :**

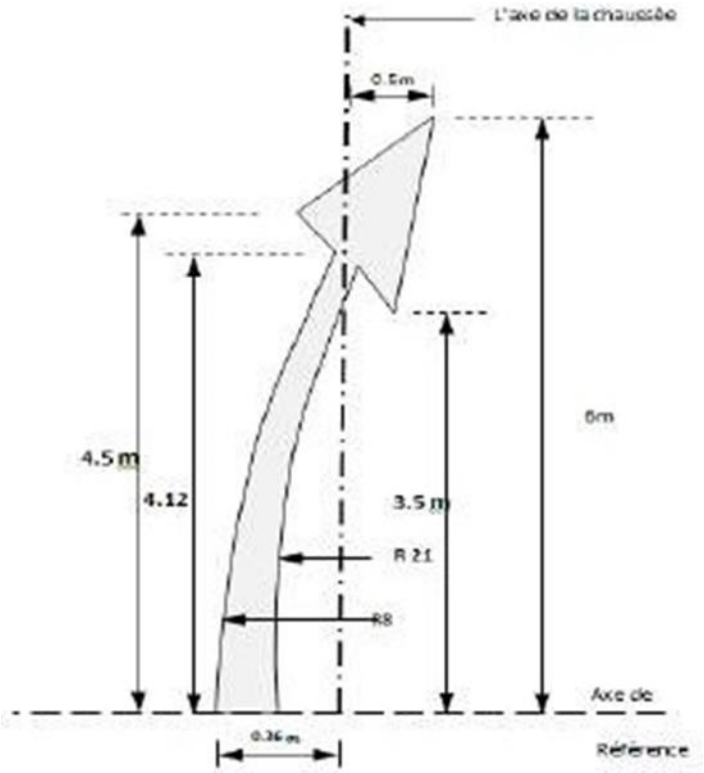


Fig.X.16. Flèche de rabattement

X.5.2. Signalisation verticale :

Les panneaux utilisés dans notre projet sont :

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A
- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Panneau de signalisation de direction : type E /B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

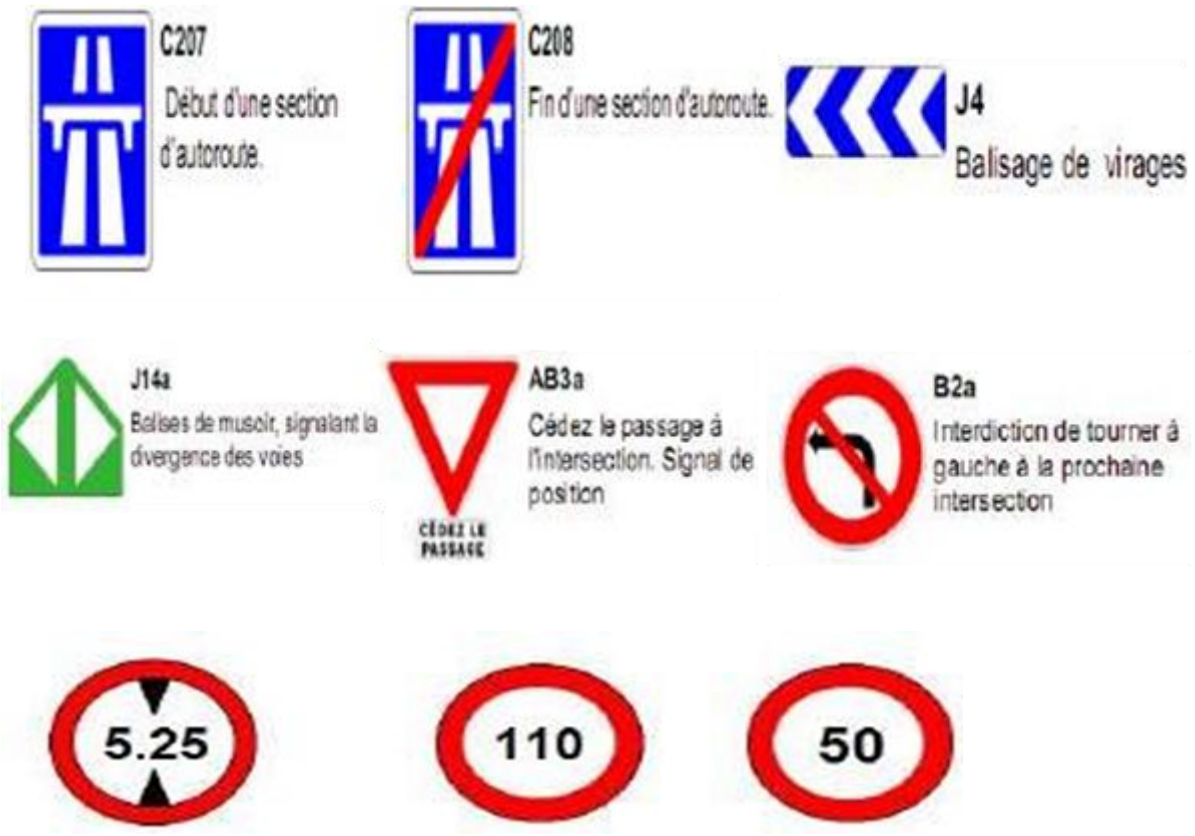


Fig.X.17. Différents panneaux utilisés dans notre projet

- **Signalisation de direction :**



Fig.X.18. Panneaux de direction

- **Panneaux de pré signalisation :**

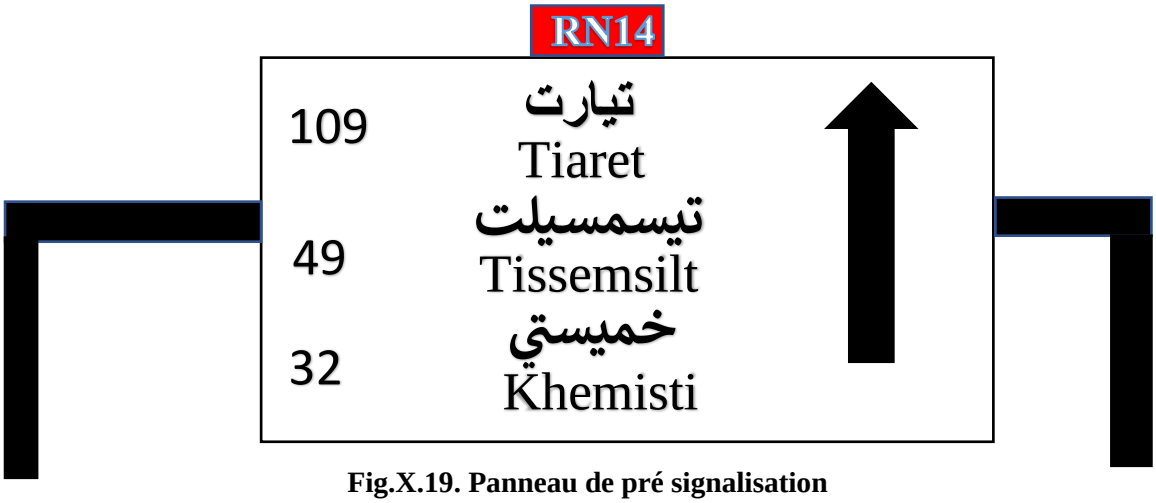


Fig.X.19. Panneau de pré signalisation

X.6. Eclairage :

X.6.1. Introduction :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevés que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours……etc.).

Pour le piéton, une bonne visibilité des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentielles.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

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

X.6.2. Paramètres de l’implantation des luminaires :

Les paramètres principaux pour l’implantation des luminaires sont les suivants :

- L’espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l’ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L’inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

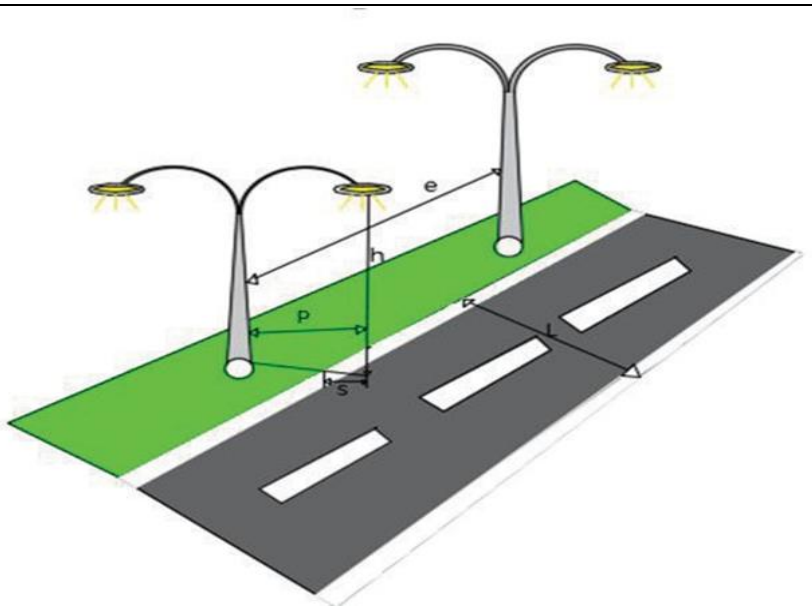


Fig.X.20. Paramètres d'implantation des luminaires.

X.6.3. Application au projet :

Pour l'éclairage de la voie, des lampadaires de 8m de hauteur seront implantés dans le terre-plein central avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi-chaussée, espacés de 20m.

Chapitre XI :

Impact sur l'environnement

XI.1. Introduction :

La protection constante de la qualité de vie et des milieux naturels est l'affaire de tous. Nous devons faire face aux multiples atteintes parfois irréparables qui menacent notre environnement. Le transport routier, par les différentes nuisances qu'il génère est devenu aujourd'hui une préoccupation majeure qui concerne tout particulièrement ceux qui sont chargés de concevoir, de construire et d'exploiter une infrastructure routière.

Le présent chapitre étudie l'impact de notre liaison autoroutière sur son environnement et les solutions proposées pour gérer les risques induits par cette conception.

XI.2. Cadre juridique :

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

- Une analyse détaillée du projet ;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement ;
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement ;

XI.3. Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement :

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

- 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.
- Gérer et entretenir les abords de la route.
- Recommander des mesures d'atténuation appropriées afin d'optimiser l'intégration du Projet au milieu récepteur et estimer leur coût de réalisation.

XI.4. Impacts négatifs du projet :

XI.4.1. Impacts sur la nature :

- **Pollution de l'eau :**

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

Pour prévenir la pollution accidentelle ou chronique des eaux superficielles et souterraines la conception de bassins antipollution ou de merlons anti déversement est un moyen assez efficace de réduire ou de supprimer ce type de nuisances. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micro – bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes.

- **Pollution de l'air :**

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux et particulaires auxquelles s'ajoutent celles résultantes de l'usure des plaquettes de freins et des pneus, ou encore de l'évaporation d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, la circulation routière est la principale source de CO et contribue largement à l'accumulation de photo-oxydants dans certaines zones urbaines.

Pour limiter cette pollution il faut prévoir de limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO2 (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs, rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique, régler le trafic, et contrôler les véhicules et leurs vitesses.

- **Effets sur la faune et la flore :**

Le choix du tracé doit tenir compte des problèmes liés à l'environnement biologique. Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour animaux ou encore la conception de franchissements revêtus ou non. Ces passages doivent

être conçus de façon que leur entretien soit le plus simple possible et que leur gestion soit à la fois naturelle et écologique.

Dans le cadre de la préservation de la flore, plusieurs solutions sont possibles :

- Le passage préférentiel en limite d'agglomération et de territoire agricole évitant la coupure de zones agricoles homogènes.
- La prise en compte des superficies d'exploitation.
- Eviter des zones hydro-agricoles sensibles aux modifications.



Fig.XI.1. Impact sur la faune et la flore

XI.4.2. Impacts sur les habitants :

- **Le bruit :**

Le bruit est lié exclusivement à la circulation routière, il a pour origine les moteurs des véhicules. Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules et les poids lourds, sans oublier celui causé par les engins lors de la construction.

Deux facteurs sont bien évidemment à l'origine de ce bruit : le revêtement routier et le pneumatique. Les progrès réalisés dans le domaine des enrobés ont permis de diminuer ce bruit : particulièrement pour les enrobés à faible granulométrie. Les préventions à prendre dans un projet routier pour lutter contre le bruit sont :

- Réduction de la vitesse.
- Implantation de la voie par rapport aux zones bâties, et isolation des bâtiments.
- Construction des buttes de terre, des murs antibruit.

- L'amélioration de la couche de roulement ; en agissant sur les enrobés au dépend des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.

- **La sécurité :**

Lorsqu'un tronçon routier traverse une agglomération, il faut prendre en compte le risque potentiel des piétions qui peuvent traverser la voie. Pour assurer la sécurité des piétons, on doit :

- Implanter des passerelles aux niveaux des agglomérations.
- Implanter des trottoirs tout le long de la route.

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit :

- Réduire la vitesse au niveau des points singuliers.
- Implanter des panneaux de signalisation.

XI.5. Impacts positifs du projet sur son environnement :

Comme chaque projet d'infrastructure, notre projet crée des avantages pour ses usagers en particulier, et pour la société en général, et il a pour avantages :

- Dynamiser l'activité économique régionale en reliant les willayas de Khemis-Miliana, Tissemsilt et Tiaret.
- Permettre un gain de temps pour les usagers de l'actuelle RN14.
- La stimulation des activités économiques et agricoles dans la région traversée.
- Une réduction des embouteillages ce qui réduit le taux de pollution.
- Un confort pour les usagers et une meilleure sécurité.
- Le développement touristique (mise en valeurs les régions traversées).
- Diminution du cout d'exploitation des véhicules (CEV) en augmentant le confort et donc diminuant la dégradation des véhicules.
- Créer un emploi important pendant la phase des travaux.

XI.6. Conclusion :

Notre projet traverse une région montagneuse, il englobe des zones d'habitation, des zones végétales et des réseaux hydrauliques, donc il est nécessaire de prendre en considération ses effets sur ces zones.

Le défi c'est d'intégrer l'équipement dans le paysage en limitant le plus possible l'impact sur l'environnement humain, et tout en préservant les ressources naturelles.

Chapitre XII :

Devis quantitatif Et estimatif

Devis Quantitatif et Estimatif

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Prix Total (DA)
1	**Logistiques du chantier**				
1.1	Installation du chantier	Forfait	3% (2+3+4)		218.405.736,00
Total partiel 1					**218.405.736,00**
2	**Travaux préparatoires**				
2.1	Acquisition de terrain	m2	714065	3000,00	2.142.195.000,00
2.2	Préparation du terrain	m2	330000	900,00	297.000.000,00
Total partiel 2					**2.439.195.000,00**
3	**Terrassements**				
3.1	Décapage de terre végétale sur 20 cm	m2	720160	150,00	108.024.000,00
3.2	Mise en place des remblais	m3	953615	1000,00	953.615.000,00
3.3	Extraction des déblais	m3	1731509	800,00	1.385.207.200,00
Total partiel 3					**2.446.846.200,00**
4	**Chaussée**				
4.1	Couche de Forme (70cm de TUF)	m3	231000	1000,00	231.000.000,00
4.2	Couche de fondation en Grave Non Traitée (GNT)1.7t/m3	T	168300	2200,00	370.260.000,00
4.3	Couche de base Grave Bitume (GB) (0/20) 2.4 t/m3	T	110880	8500,00	942.480.000,00

4.4	Couche de roulement en Béton Bitumineux (BB)	T	47520	9000,00	427.680.000,00
4.5	Couche d'imprégnation 1,5 kg/ m2	T	49500	150,00	7.425.000,00
4.6	Couche d'accrochage 0.3 kg/m2	T	9900	150,00	1.485.000,00
Total partiel 4					**1.980.330.000,00**
5	**Assainissement**				
5.1	Fossés trapézoïdaux en béton	ml	18	4000,00	72.000,00
5.2	Buse de diamètre 1200mm	ml	363	20.000,00	7.260.000,00
	Buse de diamètre de 1000mm	ml	231	12.000,00	2.772.000,00
5.3	Ouvrages d'entrée et de sorties de buses	U	36	30.000,00	1.080.000,00
5.4	Dalots en béton armé (4x4) m2	ml	192	45.000,00	8.640.000,00
5.5	Dalots en béton armé (2.5x2.5) m2	ml	120	40.000,00	4.800.000,00
Total partiel 5					**24.624.000,00**
6	**Ouvrages d'art**				
6.1	Pont à poutres en BA	m2	400	150.000,00	60.000.000,00
	Pont à poutres en BA	m2	400	150.000,00	60.000.000,00
6.2	Pont mixte 5 travées	m2	9000	250.000,00	2.250.000.000,00
6.3	Pont à poutres en BP	m2	400	200.000,00	80.000.000,00
Total partiel 6					**2.450.000.000,00**

7	**Signalisation**			
7.1	Eclairage, signalisation et équipement routiers	Forfait	5% (3+4)	159.166.000,00
Total partiel 7				**159.166.000,00**
8	**Impact sur l'environnement**			
8.1	Impact sur l'environnement	Forfait	2% (2+3+4)	145.603.824,00
Total partiel 8				**145.603.824,00**
9	**Contrôle (Bureau d'Etudes et Laboratoire)**			
9.1	Contrôle	Forfait	2% (2+3+4)	145.603.824,00
Total partiel 9				**145.603.824,00**
Total Général Hors Taxes				**10.009.774.584,00**
TVA 19 %				**1.901.857.171,00**
Montant Total TTC				**11.911.631.755,00**

Le montant total de notre projet est de :

Onze milliards, neuf cent onze millions, six cent trente et un mille et sept cent cinquante cinq Dinars Algériens.

Conclusion Générale :

Notre projet est une étude en APD d'un tronçon de 10 Km de la liaison autoroutière reliant Khemis Miliana - Tissemsilt – Tiaret du PK 75+000 au PK 85+000 avec la conception d'un échangeur qui relie la liaison à la RN 14.

La liaison est réalisée dans le but de relier les Wilayas à l'autoroute Est-Ouest à travers une pénétrante entre Tiaret et Ghilizane qui est en cours d'exécution, elle est considérée comme une solution stratégique qui contribue au développement de l'économie de la région et du pays.

Le projet a pour objet 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 qui passe par une zone accidentée, nous avons procédé à plusieurs études détaillées dont les suivantes : géométrique, géotechnique, stabilité des talus, hydraulique, insertion du projet dans l'environnement et ses impacts. Les études sont soumises aux normes suivantes : ICTAAL, le guide d'assainissement routier SETRA.

Ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser les nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics qui nous servira dès lors à élargir nos connaissances d'ingénieur, en l'occurrence les logiciels : Covadis, AutoCAD, CIVIL 3D, Piste, Global mapper et SLIDE 6.0, vue leur traitement rapide et la précision de leurs résultats.

Enfin, l'élaboration de ce travail nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et à contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

[1]- ICTAAL 2015 : Instructions sur les Conditions Technique d'Aménagement des Autoroutes de Liaison.

[2]- ICTAAL 2015 : Guide Echangeur.

[3]- A. GOUMETTRE, F. KALLI Manuel de projets de routes .

[4]- B40 Normes techniques d'aménagement des routes.

[5]- GTR (Guide des Terrassement Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes, LCPC, SETRA ,1992) Norme NF-P 11-300.

[6]- RPA 99 : REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES VERSION 2003

[7]- Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroute SETRA.

[8]- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP ».

[9]- Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 2ème année.

[10]- Cours d'hydraulique ENSTP 2ème année.

[11]- F.KALLI - RAHAL, Cours de routes conception des tracés routiers-Normes- .

[12]- Luc Sibille. Eléments de géotechnique : écoulements, stabilité des pentes, parois de soutènement souples IUT Génie Civil et Construction Durable Module MXG6. Licence. France. 2017.

[13]- Houcemeddine GUERFI, STABILISATION DES TALUS RENFORCES PAR PIEUX, thèse de Magistère sous l'encadrement de H. CHABIL, Université El Hadj Lakhdar Batna.

ANNEXE

Axe En Plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	131.7664 g	206.952	0.000	27335.075	36216.097
Arc 1	Rayon	-3000.000 m	808.571	206.952	27516.793	36117.064
	Centre X	26081.190 m				
	Centre Y	33482.857 m				
Droite 2	Gisement	148.9248 g	1038.814	1015.523	28166.381	35639.702
Arc 2	Rayon	-3000.000 m	1114.338	2054.337	28913.234	34917.660
	Centre X	26828.044 m				
	Centre Y	32760.815 m				
Droite 3	Gisement	172.5717 g	151.133	3168.675	29553.887	34013.723
Clothoïde 1	Paramètre	-200.000	80.367	3319.808	29617.005	33876.401
Arc 3	Rayon	-685.317 m	633.797	3378.175	29640.625	33823.032
	Centre X	29006.315 m				
	Centre Y	33563.587 m				
Clothoïde 2	Paramètre	200.000	80.367	4011.971	29595.325	33213.262
Droite 4	Gisement	236.8697 g	342.058	4070.339	29564.079	33163.968
Clothoïde 3	Paramètre	300.000	105.882	4412.397	29376.867	32877.690
Arc 4	Rayon	850.000 m	1134.120	4518.279	29320.778	32787.906
	Centre X	30059.745 m				
	Centre Y	32367.873 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-300.000	105.882	5652.399	29478.240	31747.912
Droite 5	Gisement	143.9980 g	627.569	5758.281	29558.393	31678.755
Arc 5	Rayon	2000.000 m	680.409	6385.850	30041.957	31278.743
	Centre X	31316.755 m				
	Centre Y	32819.810 m				
Droite 6	Gisement	122.3399 g	1337.864	7066.259	30629.243	30941.693
Arc 6	Rayon	-1000.000 m	846.570	8404.123	31885.576	30481.793
	Centre X	31541.819 m				
	Centre Y	29542.734 m				
Droite 7	Gisement	176.2342 g	296.600	9250.693	32472.944	29907.436
Arc 7	Rayon	1000.000 m	399.070	9547.293	32581.114	29631.264
	Centre X	33512.239 m				
	Centre Y	29995.965 m				
Droite 8	Gisement	150.8286 g	263.618	9946.364	32795.989	29298.121
				10209.982	32979.953	29109.305
Longueur totale de l'axe 10209.982 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-2.34 %	38.642	-0.005	853.689
Parabole 1	Pente	-2.34 %	183.961	38.637	852.785
	Rayon	6038.368 m			
	Sommet Absc.	179.887 m			
	Sommet Alt.	851.133 m			
	Pente	0.71 %			
Pente 2	Pente	0.71 %	251.131	222.599	851.284
Parabole 2	Pente	0.71 %	514.865	473.730	853.061
	Rayon	64951.020 m			
	Sommet Absc.	14.301 m			
	Sommet Alt.	851.436 m			
	Pente	1.50 %			
Pente 3	Pente	1.50 %	9.041	988.595	858.743
Parabole 3	Pente	1.50 %	355.455	997.637	858.879
	Rayon	29688.500 m			
	Sommet Absc.	552.296 m			
	Sommet Alt.	855.539 m			
	Pente	2.08 %			
Pente 4	Pente	2.08 %	208.424	1353.091	866.339
Parabole 4	Pente	2.08 %	695.278	1561.516	870.671
	Rayon	-20672.477 m			
	Sommet Absc.	1991.176 m			
	Sommet Alt.	875.136 m			
	Pente	-1.28 %			
Pente 5	Pente	-1.28 %	350.016	2256.794	873.429
Parabole 5	Pente	-1.28 %	233.840	2606.810	868.932
	Rayon	9656.263 m			
	Sommet Absc.	2730.882 m			
	Sommet Alt.	868.135 m			
	Pente	1.14 %			
Pente 6	Pente	1.14 %	425.916	2840.650	868.759
Parabole 6	Pente	1.14 %	400.618	3266.565	873.600
	Rayon	32447.454 m			
	Sommet Absc.	2897.718 m			
	Sommet Alt.	871.504 m			
	Pente	2.37 %			
Pente 7	Pente	2.37 %	1284.909	3667.183	880.627
Parabole 7	Pente	2.37 %	442.092	4952.092	911.098
	Rayon	-100548.054 m			
	Sommet Absc.	7336.507 m			
	Sommet Alt.	939.370 m			
	Pente	1.93 %			
Pente 8	Pente	1.93 %	1105.043	5394.184	920.610
Parabole 8	Pente	1.93 %	285.941	6499.227	941.956
	Rayon	-11569.152 m			
	Sommet Absc.	6722.712 m			
	Sommet Alt.	944.115 m			
	Pente	-0.54 %			
Pente 9	Pente	-0.54 %	266.396	6785.168	943.946
Parabole 9	Pente	-0.54 %	794.185	7051.564	942.508
	Rayon	-62015.953 m			
	Sommet Absc.	6716.773 m			
	Sommet Alt.	943.412 m			
	Pente	-1.82 %			
Pente 10	Pente	-1.82 %	394.852	7845.749	933.136

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 10	Pente	-1.82 %	279.143	8240.602	925.948
	Rayon	4810.495 m			
	Sommet Absc.	8328.175 m			
	Sommet Alt.	925.151 m			
	Pente	3.98 %			
Pente 11	Pente	3.98 %	228.819	8519.745	928.965
Parabole 11	Pente	3.98 %	293.898	8748.564	938.077
	Rayon	-6369.813 m			
	Sommet Absc.	9002.232 m			
	Sommet Alt.	943.128 m			
	Pente	-0.63 %			
Pente 12	Pente	-0.63 %	175.517	9042.462	943.001
Parabole 12	Pente	-0.63 %	473.458	9517.979	941.893
	Rayon	-13771.305 m			
	Sommet Absc.	9131.002 m			
	Sommet Alt.	942.167 m			
	Pente	-4.07 %			
Pente 13	Pente	-4.07 %	388.732	9991.436	930.764
				10209.982	914.944
Longueur totale de l'axe 10209.982 mètre(s)					

Profils En Travers

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	77081.081	29712.092	2.50	-2.50
P.2	20.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	77062.872	29703.821	2.50	-2.50
P.3	40.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	77044.662	29695.550	2.50	-2.50
P.4	60.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	77026.452	29687.279	2.50	-2.50
P.5	80.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	77008.243	29679.009	2.50	-2.50
P.6	100.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76990.033	29670.738	2.50	-2.50
P.7	120.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76971.823	29662.467	2.50	-2.50
P.8	140.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76953.613	29654.196	2.50	-2.50
P.9	160.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76935.404	29645.925	2.50	-2.50
P.10	180.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76917.194	29637.654	2.50	-2.50
P.11	200.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76898.984	29629.383	2.50	-2.50
P.12	220.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76880.775	29621.113	2.50	-2.50
P.13	240.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76862.565	29612.842	2.50	-2.50
P.14	260.000	Droite 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.858	76844.355	29604.571	2.50	-2.50
P.15	280.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	372.378	76826.157	29596.274	2.50	-2.50
P.16	300.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	371.105	76808.096	29587.685	2.50	-2.50
P.17	320.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	369.831	76790.210	29578.737	2.50	-2.50
P.18	340.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	368.558	76772.506	29569.432	2.50	-2.50
P.19	360.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	367.285	76754.992	29559.776	2.50	-2.50
P.20	380.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	366.012	76737.675	29549.771	2.50	-2.50
P.21	400.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	364.738	76720.561	29539.422	2.50	-2.50
P.22	420.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	363.465	76703.658	29528.732	2.50	-2.50
P.23	440.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	362.192	76686.972	29517.707	2.50	-2.50
P.24	460.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	360.919	76670.509	29506.350	2.50	-2.50
P.25	480.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	359.645	76654.277	29494.667	2.50	-2.50
P.26	500.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	358.372	76638.282	29482.661	2.50	-2.50
P.27	520.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	357.099	76622.530	29470.337	2.50	-2.50
P.28	540.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	355.826	76607.028	29457.701	2.50	-2.50
P.29	560.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	354.552	76591.782	29444.758	2.50	-2.50
P.30	580.000	Arc 1	Aucun	Aucun	Aucun	353.279	76576.797	29431.512	2.50	-2.50
P.31	600.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76562.046	29418.006	2.50	-2.50
P.32	620.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76547.315	29404.479	2.50	-2.50
P.33	640.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76532.584	29390.951	2.50	-2.50
P.34	660.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76517.853	29377.423	2.50	-2.50
P.35	680.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76503.122	29363.896	2.50	-2.50
P.36	700.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76488.391	29350.368	2.50	-2.50
P.37	720.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76473.660	29336.841	2.50	-2.50
P.38	740.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76458.929	29323.313	2.50	-2.50
P.39	760.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76444.198	29309.785	2.50	-2.50
P.40	780.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76429.467	29296.258	2.50	-2.50
P.41	800.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76414.736	29282.730	2.50	-2.50
P.42	820.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76400.005	29269.203	2.50	-2.50
P.43	840.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76385.274	29255.675	2.50	-2.50
P.44	860.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76370.543	29242.147	2.50	-2.50
P.45	880.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76355.812	29228.620	2.50	-2.50
P.46	900.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76341.081	29215.092	2.50	-2.50
P.47	920.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76326.349	29201.565	2.50	-2.50
P.48	940.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76311.618	29188.037	2.50	-2.50
P.49	960.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76296.887	29174.509	2.50	-2.50
P.50	980.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76282.156	29160.982	2.50	-2.50
P.51	1000.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76267.425	29147.454	2.50	-2.50
P.52	1020.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76252.694	29133.927	2.50	-2.50
P.53	1040.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76237.963	29120.399	2.50	-2.50
P.54	1060.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76223.232	29106.871	2.50	-2.50
P.55	1080.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76208.501	29093.344	2.50	-2.50
P.56	1100.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76193.770	29079.816	2.50	-2.50
P.57	1120.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76179.039	29066.289	2.50	-2.50
P.58	1140.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76164.308	29052.761	2.50	-2.50
P.59	1160.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76149.577	29039.233	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1180.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76134.846	29025.706	2.50	-2.50
P.61	1200.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76120.115	29012.178	2.50	-2.50
P.62	1220.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76105.384	28998.651	2.50	-2.50
P.63	1240.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76090.653	28985.123	2.50	-2.50
P.64	1260.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76075.921	28971.596	2.50	-2.50
P.65	1280.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76061.190	28958.068	2.50	-2.50
P.66	1300.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76046.459	28944.540	2.50	-2.50
P.67	1320.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76031.728	28931.013	2.50	-2.50
P.68	1340.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76016.997	28917.485	2.50	-2.50
P.69	1360.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	76002.266	28903.958	2.50	-2.50
P.70	1380.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	75987.535	28890.430	2.50	-2.50
P.71	1400.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	75972.804	28876.902	2.50	-2.50
P.72	1420.000	Droite 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.710	75958.073	28863.375	2.50	-2.50
P.73	1440.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75943.365	28849.823	2.50	-2.50
P.74	1460.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75928.679	28836.246	2.50	-2.50
P.75	1480.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75913.993	28822.669	2.50	-2.50
P.76	1500.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75899.307	28809.092	2.50	-2.50
P.77	1520.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75884.621	28795.516	2.50	-2.50
P.78	1540.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75869.936	28781.939	2.50	-2.50
P.79	1560.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75855.250	28768.362	2.50	-2.50
P.80	1580.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75840.564	28754.786	2.50	-2.50
P.81	1600.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75825.878	28741.209	2.50	-2.50
P.82	1620.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75811.192	28727.632	2.50	-2.50
P.83	1640.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75796.507	28714.055	2.50	-2.50
P.84	1660.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75781.821	28700.479	2.50	-2.50
P.85	1680.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75767.135	28686.902	2.50	-2.50
P.86	1700.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75752.449	28673.325	2.50	-2.50
P.87	1720.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75737.763	28659.749	2.50	-2.50
P.88	1740.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75723.077	28646.172	2.50	-2.50
P.89	1760.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75708.392	28632.595	2.50	-2.50
P.90	1780.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75693.706	28619.018	2.50	-2.50
P.91	1800.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75679.020	28605.442	2.50	-2.50
P.92	1820.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75664.334	28591.865	2.50	-2.50
P.93	1840.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75649.648	28578.288	2.50	-2.50
P.94	1860.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75634.963	28564.712	2.50	-2.50
P.95	1880.000	Droite 3	Aucun	Aucun	Aucun	352.497	75620.277	28551.135	2.50	-2.50
P.96	1900.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	352.165	75605.614	28537.533	2.50	-2.50
P.97	1920.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	351.655	75591.054	28523.822	2.50	-2.50
P.98	1940.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	351.144	75576.605	28509.994	2.50	-2.50
P.99	1960.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	350.634	75562.267	28496.051	2.50	-2.50
P.100	1980.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	350.124	75548.041	28481.993	2.50	-2.50
P.101	2000.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	349.614	75533.928	28467.822	2.50	-2.50
P.102	2020.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	349.103	75519.929	28453.538	2.50	-2.50
P.103	2040.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	348.593	75506.045	28439.142	2.50	-2.50
P.104	2060.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	348.083	75492.277	28424.636	2.50	-2.50
P.105	2080.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	347.573	75478.625	28410.019	2.50	-2.50
P.106	2100.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	347.062	75465.091	28395.294	2.50	-2.50
P.107	2120.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	346.552	75451.676	28380.461	2.50	-2.50
P.108	2140.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	346.042	75438.380	28365.521	2.50	-2.50
P.109	2160.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	345.532	75425.204	28350.474	2.50	-2.50
P.110	2180.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	345.021	75412.149	28335.323	2.50	-2.50
P.111	2200.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	344.511	75399.216	28320.067	2.50	-2.50
P.112	2220.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	344.001	75386.406	28304.708	2.50	-2.50
P.113	2240.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	343.491	75373.719	28289.247	2.50	-2.50
P.114	2260.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	342.980	75361.157	28273.685	2.50	-2.50
P.115	2280.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	342.470	75348.719	28258.023	2.50	-2.50
P.116	2300.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	341.960	75336.408	28242.261	2.50	-2.50
P.117	2320.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	341.450	75324.223	28226.401	2.50	-2.50
P.118	2340.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	340.940	75312.166	28210.445	2.50	-2.50
P.119	2360.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	340.429	75300.237	28194.392	2.50	-2.50
P.120	2380.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	339.919	75288.437	28178.243	2.50	-2.50
P.121	2400.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	339.409	75276.767	28162.001	2.50	-2.50
P.122	2420.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	338.899	75265.227	28145.666	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	2440.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	338.388	75253.819	28129.239	2.50	-2.50
P.124	2460.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	337.878	75242.543	28112.721	2.50	-2.50
P.125	2480.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	337.368	75231.399	28096.113	2.50	-2.50
P.126	2500.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	336.858	75220.389	28079.417	2.50	-2.50
P.127	2520.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	336.347	75209.514	28062.632	2.50	-2.50
P.128	2540.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	335.837	75198.773	28045.761	2.50	-2.50
P.129	2560.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	335.327	75188.167	28028.805	2.50	-2.50
P.130	2580.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	334.817	75177.698	28011.764	2.50	-2.50
P.131	2600.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	334.306	75167.366	27994.640	2.50	-2.50
P.132	2620.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	333.796	75157.171	27977.433	2.50	-2.50
P.133	2640.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	333.286	75147.115	27960.145	2.50	-2.50
P.134	2660.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	332.776	75137.197	27942.777	2.50	-2.50
P.135	2680.000	Arc 2	Aucun	Aucun	Aucun	332.266	75127.419	27925.331	2.50	-2.50
P.136	2700.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75117.779	27907.808	2.50	-2.50
P.137	2720.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75108.179	27890.262	2.50	-2.50
P.138	2740.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75098.580	27872.716	2.50	-2.50
P.139	2760.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75088.981	27855.170	2.50	-2.50
P.140	2780.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75079.381	27837.625	2.50	-2.50
P.141	2800.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75069.782	27820.079	2.50	-2.50
P.142	2820.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75060.183	27802.533	2.50	-2.50
P.143	2840.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75050.583	27784.987	2.50	-2.50
P.144	2860.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75040.984	27767.442	2.50	-2.50
P.145	2880.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75031.385	27749.896	2.50	-2.50
P.146	2900.000	Droite 4	Aucun	Aucun	Aucun	331.870	75021.785	27732.350	2.50	-2.50
P.147	2920.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	75012.413	27714.697	2.50	-2.50
P.148	2940.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	75004.954	27696.140	2.50	-2.50
P.149	2960.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74997.495	27677.583	2.50	-2.50
P.150	2980.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74990.035	27659.026	2.50	-2.50
P.151	3000.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74982.576	27640.470	2.50	-2.50
P.152	3020.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74975.116	27621.913	2.50	-2.50
P.153	3040.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74967.657	27603.356	2.50	-2.50
P.154	3060.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74960.198	27584.799	2.50	-2.50
P.155	3080.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74952.738	27566.242	2.50	-2.50
P.156	3100.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74945.279	27547.685	2.50	-2.50
P.157	3120.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74937.819	27529.128	2.50	-2.50
P.158	3140.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74930.360	27510.572	2.50	-2.50
P.159	3160.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74922.900	27492.015	2.50	-2.50
P.160	3180.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74915.441	27473.458	2.50	-2.50
P.161	3200.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74907.982	27454.901	2.50	-2.50
P.162	3220.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74900.522	27436.344	2.50	-2.50
P.163	3240.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74893.063	27417.787	2.50	-2.50
P.164	3260.000	Droite 5	Aucun	Aucun	Aucun	324.332	74885.603	27399.230	2.50	-2.50
P.165	3280.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	324.297	74878.146	27380.673	2.50	-2.50
P.166	3300.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	324.069	74870.725	27362.100	2.50	-2.50
P.167	3320.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	323.628	74863.402	27343.490	2.50	-2.50
P.168	3340.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	322.976	74856.238	27324.816	2.50	-2.50
P.169	3360.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	322.111	74849.298	27306.059	2.50	-2.50
P.170	3380.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	321.035	74842.645	27287.199	2.50	-2.50
P.171	3400.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	319.746	74836.343	27268.218	2.50	-2.50
P.172	3420.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	318.245	74830.458	27249.104	2.50	-2.50
P.173	3440.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	316.532	74825.058	27229.847	2.50	-2.50
P.174	3460.000	Clothoïde 1	Aucun	Aucun	Aucun	314.607	74820.210	27210.445	2.50	-2.50
P.175	3480.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	312.814	74815.912	27190.912	3.17	3.17
P.176	3500.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	310.673	74812.244	27171.253	3.17	3.17
P.177	3520.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	308.533	74809.239	27151.481	3.17	3.17
P.178	3540.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	306.393	74806.900	27131.619	3.17	3.17
P.179	3560.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	304.253	74805.229	27111.690	3.17	3.17
P.180	3580.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	302.113	74804.230	27091.716	3.17	3.17
P.181	3600.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	299.972	74803.903	27071.719	3.17	3.17
P.182	3620.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	297.832	74804.247	27051.723	3.17	3.17
P.183	3640.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	295.692	74805.264	27031.750	3.17	3.17
P.184	3660.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	293.552	74806.952	27011.822	3.17	3.17
P.185	3680.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	291.411	74809.308	26991.962	3.17	3.17

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.186	3700.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	289.271	74812.331	26972.193	3.17	3.17
P.187	3720.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	287.131	74816.016	26952.537	3.17	3.17
P.188	3740.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	284.991	74820.360	26933.015	3.17	3.17
P.189	3760.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	282.850	74825.358	26913.650	3.17	3.17
P.190	3780.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	280.710	74831.004	26894.465	3.17	3.17
P.191	3800.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	278.570	74837.291	26875.480	3.17	3.17
P.192	3820.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	276.430	74844.213	26856.717	3.17	3.17
P.193	3840.000	Arc 3	Aucun	Aucun	Aucun	274.290	74851.762	26838.197	3.17	3.17
P.194	3860.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	272.153	74859.929	26819.942	2.50	-2.50
P.195	3880.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	270.146	74868.690	26801.963	2.50	-2.50
P.196	3900.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	268.332	74877.986	26784.256	2.50	-2.50
P.197	3920.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	266.710	74887.757	26766.806	2.50	-2.50
P.198	3940.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	265.281	74897.943	26749.595	2.50	-2.50
P.199	3960.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	264.043	74908.487	26732.600	2.50	-2.50
P.200	3980.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	262.998	74919.335	26715.798	2.50	-2.50
P.201	4000.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	262.145	74930.432	26699.159	2.50	-2.50
P.202	4020.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	261.484	74941.726	26682.653	2.50	-2.50
P.203	4040.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	261.016	74953.165	26666.248	2.50	-2.50
P.204	4060.000	Clothoïde 2	Aucun	Aucun	Aucun	260.740	74964.701	26649.910	2.50	-2.50
P.205	4080.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	74976.283	26633.605	2.50	-2.50
P.206	4100.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	74987.871	26617.304	2.50	-2.50
P.207	4120.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	74999.460	26601.004	2.50	-2.50
P.208	4140.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75011.048	26584.703	2.50	-2.50
P.209	4160.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75022.637	26568.403	2.50	-2.50
P.210	4180.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75034.225	26552.102	2.50	-2.50
P.211	4200.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75045.814	26535.802	2.50	-2.50
P.212	4220.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75057.402	26519.501	2.50	-2.50
P.213	4240.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75068.991	26503.201	2.50	-2.50
P.214	4260.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75080.579	26486.900	2.50	-2.50
P.215	4280.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75092.168	26470.600	2.50	-2.50
P.216	4300.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75103.756	26454.299	2.50	-2.50
P.217	4320.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75115.345	26437.999	2.50	-2.50
P.218	4340.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75126.933	26421.698	2.50	-2.50
P.219	4360.000	Droite 6	Aucun	Aucun	Aucun	260.655	75138.522	26405.398	2.50	-2.50
P.220	4380.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	260.446	75150.130	26389.111	2.50	-2.50
P.221	4400.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	260.730	75161.743	26372.828	2.50	-2.50
P.222	4420.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	261.351	75173.240	26356.463	2.50	-2.50
P.223	4440.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	262.311	75184.533	26339.956	2.50	-2.50
P.224	4460.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	263.608	75195.531	26323.253	2.50	-2.50
P.225	4480.000	Clothoïde 3	Aucun	Aucun	Aucun	265.242	75206.142	26306.300	2.50	-2.50
P.226	4500.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	266.695	75216.292	26289.068	-3.16	-3.16
P.227	4520.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	268.832	75225.991	26271.578	-3.16	-3.16
P.228	4540.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	270.969	75235.098	26253.773	-3.16	-3.16
P.229	4560.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	273.106	75243.603	26235.672	-3.16	-3.16
P.230	4580.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	275.243	75251.495	26217.296	-3.16	-3.16
P.231	4600.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	277.381	75258.766	26198.666	-3.16	-3.16
P.232	4620.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	279.518	75265.407	26179.802	-3.16	-3.16
P.233	4640.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	281.655	75271.412	26160.725	-3.16	-3.16
P.234	4660.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	283.792	75276.773	26141.458	-3.16	-3.16
P.235	4680.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	285.929	75281.485	26122.022	-3.16	-3.16
P.236	4700.000	Arc 4	Aucun	0.000	Aucun	288.066	75285.541	26102.439	-3.16	-3.16
P.237	4720.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	290.203	75288.938	26082.730	-3.16	-3.16
P.238	4740.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	292.340	75291.671	26062.919	-3.16	-3.16
P.239	4760.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	294.477	75293.738	26043.027	-3.16	-3.16
P.240	4780.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	296.614	75295.136	26023.077	-3.16	-3.16
P.241	4800.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	298.751	75295.864	26003.091	-3.16	-3.16
P.242	4820.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	300.888	75295.921	25983.092	-3.16	-3.16
P.243	4840.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	303.025	75295.306	25963.102	-3.16	-3.16
P.244	4860.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	305.162	75294.021	25943.145	-3.16	-3.16
P.245	4880.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	307.299	75292.067	25923.241	-3.16	-3.16
P.246	4900.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	309.436	75289.446	25903.415	-3.16	-3.16
P.247	4920.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	311.574	75286.160	25883.687	-3.16	-3.16
P.248	4940.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	313.711	75282.215	25864.081	-3.16	-3.16

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.249	4960.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	315.848	75277.614	25844.619	-3.16	-3.16
P.250	4980.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	317.985	75272.362	25825.322	-3.16	-3.16
P.251	5000.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	320.122	75266.466	25806.212	-3.16	-3.16
P.252	5020.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	322.259	75259.931	25787.310	-3.16	-3.16
P.253	5040.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	324.396	75252.766	25768.639	-3.16	-3.16
P.254	5060.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	326.533	75244.978	25750.218	-3.16	-3.16
P.255	5080.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	328.670	75236.576	25732.070	-3.16	-3.16
P.256	5100.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	330.807	75227.570	25714.213	-3.16	-3.16
P.257	5120.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	332.944	75217.970	25696.669	-3.16	-3.16
P.258	5140.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	335.081	75207.786	25679.457	-3.16	-3.16
P.259	5160.000	Arc 4	Aucun	Aucun	Aucun	337.218	75197.030	25662.597	-3.16	-3.16
P.260	5180.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	339.325	75185.716	25646.106	2.50	-2.50
P.261	5200.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	341.215	75173.887	25629.980	2.50	-2.50
P.262	5220.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	342.856	75161.615	25614.188	2.50	-2.50
P.263	5240.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	344.247	75148.970	25598.693	2.50	-2.50
P.264	5260.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	345.389	75136.020	25583.452	2.50	-2.50
P.265	5280.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	346.282	75122.828	25568.420	2.50	-2.50
P.266	5300.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	346.925	75109.455	25553.548	2.50	-2.50
P.267	5320.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	347.319	75095.962	25538.786	2.50	-2.50
P.268	5340.000	Clothoïde 4	Aucun	Aucun	Aucun	347.463	75082.406	25524.081	2.50	-2.50
P.269	5360.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75068.839	25509.387	2.50	-2.50
P.270	5380.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75055.271	25494.692	2.50	-2.50
P.271	5400.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75041.703	25479.998	2.50	-2.50
P.272	5420.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75028.136	25465.304	2.50	-2.50
P.273	5440.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75014.568	25450.610	2.50	-2.50
P.274	5460.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	75001.000	25435.916	2.50	-2.50
P.275	5480.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74987.433	25421.222	2.50	-2.50
P.276	5500.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74973.865	25406.528	2.50	-2.50
P.277	5520.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74960.297	25391.834	2.50	-2.50
P.278	5540.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74946.729	25377.139	2.50	-2.50
P.279	5560.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74933.162	25362.445	2.50	-2.50
P.280	5580.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74919.594	25347.751	2.50	-2.50
P.281	5600.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74906.026	25333.057	2.50	-2.50
P.282	5620.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74892.459	25318.363	2.50	-2.50
P.283	5640.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74878.891	25303.669	2.50	-2.50
P.284	5660.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74865.323	25288.975	2.50	-2.50
P.285	5680.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74851.755	25274.281	2.50	-2.50
P.286	5700.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74838.188	25259.586	2.50	-2.50
P.287	5720.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74824.620	25244.892	2.50	-2.50
P.288	5740.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74811.052	25230.198	2.50	-2.50
P.289	5760.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74797.485	25215.504	2.50	-2.50
P.290	5780.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74783.917	25200.810	2.50	-2.50
P.291	5800.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74770.349	25186.116	2.50	-2.50
P.292	5820.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74756.782	25171.422	2.50	-2.50
P.293	5840.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74743.214	25156.728	2.50	-2.50
P.294	5860.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74729.646	25142.033	2.50	-2.50
P.295	5880.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74716.078	25127.339	2.50	-2.50
P.296	5900.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74702.511	25112.645	2.50	-2.50
P.297	5920.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74688.943	25097.951	2.50	-2.50
P.298	5940.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74675.375	25083.257	2.50	-2.50
P.299	5960.000	Droite 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.464	74661.808	25068.563	2.50	-2.50
P.300	5980.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74647.737	25054.386	2.50	-2.50
P.301	6000.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74632.666	25041.239	2.50	-2.50
P.302	6020.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74617.594	25028.091	2.50	-2.50
P.303	6040.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74602.522	25014.944	2.50	-2.50
P.304	6060.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74587.451	25001.797	2.50	-2.50
P.305	6080.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74572.379	24988.650	2.50	-2.50
P.306	6100.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74557.308	24975.503	2.50	-2.50
P.307	6120.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74542.236	24962.356	2.50	-2.50
P.308	6140.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74527.165	24949.208	2.50	-2.50
P.309	6160.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74512.093	24936.061	2.50	-2.50
P.310	6180.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74497.022	24922.914	2.50	-2.50
P.311	6200.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74481.950	24909.767	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.312	6220.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74466.878	24896.620	2.50	-2.50
P.313	6240.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74451.807	24883.473	2.50	-2.50
P.314	6260.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74436.735	24870.325	2.50	-2.50
P.315	6280.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74421.664	24857.178	2.50	-2.50
P.316	6300.000	Droite 8	Aucun	Aucun	Aucun	354.335	74406.592	24844.031	2.50	-2.50
P.317	6320.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	355.109	74391.431	24830.987	2.50	-2.50
P.318	6340.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	355.771	74376.134	24818.104	2.50	-2.50
P.319	6360.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	356.432	74360.703	24805.380	2.50	-2.50
P.320	6380.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	357.093	74345.142	24792.817	2.50	-2.50
P.321	6400.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	357.754	74329.450	24780.416	2.50	-2.50
P.322	6420.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	358.415	74313.631	24768.179	2.50	-2.50
P.323	6440.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	359.076	74297.685	24756.107	2.50	-2.50
P.324	6460.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	359.738	74281.615	24744.201	2.50	-2.50
P.325	6480.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	360.399	74265.423	24732.463	2.50	-2.50
P.326	6500.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	361.060	74249.109	24720.893	2.50	-2.50
P.327	6520.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	361.721	74232.675	24709.494	2.50	-2.50
P.328	6540.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	362.382	74216.125	24698.266	2.50	-2.50
P.329	6560.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	363.044	74199.458	24687.210	2.50	-2.50
P.330	6580.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	363.705	74182.678	24676.328	2.50	-2.50
P.331	6600.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	364.366	74165.786	24665.621	2.50	-2.50
P.332	6620.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	365.027	74148.783	24655.090	2.50	-2.50
P.333	6640.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	365.688	74131.672	24644.736	2.50	-2.50
P.334	6660.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	366.350	74114.454	24634.560	2.50	-2.50
P.335	6680.000	Arc 5	Aucun	Aucun	Aucun	367.011	74097.131	24624.564	2.50	-2.50
P.336	6700.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	74079.694	24614.771	2.50	-2.50
P.337	6720.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	74062.134	24605.197	2.50	-2.50
P.338	6740.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	74044.574	24595.623	2.50	-2.50
P.339	6760.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	74027.014	24586.050	2.50	-2.50
P.340	6780.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	74009.455	24576.476	2.50	-2.50
P.341	6800.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73991.895	24566.902	2.50	-2.50
P.342	6820.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73974.335	24557.329	2.50	-2.50
P.343	6840.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73956.775	24547.755	2.50	-2.50
P.344	6860.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73939.215	24538.181	2.50	-2.50
P.345	6880.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73921.656	24528.608	2.50	-2.50
P.346	6900.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73904.096	24519.034	2.50	-2.50
P.347	6920.000	Droite 9	Aucun	Aucun	Aucun	368.223	73886.536	24509.461	2.50	-2.50
P.348	6940.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	368.255	73868.976	24499.887	2.50	-2.50
P.349	6960.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	368.687	73851.379	24490.382	2.50	-2.50
P.350	6980.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	369.119	73833.718	24480.997	2.50	-2.50
P.351	7000.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	369.551	73815.994	24471.731	2.50	-2.50
P.352	7020.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	369.983	73798.207	24462.587	2.50	-2.50
P.353	7040.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	370.415	73780.359	24453.563	2.50	-2.50
P.354	7060.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	370.847	73762.449	24444.660	2.50	-2.50
P.355	7080.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	371.279	73744.480	24435.879	2.50	-2.50
P.356	7100.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	371.711	73726.452	24427.220	2.50	-2.50
P.357	7120.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	372.143	73708.365	24418.684	2.50	-2.50
P.358	7140.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	372.575	73690.221	24410.271	2.50	-2.50
P.359	7160.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	373.007	73672.020	24401.981	2.50	-2.50
P.360	7180.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	373.439	73653.763	24393.815	2.50	-2.50
P.361	7200.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	373.871	73635.451	24385.772	2.50	-2.50
P.362	7220.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	374.303	73617.085	24377.855	2.50	-2.50
P.363	7240.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	374.735	73598.666	24370.062	2.50	-2.50
P.364	7260.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	375.167	73580.194	24362.394	2.50	-2.50
P.365	7280.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	375.599	73561.671	24354.851	2.50	-2.50
P.366	7300.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	376.031	73543.097	24347.435	2.50	-2.50
P.367	7320.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	376.463	73524.473	24340.145	2.50	-2.50
P.368	7340.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	376.895	73505.800	24332.981	2.50	-2.50
P.369	7360.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	377.327	73487.079	24325.944	2.50	-2.50
P.370	7380.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	377.759	73468.310	24319.035	2.50	-2.50
P.371	7400.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	378.191	73449.496	24312.252	2.50	-2.50
P.372	7420.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	378.623	73430.635	24305.598	2.50	-2.50
P.373	7440.000	Arc 6	Aucun	Aucun	Aucun	379.055	73411.730	24299.072	2.50	-2.50
P.374	7460.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73392.789	24292.650	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.375	7480.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73373.848	24286.227	2.50	-2.50
P.376	7500.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73354.907	24279.805	2.50	-2.50
P.377	7520.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73335.967	24273.382	2.50	-2.50
P.378	7540.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73317.026	24266.959	2.50	-2.50
P.379	7560.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73298.085	24260.537	2.50	-2.50
P.380	7580.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73279.145	24254.114	2.50	-2.50
P.381	7600.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73260.204	24247.691	2.50	-2.50
P.382	7620.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73241.263	24241.269	2.50	-2.50
P.383	7640.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73222.323	24234.846	2.50	-2.50
P.384	7660.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73203.382	24228.423	2.50	-2.50
P.385	7680.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73184.441	24222.001	2.50	-2.50
P.386	7700.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73165.501	24215.578	2.50	-2.50
P.387	7720.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73146.560	24209.155	2.50	-2.50
P.388	7740.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73127.619	24202.733	2.50	-2.50
P.389	7760.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73108.679	24196.310	2.50	-2.50
P.390	7780.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73089.738	24189.887	2.50	-2.50
P.391	7800.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73070.797	24183.464	2.50	-2.50
P.392	7820.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73051.857	24177.042	2.50	-2.50
P.393	7840.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73032.916	24170.619	2.50	-2.50
P.394	7860.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	73013.975	24164.196	2.50	-2.50
P.395	7880.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72995.035	24157.774	2.50	-2.50
P.396	7900.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72976.094	24151.351	2.50	-2.50
P.397	7920.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72957.153	24144.928	2.50	-2.50
P.398	7940.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72938.213	24138.506	2.50	-2.50
P.399	7960.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72919.272	24132.083	2.50	-2.50
P.400	7980.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72900.331	24125.660	2.50	-2.50
P.401	8000.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72881.391	24119.238	2.50	-2.50
P.402	8020.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72862.450	24112.815	2.50	-2.50
P.403	8040.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72843.509	24106.392	2.50	-2.50
P.404	8060.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72824.569	24099.970	2.50	-2.50
P.405	8080.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72805.628	24093.547	2.50	-2.50
P.406	8100.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72786.687	24087.124	2.50	-2.50
P.407	8120.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72767.747	24080.702	2.50	-2.50
P.408	8140.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72748.806	24074.279	2.50	-2.50
P.409	8160.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72729.865	24067.856	2.50	-2.50
P.410	8180.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72710.925	24061.433	2.50	-2.50
P.411	8200.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72691.984	24055.011	2.50	-2.50
P.412	8220.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72673.043	24048.588	2.50	-2.50
P.413	8240.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72654.103	24042.165	2.50	-2.50
P.414	8260.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72635.162	24035.743	2.50	-2.50
P.415	8280.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72616.221	24029.320	2.50	-2.50
P.416	8300.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72597.281	24022.897	2.50	-2.50
P.417	8320.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72578.340	24016.475	2.50	-2.50
P.418	8340.000	Droite 10	Aucun	Aucun	Aucun	379.187	72559.399	24010.052	2.50	-2.50
P.419	8360.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	378.631	72540.469	24003.600	2.50	-2.50
P.420	8380.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	377.078	72521.667	23996.782	2.50	-2.50
P.421	8400.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	375.524	72503.037	23989.508	2.50	-2.50
P.422	8420.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	373.971	72484.591	23981.781	2.50	-2.50
P.423	8440.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	372.418	72466.338	23973.607	2.50	-2.50
P.424	8460.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	370.864	72448.290	23964.989	2.50	-2.50
P.425	8480.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	369.311	72430.458	23955.934	2.50	-2.50
P.426	8500.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	367.758	72412.852	23946.447	2.50	-2.50
P.427	8520.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	366.205	72395.483	23936.533	2.50	-2.50
P.428	8540.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	364.651	72378.361	23926.198	2.50	-2.50
P.429	8560.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	363.098	72361.496	23915.448	2.50	-2.50
P.430	8580.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	361.545	72344.898	23904.291	2.50	-2.50
P.431	8600.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	359.991	72328.577	23892.731	2.50	-2.50
P.432	8620.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	358.438	72312.544	23880.777	2.50	-2.50
P.433	8640.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	356.885	72296.806	23868.436	2.50	-2.50
P.434	8660.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	355.331	72281.375	23855.714	2.50	-2.50
P.435	8680.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	353.778	72266.258	23842.619	2.50	-2.50
P.436	8700.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	352.225	72251.466	23829.159	2.50	-2.50
P.437	8720.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	350.672	72237.006	23815.343	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.438	8740.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	349.118	72222.887	23801.178	2.50	-2.50
P.439	8760.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	347.565	72209.119	23786.673	2.50	-2.50
P.440	8780.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	346.012	72195.708	23771.836	2.50	-2.50
P.441	8800.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	344.458	72182.663	23756.676	2.50	-2.50
P.442	8820.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	342.905	72169.992	23741.203	2.50	-2.50
P.443	8840.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	341.352	72157.703	23725.425	2.50	-2.50
P.444	8860.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	339.799	72145.802	23709.352	2.50	-2.50
P.445	8880.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	338.245	72134.296	23692.993	2.50	-2.50
P.446	8900.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	336.692	72123.193	23676.358	2.50	-2.50
P.447	8920.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	335.139	72112.499	23659.458	2.50	-2.50
P.448	8940.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	333.585	72102.221	23642.302	2.50	-2.50
P.449	8960.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	332.032	72092.364	23624.900	2.50	-2.50
P.450	8980.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	330.479	72082.935	23607.263	2.50	-2.50
P.451	9000.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	328.926	72073.939	23589.401	2.50	-2.50
P.452	9020.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	327.372	72065.381	23571.325	2.50	-2.50
P.453	9040.000	Arc 7	Aucun	Aucun	Aucun	325.819	72057.267	23553.045	2.50	-2.50
P.454	9060.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72049.587	23534.579	2.50	-2.50
P.455	9080.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72042.035	23516.060	2.50	-2.50
P.456	9100.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72034.483	23497.540	2.50	-2.50
P.457	9120.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72026.931	23479.021	2.50	-2.50
P.458	9140.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72019.379	23460.502	2.50	-2.50
P.459	9160.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72011.826	23441.982	2.50	-2.50
P.460	9180.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	72004.274	23423.463	2.50	-2.50
P.461	9200.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71996.722	23404.944	2.50	-2.50
P.462	9220.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71989.170	23386.424	2.50	-2.50
P.463	9240.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71981.618	23367.905	2.50	-2.50
P.464	9260.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71974.065	23349.386	2.50	-2.50
P.465	9280.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71966.513	23330.867	2.50	-2.50
P.466	9300.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71958.961	23312.347	2.50	-2.50
P.467	9320.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71951.409	23293.828	2.50	-2.50
P.468	9340.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71943.857	23275.309	2.50	-2.50
P.469	9360.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71936.304	23256.789	2.50	-2.50
P.470	9380.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71928.752	23238.270	2.50	-2.50
P.471	9400.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71921.200	23219.751	2.50	-2.50
P.472	9420.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71913.648	23201.232	2.50	-2.50
P.473	9440.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71906.096	23182.712	2.50	-2.50
P.474	9460.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71898.543	23164.193	2.50	-2.50
P.475	9480.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71890.991	23145.674	2.50	-2.50
P.476	9500.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71883.439	23127.154	2.50	-2.50
P.477	9520.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71875.887	23108.635	2.50	-2.50
P.478	9540.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71868.335	23090.116	2.50	-2.50
P.479	9560.000	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71860.782	23071.596	2.50	-2.50
P.480	9575.195	Droite 11	Aucun	Aucun	Aucun	324.651	71855.045	23057.526	2.50	-2.50

Cubatures Déblai Remblai (compensé)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.1	0.000	10.00	0.00	31.46	0.000	314.591	0	315
P.2	20.000	20.00	1.85	16.73	36.985	334.550	37	649
P.3	40.000	20.00	9.36	8.98	187.144	179.610	224	829
P.4	60.000	20.00	4.29	18.63	85.814	372.641	310	1201
P.5	80.000	20.00	1.74	25.09	34.768	501.728	345	1703
P.6	100.000	20.00	1.17	27.22	23.406	544.306	368	2247
P.7	120.000	20.00	0.00	41.15	0.000	823.020	368	3070
P.8	140.000	20.00	1.24	30.61	24.875	612.151	393	3683
P.9	160.000	20.00	6.98	22.77	139.636	455.430	533	4138
P.10	180.000	20.00	2.13	34.67	42.602	693.309	575	4831
P.11	200.000	20.00	0.07	50.81	1.323	1016.028	577	5847
P.12	220.000	20.00	0.00	63.47	0.000	1267.883	577	7115
P.13	240.000	20.00	0.00	53.12	0.000	1061.655	577	8177
P.14	260.000	20.00	7.30	11.16	146.410	222.701	723	8400
P.15	280.000	20.00	21.40	6.16	428.823	122.809	1152	8522
P.16	300.000	20.00	7.87	17.30	157.798	345.223	1310	8868
P.17	320.000	20.00	0.00	82.74	0.000	1653.863	1310	10521
P.18	340.000	20.00	0.00	22.37	0.000	447.535	1310	10969
P.19	360.000	20.00	43.19	0.00	863.714	0.000	2173	10969
P.20	380.000	20.00	66.73	0.00	1334.757	0.000	3508	10969
P.21	400.000	20.00	70.05	0.00	1401.134	0.000	4909	10969
P.22	420.000	20.00	65.02	0.00	1300.787	0.000	6210	10969
P.23	440.000	20.00	66.53	0.00	1330.760	0.000	7541	10969
P.24	460.000	20.00	64.73	0.00	1294.784	0.000	8836	10969
P.25	480.000	20.00	66.37	0.00	1327.717	0.000	10163	10969
P.26	500.000	20.00	67.24	0.00	1345.113	0.000	11508	10969
P.27	520.000	20.00	68.23	0.00	1364.865	0.000	12873	10969
P.28	540.000	20.00	65.83	0.00	1316.838	0.000	14190	10969
P.29	560.000	20.00	62.43	0.00	1248.721	0.000	15439	10969
P.30	580.000	20.00	58.71	0.00	1174.286	0.000	16613	10969
P.31	600.000	20.00	50.47	0.00	1009.672	0.000	17623	10969
P.32	620.000	20.00	35.92	0.00	718.737	0.000	18341	10969
P.33	640.000	20.00	37.01	0.00	740.366	0.000	19082	10969
P.34	660.000	20.00	39.11	0.00	782.366	0.000	19864	10969
P.35	680.000	20.00	33.96	0.00	679.370	0.000	20544	10969
P.36	700.000	20.00	28.59	0.00	571.955	0.000	21116	10969
P.37	720.000	20.00	22.37	0.00	447.448	0.000	21563	10969
P.38	740.000	20.00	16.05	0.00	321.026	0.000	21884	10969
P.39	760.000	20.00	6.94	0.00	138.868	0.000	22023	10969
P.40	780.000	20.00	0.33	3.18	6.543	63.580	22029	11033
P.41	800.000	20.00	0.00	12.01	0.000	240.154	22029	11273
P.42	820.000	20.00	0.00	24.01	0.000	480.154	22029	11753
P.43	840.000	20.00	0.00	35.45	0.000	708.807	22029	12462
P.44	860.000	20.00	0.00	56.37	0.000	1127.156	22029	13589
P.45	880.000	20.00	0.00	96.95	0.000	1938.587	22029	15527
P.46	900.000	20.00	0.00	211.46	0.000	4229.955	22029	19757
P.47	920.000	20.00	0.00	382.98	0.000	7660.228	22029	27418
P.48	940.000	20.00	0.00	429.23	0.000	8584.504	22029	36002
P.49	960.000	20.00	0.00	468.25	0.000	9364.423	22029	45367
P.50	980.000	20.00	0.00	489.53	0.000	9790.328	22029	55157
P.51	1000.000	20.00	0.00	495.69	0.000	9913.456	22029	65070
P.52	1020.000	20.00	0.00	502.86	0.000	10056.909	22029	75127
P.53	1040.000	20.00	0.00	519.23	0.000	10384.518	22029	85512
P.54	1060.000	20.00	0.00	535.31	0.000	10706.148	22029	96218
P.55	1080.000	20.00	0.00	557.90	0.000	11157.948	22029	107376
P.56	1100.000	20.00	0.00	552.46	0.000	11049.185	22029	118425
P.57	1120.000	20.00	0.00	562.97	0.000	11259.317	22029	129684

P.58	1140.000	20.00	0.00	576.74	0.000	11534.714	22029	141219
P.59	1160.000	20.00	0.00	583.12	0.000	11662.460	22029	152882

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.60	1180.000	20.00	0.00	586.46	0.000	11729.233	22029	164611
P.61	1200.000	20.00	0.00	588.38	0.000	11767.550	22029	176378
P.62	1220.000	20.00	0.00	562.03	0.000	11240.630	22029	187619
P.63	1240.000	20.00	0.00	477.90	0.000	9558.002	22029	197177
P.64	1260.000	20.00	0.00	355.35	0.000	7107.021	22029	204284
P.65	1280.000	20.00	0.00	217.87	0.000	4357.438	22029	208641
P.66	1300.000	20.00	0.00	92.19	0.000	1843.814	22029	210485
P.67	1320.000	20.00	0.00	15.14	0.001	302.828	22029	210788
P.68	1340.000	20.00	44.77	0.00	895.357	0.000	22925	210788
P.69	1360.000	20.00	98.91	0.00	1978.148	0.000	24903	210788
P.70	1380.000	20.00	128.54	0.00	2570.723	0.000	27474	210788
P.71	1400.000	20.00	151.60	0.00	3032.019	0.000	30506	210788
P.72	1420.000	20.00	165.72	0.00	3314.427	0.000	33820	210788
P.73	1440.000	20.00	158.27	0.00	3165.343	0.000	36985	210788
P.74	1460.000	20.00	145.44	0.00	2908.752	0.000	39894	210788
P.75	1480.000	20.00	118.45	0.00	2368.910	0.000	42263	210788
P.76	1500.000	20.00	16.14	0.00	322.780	0.000	42586	210788
P.77	1520.000	20.00	0.00	107.80	0.000	2155.934	42586	212944
P.78	1540.000	20.00	0.00	262.49	0.000	5249.871	42586	218194
P.79	1560.000	20.00	0.00	402.43	0.000	8048.567	42586	226242
P.80	1580.000	20.00	0.00	429.89	0.000	8597.843	42586	234840
P.81	1600.000	20.00	0.00	341.73	0.000	6834.511	42586	241675
P.82	1620.000	20.00	0.00	258.79	0.000	5175.890	42586	246851
P.83	1640.000	20.00	0.00	191.57	0.000	3831.374	42586	250682
P.84	1660.000	20.00	0.00	140.07	0.000	2801.437	42586	253484
P.85	1680.000	20.00	0.00	93.33	0.000	1866.657	42586	255350
P.86	1700.000	20.00	0.00	59.20	0.000	1183.906	42586	256534
P.87	1720.000	20.00	0.00	26.67	0.000	533.439	42586	257068
P.88	1740.000	20.00	0.46	0.42	9.296	8.362	42595	257076
P.89	1760.000	20.00	24.55	0.00	491.091	0.000	43086	257076
P.90	1780.000	20.00	52.07	0.00	1041.498	0.000	44128	257076
P.91	1800.000	20.00	84.47	0.00	1689.351	0.000	45817	257076
P.92	1820.000	20.00	123.53	0.00	2470.573	0.000	48288	257076
P.93	1840.000	20.00	167.87	0.00	3357.434	0.000	51645	257076
P.94	1860.000	20.00	205.49	0.00	4109.890	0.000	55755	257076
P.95	1880.000	20.00	237.90	0.00	4757.941	0.000	60513	257076
P.96	1900.000	20.00	247.54	0.00	4950.771	0.000	65464	257076
P.97	1920.000	20.00	243.63	0.00	4872.538	0.000	70336	257076
P.98	1940.000	20.00	233.41	0.00	4668.156	0.000	75004	257076
P.99	1960.000	20.00	216.02	0.00	4320.412	0.000	79325	257076
P.100	1980.000	20.00	195.51	0.00	3910.139	0.000	83235	257076
P.101	2000.000	20.00	149.54	0.00	2990.817	0.000	86226	257076
P.102	2020.000	20.00	96.52	0.00	1930.473	0.000	88156	257076
P.103	2040.000	20.00	51.49	0.00	1029.724	0.000	89186	257076
P.104	2060.000	20.00	14.10	0.00	281.964	0.000	89468	257076
P.105	2080.000	20.00	0.00	19.45	0.000	388.883	89468	257465
P.106	2100.000	20.00	0.00	57.70	0.000	1153.949	89468	258619
P.107	2120.000	20.00	0.00	91.56	0.000	1831.364	89468	260450
P.108	2140.000	20.00	0.00	127.59	0.000	2551.970	89468	263002
P.109	2160.000	20.00	0.00	157.80	0.000	3156.178	89468	266158
P.110	2180.000	20.00	0.00	189.55	0.000	3791.196	89468	269949
P.111	2200.000	20.00	0.00	220.77	0.000	4415.556	89468	274365
P.112	2220.000	20.00	0.00	245.97	0.000	4919.903	89468	279285
P.113	2240.000	20.00	0.00	275.63	0.000	5513.026	89468	284798
P.114	2260.000	20.00	0.00	310.57	0.000	6211.789	89468	291010
P.115	2280.000	20.00	0.00	364.73	0.000	7295.267	89468	298305
P.116	2300.000	20.00	0.00	418.37	0.000	8366.980	89468	306672
P.117	2320.000	20.00	0.00	477.22	0.000	9541.645	89468	316214
P.118	2340.000	20.00	0.00	532.08	0.000	10639.199	89468	326853
P.119	2360.000	20.00	0.00	528.46	0.000	10568.045	89468	337421
P.120	2380.000	20.00	0.00	460.06	0.000	9200.470	89468	346621
P.121	2400.000	20.00	0.00	393.78	0.000	7875.071	89468	354496
P.122	2420.000	20.00	0.00	332.80	0.000	6655.858	89468	361152

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.123	2440.000	20.00	0.00	293.33	0.000	5866.345	89468	367019
P.124	2460.000	20.00	0.00	271.99	0.000	5439.296	89468	372458
P.125	2480.000	20.00	0.00	258.47	0.000	5168.555	89468	377626
P.126	2500.000	20.00	0.00	239.31	0.000	4785.201	89468	382412
P.127	2520.000	20.00	0.00	232.87	0.000	4656.373	89468	387068
P.128	2540.000	20.00	0.00	238.69	0.000	4772.753	89468	391841
P.129	2560.000	20.00	0.00	249.83	0.000	4995.301	89468	396836
P.130	2580.000	20.00	0.00	272.10	0.000	5440.577	89468	402277
P.131	2600.000	20.00	0.00	293.93	0.000	5877.101	89468	408154
P.132	2620.000	20.00	0.00	312.80	0.000	6254.428	89468	414408
P.133	2640.000	20.00	0.00	322.98	0.000	6458.094	89468	420866
P.134	2660.000	20.00	0.00	320.09	0.000	6400.688	89468	427267
P.135	2680.000	20.00	0.00	336.66	0.000	6731.916	89468	433999
P.136	2700.000	20.00	0.00	347.56	0.000	6950.242	89468	440949
P.137	2720.000	20.00	0.00	352.50	0.000	7049.377	89468	447998
P.138	2740.000	20.00	0.00	353.96	0.000	7078.722	89468	455077
P.139	2760.000	20.00	0.00	368.53	0.000	7370.141	89468	462447
P.140	2780.000	20.00	0.00	384.04	0.000	7680.109	89468	470127
P.141	2800.000	20.00	0.00	411.51	0.000	8228.573	89468	478356
P.142	2820.000	20.00	0.00	415.84	0.000	8315.880	89468	486672
P.143	2840.000	20.00	0.00	437.15	0.000	8742.631	89468	495415
P.144	2860.000	20.00	0.00	509.90	0.000	10195.505	89468	505610
P.145	2880.000	20.00	0.00	599.87	0.000	11994.277	89468	517604
P.146	2900.000	20.00	0.00	716.98	0.000	14338.352	89468	531943
P.147	2920.000	20.00	0.00	830.10	0.000	16601.918	89468	548545
P.148	2940.000	20.00	0.00	861.51	0.000	17228.902	89468	565773
P.149	2960.000	20.00	0.00	852.06	0.000	17041.403	89468	582815
P.150	2980.000	20.00	0.00	852.82	0.000	17057.274	89468	599872
P.151	3000.000	20.00	0.00	840.30	0.000	16806.341	89468	616678
P.152	3020.000	20.00	0.00	834.91	0.000	16697.696	89468	633376
P.153	3040.000	20.00	0.00	830.42	0.000	16608.042	89468	649984
P.154	3060.000	20.00	0.00	830.97	0.000	16619.182	89468	666603
P.155	3080.000	20.00	0.00	826.74	0.000	16534.467	89468	683138
P.156	3100.000	20.00	0.00	820.03	0.000	16400.153	89468	699538
P.157	3120.000	20.00	0.00	808.11	0.000	16161.746	89468	715700
P.158	3140.000	20.00	0.00	794.29	0.000	15885.868	89468	731586
P.159	3160.000	20.00	0.00	767.49	0.000	15350.828	89468	746936
P.160	3180.000	20.00	0.00	730.19	0.000	14603.745	89468	761540
P.161	3200.000	20.00	0.00	704.96	0.000	14099.200	89468	775639
P.162	3220.000	20.00	0.00	694.93	0.000	13898.682	89468	789538
P.163	3240.000	20.00	0.00	665.42	0.000	13308.475	89468	802847
P.164	3260.000	20.00	0.00	623.64	0.000	12472.856	89468	815319
P.165	3280.000	20.00	0.00	592.14	0.000	11842.735	89468	827162
P.166	3300.000	20.00	0.00	616.63	0.000	12332.577	89468	839495
P.167	3320.000	20.00	0.00	617.60	0.000	12352.907	89468	851848
P.168	3340.000	20.00	0.00	623.39	0.000	12475.26	89468	864323

						9		
P.169	3360.000	20.00	0.00	620.69	0.000	12431.038	89468	876754
P.170	3380.000	20.00	0.00	605.10	0.000	12132.096	89468	888886
P.171	3400.000	20.00	0.00	592.90	0.000	11887.050	89468	900773
P.172	3420.000	20.00	0.00	620.21	0.000	12425.778	89468	913199
P.173	3440.000	20.00	0.00	612.43	0.000	12267.032	89468	925466
P.174	3460.000	20.00	0.00	593.16	0.000	11882.051	89468	937348
P.175	3480.000	20.00	0.00	568.45	0.000	11385.324	89468	948733
P.176	3500.000	20.00	0.00	508.86	0.000	10196.596	89468	958930
P.177	3520.000	20.00	0.00	429.98	0.000	8615.679	89468	967546
P.178	3540.000	20.00	0.00	290.11	0.000	5817.968	89468	973364
P.179	3560.000	20.00	0.00	241.34	0.000	4849.608	89468	978213
P.180	3580.000	20.00	0.00	215.53	0.000	4335.848	89468	982549
P.181	3600.000	20.00	0.00	285.56	0.000	5767.640	89468	988317
P.182	3620.000	20.00	0.00	377.77	0.000	7624.827	89468	995941
P.183	3640.000	20.00	0.00	435.58	0.000	8767.670	89468	1004709
P.184	3660.000	20.00	0.00	462.74	0.000	9303.108	89468	1014012
P.185	3680.000	20.00	0.00	466.87	0.000	9373.757	89468	1023386

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.186	3700.000	20.00	0.00	417.96	0.000	8389.716	89468	1031776
P.187	3720.000	20.00	0.00	335.78	0.000	6743.814	89468	1038520
P.188	3740.000	20.00	0.00	292.49	0.000	5875.848	89468	1044395
P.189	3760.000	20.00	0.00	274.41	0.000	5511.548	89468	1049907
P.190	3780.000	20.00	0.00	313.89	0.000	6315.814	89468	1056223
P.191	3800.000	20.00	0.00	303.25	0.000	6120.000	89468	1062343
P.192	3820.000	20.00	0.00	316.98	0.000	6408.895	89468	1068752
P.193	3840.000	20.00	0.00	402.73	0.000	8120.456	89468	1076872
P.194	3860.000	20.00	0.00	410.89	0.000	8280.015	89468	1085152
P.195	3880.000	20.00	0.00	375.18	0.000	7557.306	89468	1092709
P.196	3900.000	20.00	0.00	362.93	0.000	7283.579	89468	1099993
P.197	3920.000	20.00	0.00	208.07	0.000	4188.088	89468	1104181
P.198	3940.000	20.00	0.00	186.07	0.000	3743.309	89468	1107924
P.199	3960.000	20.00	0.00	186.35	0.000	3748.605	89468	1111673
P.200	3980.000	20.00	0.00	208.57	0.000	4190.820	89468	1115864
P.201	4000.000	20.00	0.00	274.20	0.000	5512.195	89468	1121376
P.202	4020.000	20.00	0.00	441.96	0.000	8866.594	89468	1130243
P.203	4040.000	20.00	0.00	317.65	0.000	6364.681	89468	1136607
P.204	4060.000	20.00	0.00	351.67	0.000	7038.983	89468	1143646
P.205	4080.000	20.00	0.00	305.50	0.000	6110.066	89468	1149756
P.206	4100.000	20.00	0.00	274.57	0.000	5491.476	89468	1155248
P.207	4120.000	20.00	0.00	274.68	0.000	5493.532	89468	1160741
P.208	4140.000	20.00	0.00	398.46	0.000	7969.292	89468	1168711
P.209	4160.000	20.00	0.00	509.21	0.000	10184.112	89468	1178895
P.210	4180.000	20.00	0.00	456.27	0.000	9125.458	89468	1188020
P.211	4200.000	20.00	0.00	404.07	0.000	8081.328	89468	1196102
P.212	4220.000	20.00	0.00	349.76	0.000	6995.286	89468	1203097
P.213	4240.000	20.00	0.00	282.76	0.000	5655.138	89468	1208752
P.214	4260.000	20.00	0.00	221.77	0.000	4435.433	89468	1213187
P.215	4280.000	20.00	0.00	178.75	0.000	3575.064	89468	1216762
P.216	4300.000	20.00	0.00	145.05	0.000	2900.936	89468	1219663
P.217	4320.000	20.00	0.00	119.84	0.000	2396.809	89468	1222060
P.218	4340.000	20.00	0.00	104.09	0.000	2081.732	89468	1224142
P.219	4360.000	20.00	0.00	94.33	0.000	1886.587	89468	1226029
P.220	4380.000	20.00	0.00	87.78	0.000	1755.693	89468	1227784
P.221	4400.000	20.00	0.00	83.53	0.000	1670.545	89468	1229455
P.222	4420.000	20.00	0.00	84.06	0.000	1681.438	89468	1231136
P.223	4440.000	20.00	0.00	81.33	0.000	1627.315	89468	1232763
P.224	4460.000	20.00	0.00	80.60	0.000	1613.235	89468	1234377
P.225	4480.000	20.00	0.00	77.95	0.000	1560.556	89468	1235937
P.226	4500.000	20.00	0.00	79.09	0.000	1583.448	89468	1237521
P.227	4520.000	20.00	0.00	85.36	0.000	1709.477	89468	1239230
P.228	4540.000	20.00	0.00	121.92	0.000	2441.047	89468	1241671
P.229	4560.000	20.00	0.00	185.49	0.000	3714.100	89468	1245385
P.230	4580.000	20.00	0.00	245.05	0.000	4907.001	89468	1250292
P.231	4600.000	20.00	0.00	182.32	0.000	3651.024	89468	1253943
P.232	4620.000	20.00	0.00	146.41	0.000	2931.529	89468	1256875
P.233	4640.000	20.00	0.00	143.64	0.000	2875.859	89468	1259751
P.234	4660.000	20.00	0.00	144.61	0.000	2894.931	89468	1262646
P.235	4680.000	20.00	0.00	140.12	0.000	2804.972	89468	1265451
P.236	4700.000	20.00	0.00	132.26	0.000	2647.298	89468	1268098
P.237	4720.000	20.00	0.00	118.70	0.000	2376.791	89468	1270475
P.238	4740.000	20.00	0.00	96.08	0.000	1926.189	89468	1272401
P.239	4760.000	20.00	0.00	83.82	0.000	1679.522	89468	1274080
P.240	4780.000	20.00	0.00	67.93	0.000	1361.013	89468	1275441
P.241	4800.000	20.00	0.00	67.39	0.000	1350.513	89468	1276792
P.242	4820.000	20.00	0.00	64.68	0.000	1295.641	89468	1278088
P.243	4840.000	20.00	0.00	58.96	0.000	1181.201	89468	1279269
P.244	4860.000	20.00	0.00	54.81	0.000	1098.301	89468	1280367
P.245	4880.000	20.00	0.00	55.55	0.000	1112.975	89468	1281480
P.246	4900.000	20.00	0.00	59.94	0.000	1201.149	89468	1282681
P.247	4920.000	20.00	0.00	60.87	0.000	1219.590	89468	1283901
P.248	4940.000	20.00	0.00	62.43	0.000	1250.684	89468	1285152

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.249	4960.000	20.00	0.00	71.12	0.000	1423.835	89468	1286575
P.250	4980.000	20.00	0.00	70.65	0.000	1414.527	89468	1287990
P.251	5000.000	20.00	0.00	76.32	0.000	1528.526	89468	1289518
P.252	5020.000	20.00	0.00	78.28	0.000	1567.840	89468	1291086
P.253	5040.000	20.00	0.00	80.51	0.000	1612.043	89468	1292698
P.254	5060.000	20.00	0.00	80.33	0.000	1608.678	89468	1294307
P.255	5080.000	20.00	0.00	73.79	0.000	1477.498	89468	1295784
P.256	5100.000	20.00	0.00	69.02	0.000	1381.776	89468	1297166
P.257	5120.000	20.00	0.00	64.04	0.000	1282.230	89468	1298448
P.258	5140.000	20.00	0.00	54.11	0.000	1083.656	89468	1299532
P.259	5160.000	20.00	0.00	44.42	0.000	889.688	89468	1300422
P.260	5180.000	20.00	0.00	38.30	0.000	767.120	89468	1301189
P.261	5200.000	20.00	0.00	32.33	0.000	647.642	89468	1301837
P.262	5220.000	20.00	0.00	26.13	0.000	523.504	89468	1302360
P.263	5240.000	20.00	0.00	19.43	0.000	389.605	89468	1302750
P.264	5260.000	20.00	1.51	6.42	29.841	129.042	89498	1302879
P.265	5280.000	20.00	9.36	0.00	186.377	0.000	89684	1302879
P.266	5300.000	20.00	25.61	0.00	510.869	0.000	90195	1302879
P.267	5320.000	20.00	36.88	0.00	736.414	0.000	90931	1302879
P.268	5340.000	20.00	38.59	0.00	771.063	0.000	91703	1302879
P.269	5360.000	20.00	41.09	0.00	821.194	0.000	92524	1302879
P.270	5380.000	20.00	52.58	0.00	1051.006	0.000	93575	1302879
P.271	5400.000	20.00	70.59	0.00	1410.970	0.000	94986	1302879
P.272	5420.000	20.00	90.96	0.00	1817.963	0.000	96804	1302879
P.273	5440.000	20.00	141.01	0.00	2819.972	0.000	99624	1302879
P.274	5460.000	20.00	209.89	0.00	4198.126	0.000	103822	1302879
P.275	5480.000	20.00	289.03	0.00	5781.973	0.000	109604	1302879
P.276	5500.000	20.00	442.83	0.00	8865.069	0.000	118469	1302879
P.277	5520.000	20.00	631.05	0.00	12647.637	0.000	131116	1302879
P.278	5540.000	20.00	546.12	0.00	10954.306	0.000	142071	1302879
P.279	5560.000	20.00	518.60	0.00	10395.540	0.000	152466	1302879
P.280	5580.000	20.00	534.05	0.00	10699.169	0.000	163165	1302879
P.281	5600.000	20.00	534.53	0.00	10704.598	0.000	173870	1302879
P.282	5620.000	20.00	512.59	0.00	10264.044	0.000	184134	1302879
P.283	5640.000	20.00	507.46	0.00	10155.312	0.000	194289	1302879
P.284	5660.000	20.00	515.92	0.00	10321.007	0.000	204610	1302879
P.285	5680.000	20.00	536.56	0.00	10727.157	0.000	215338	1302879
P.286	5700.000	20.00	602.38	0.00	12043.043	0.000	227381	1302879
P.287	5720.000	20.00	646.21	0.00	12919.874	0.000	240300	1302879
P.288	5740.000	20.00	652.08	0.00	13039.291	0.000	253340	1302879
P.289	5760.000	20.00	659.13	0.00	13182.409	0.000	266522	1302879
P.290	5780.000	20.00	657.96	0.00	13159.181	0.000	279681	1302879
P.291	5800.000	20.00	640.95	0.00	12819.017	0.000	292500	1302879
P.292	5820.000	20.00	624.59	0.00	12491.799	0.000	304992	1302879
P.293	5840.000	20.00	624.55	0.00	12491.086	0.000	317483	1302879
P.294	5860.000	20.00	639.17	0.00	12783.447	0.000	330267	1302879
P.295	5880.000	20.00	655.00	0.00	13100.014	0.000	343367	1302879
P.296	5900.000	20.00	671.58	0.00	13431.630	0.000	356798	1302879
P.297	5920.000	20.00	683.89	0.00	13677.740	0.000	370476	1302879

P.298	5940.000	20.00	688.28	0.00	13765.694	0.000	384242	1302879
P.299	5960.000	20.00	691.38	0.00	13827.670	0.000	398069	1302879
P.300	5980.000	20.00	700.44	0.00	14008.735	0.000	412078	1302879
P.301	6000.000	20.00	706.64	0.00	14132.783	0.000	426211	1302879
P.302	6020.000	20.00	706.81	0.00	14136.251	0.000	440347	1302879
P.303	6040.000	20.00	671.79	0.00	13435.747	0.000	453783	1302879
P.304	6060.000	20.00	620.44	0.00	12408.808	0.000	466192	1302879
P.305	6080.000	20.00	552.98	0.00	11059.688	0.000	477251	1302879
P.306	6100.000	20.00	489.48	0.00	9789.541	0.000	487041	1302879
P.307	6120.000	20.00	432.87	0.00	8657.446	0.000	495698	1302879
P.308	6140.000	20.00	383.63	0.00	7672.573	0.000	503371	1302879
P.309	6160.000	20.00	330.53	0.00	6610.588	0.000	509982	1302879
P.310	6180.000	20.00	271.95	0.00	5439.091	0.000	515421	1302879
P.311	6200.000	20.00	256.73	0.00	5134.632	0.000	520555	1302879

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.312	6220.000	20.00	224.31	0.00	4486.119	0.000	525041	1302879
P.313	6240.000	20.00	195.74	0.00	3914.737	0.000	528956	1302879
P.314	6260.000	20.00	195.64	0.00	3912.734	0.000	532869	1302879
P.315	6280.000	20.00	198.96	0.00	3979.166	0.000	536848	1302879
P.316	6300.000	20.00	164.99	0.00	3299.727	0.000	540148	1302879
P.317	6320.000	20.00	132.17	0.00	2643.461	0.000	542791	1302879
P.318	6340.000	20.00	98.97	0.00	1979.369	0.000	544771	1302879
P.319	6360.000	20.00	39.14	0.00	782.727	0.000	545553	1302879
P.320	6380.000	20.00	32.78	0.00	655.345	0.000	546209	1302879
P.321	6400.000	20.00	17.63	0.14	351.705	2.811	546560	1302882
P.322	6420.000	20.00	3.65	6.76	72.832	135.675	546633	1303017
P.323	6440.000	20.00	0.18	18.65	3.562	373.734	546637	1303391
P.324	6460.000	20.00	0.00	31.74	0.000	635.705	546637	1304027
P.325	6480.000	20.00	0.00	46.82	0.000	937.436	546637	1304964
P.326	6500.000	20.00	0.00	51.75	0.000	1036.007	546637	1306000
P.327	6520.000	20.00	0.00	49.93	0.000	999.422	546637	1307000
P.328	6540.000	20.00	0.00	51.57	0.000	1032.138	546637	1308032
P.329	6560.000	20.00	0.00	40.26	0.000	805.939	546637	1308838
P.330	6580.000	20.00	0.00	41.02	0.000	821.102	546637	1309659
P.331	6600.000	20.00	0.00	58.27	0.000	1166.025	546637	1310825
P.332	6620.000	20.00	0.00	75.20	0.000	1504.785	546637	1312330
P.333	6640.000	20.00	0.00	64.06	0.000	1282.281	546637	1313612
P.334	6660.000	20.00	0.00	52.92	0.000	1059.482	546637	1314671
P.335	6680.000	20.00	0.00	39.91	0.000	799.200	546637	1315470
P.336	6700.000	20.00	0.00	25.03	0.054	501.505	546637	1315972
P.337	6720.000	20.00	0.14	26.13	2.725	523.747	546640	1316496
P.338	6740.000	20.00	0.00	34.01	0.044	681.516	546640	1317177
P.339	6760.000	20.00	0.00	40.86	0.000	818.636	546640	1317996
P.340	6780.000	20.00	0.00	50.92	0.000	1020.211	546640	1319016
P.341	6800.000	20.00	0.00	70.23	0.000	1407.177	546640	1320423
P.342	6820.000	20.00	0.00	94.51	0.000	1893.511	546640	1322317
P.343	6840.000	20.00	0.00	123.89	0.000	2481.577	546640	1324798
P.344	6860.000	20.00	0.00	163.52	0.000	3274.262	546640	1328073
P.345	6880.000	20.00	0.00	215.28	0.000	4309.319	546640	1332382
P.346	6900.000	20.00	0.00	253.65	0.000	5077.058	546640	1337459
P.347	6920.000	20.00	0.00	294.84	0.000	5901.187	546640	1343360
P.348	6940.000	20.00	0.00	324.19	0.000	6488.432	546640	1349849
P.349	6960.000	20.00	0.00	350.46	0.000	7014.383	546640	1356863
P.350	6980.000	20.00	0.00	375.83	0.000	7522.056	546640	1364385
P.351	7000.000	20.00	0.00	396.69	0.000	7939.551	546640	1372325
P.352	7020.000	20.00	0.00	411.75	0.000	8240.823	546640	1380565
P.353	7040.000	20.00	0.00	426.45	0.000	8535.181	546640	1389101
P.354	7060.000	20.00	0.00	427.38	0.000	8552.639	546640	1397653
P.355	7080.000	20.00	0.00	442.25	0.000	8845.093	546640	1406498
P.356	7100.000	20.00	0.00	412.86	0.000	8257.294	546640	1414756
P.357	7120.000	20.00	0.00	381.58	0.000	7631.598	546640	1422387
P.358	7140.000	20.00	0.00	356.18	0.000	7123.690	546640	1429511
P.359	7160.000	20.00	0.00	330.20	0.000	6603.975	546640	1436115
P.360	7180.000	20.00	0.00	301.19	0.000	6023.741	546640	1442139
P.361	7200.000	20.00	0.00	277.40	0.000	5548.026	546640	1447687
P.362	7220.000	20.00	0.00	248.94	0.000	4978.883	546640	1452666
P.363	7240.000	20.00	0.00	233.85	0.000	4676.928	546640	1457342
P.364	7260.000	20.00	0.00	221.10	0.000	4422.057	546640	1461765
P.365	7280.000	20.00	0.00	230.15	0.000	4602.926	546640	1466367
P.366	7300.000	20.00	0.00	230.22	0.000	4604.331	546640	1470972
P.367	7320.000	20.00	0.00	192.68	0.000	3853.503	546640	1474825
P.368	7340.000	20.00	0.00	160.65	0.000	3213.058	546640	1478038
P.369	7360.000	20.00	0.00	167.60	0.000	3352.071	546640	1481390
P.370	7380.000	20.00	0.00	242.97	0.000	4859.498	546640	1486250
P.371	7400.000	20.00	0.00	283.21	0.000	5664.201	546640	1491914
P.372	7420.000	20.00	0.00	97.78	0.000	1955.637	546640	1493870
P.373	7440.000	20.00	4.29	9.05	85.814	180.927	546725	1494051
P.374	7460.000	20.00	16.05	0.85	320.983	16.949	547046	1494068

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.375	7480.000	20.00	24.39	0.00	487.740	0.000	547534	1494068
P.376	7500.000	20.00	32.37	0.00	647.332	0.000	548182	1494068
P.377	7520.000	20.00	3.40	8.12	67.980	162.436	548249	1494230
P.378	7540.000	20.00	10.79	2.57	215.745	51.353	548465	1494281
P.379	7560.000	20.00	51.68	0.00	1033.545	0.000	549499	1494281
P.380	7580.000	20.00	55.34	0.00	1106.797	0.000	550606	1494281
P.381	7600.000	20.00	19.15	1.20	383.056	23.987	550989	1494305
P.382	7620.000	20.00	0.67	44.88	13.395	897.634	551002	1495203
P.383	7640.000	20.00	0.00	58.93	0.000	1178.626	551002	1496382
P.384	7660.000	20.00	3.39	15.98	67.716	319.540	551070	1496701
P.385	7680.000	20.00	9.70	7.61	194.032	152.235	551264	1496853
P.386	7700.000	20.00	2.83	18.22	56.678	364.481	551320	1497218
P.387	7720.000	20.00	0.00	66.92	0.000	1338.343	551320	1498556
P.388	7740.000	20.00	0.00	119.08	0.000	2381.613	551320	1500938
P.389	7760.000	20.00	0.00	128.03	0.000	2560.645	551320	1503499
P.390	7780.000	20.00	0.00	132.44	0.000	2648.711	551320	1506147
P.391	7800.000	20.00	0.00	121.36	0.000	2427.277	551320	1508575
P.392	7820.000	20.00	0.00	182.35	0.000	3647.050	551320	1512222
P.393	7840.000	20.00	0.00	117.47	0.000	2349.390	551320	1514571
P.394	7860.000	20.00	0.00	84.02	0.000	1680.334	551320	1516251
P.395	7880.000	20.00	0.00	79.09	0.000	1581.830	551320	1517833
P.396	7900.000	20.00	0.00	85.81	0.000	1716.135	551320	1519549
P.397	7920.000	20.00	0.00	98.72	0.000	1974.412	551320	1521524
P.398	7940.000	20.00	0.00	112.55	0.000	2251.024	551320	1523775
P.399	7960.000	20.00	0.00	126.90	0.000	2537.965	551320	1526313
P.400	7980.000	20.00	0.00	139.23	0.000	2784.572	551320	1529097
P.401	8000.000	20.00	0.00	158.68	0.000	3173.629	551320	1532271
P.402	8020.000	20.00	0.00	177.64	0.000	3552.806	551320	1535824
P.403	8040.000	20.00	0.00	204.18	0.000	4083.641	551320	1539907
P.404	8060.000	20.00	0.00	235.25	0.000	4704.971	551320	1544612
P.405	8080.000	20.00	0.00	269.66	0.000	5393.236	551320	1550006
P.406	8100.000	20.00	0.00	311.24	0.000	6224.765	551320	1556230
P.407	8120.000	20.00	0.00	370.80	0.000	7416.016	551320	1563646
P.408	8140.000	20.00	0.00	464.86	0.000	9297.143	551320	1572943
P.409	8160.000	20.00	0.00	558.99	0.000	11179.777	551320	1584123
P.410	8180.000	20.00	0.00	579.46	0.000	11589.193	551320	1595712
P.411	8200.000	20.00	0.00	498.32	0.000	9966.489	551320	1605679
P.412	8220.000	20.00	0.00	392.17	0.000	7843.443	551320	1613522
P.413	8240.000	20.00	0.00	271.20	0.000	5424.084	551320	1618946
P.414	8260.000	20.00	0.00	157.95	0.000	3159.028	551320	1622105
P.415	8280.000	20.00	0.00	135.23	0.000	2704.673	551320	1624810
P.416	8300.000	20.00	0.00	138.72	0.000	2774.322	551320	1627584
P.417	8320.000	20.00	0.00	160.64	0.000	3212.891	551320	1630797
P.418	8340.000	20.00	0.00	193.71	0.000	3874.196	551320	1634672
P.419	8360.000	20.00	0.00	230.50	0.000	4609.972	551320	1639282
P.420	8380.000	20.00	0.00	284.00	0.000	5679.989	551320	1644962
P.421	8400.000	20.00	0.00	337.28	0.000	6742.856	551320	1651704
P.422	8420.000	20.00	0.00	400.95	0.000	8008.308	551320	1659713
P.423	8440.000	20.00	0.00	469.58	0.000	9378.044	551320	1669091
P.424	8460.000	20.00	0.00	556.53	0.000	11113.453	551320	1680204
P.425	8480.000	20.00	0.00	530.48	0.000	10615.358	551320	1690820
P.426	8500.000	20.00	0.00	466.41	0.000	9341.532	551320	1700161
P.427	8520.000	20.00	0.00	385.55	0.000	7722.546	551320	1707884
P.428	8540.000	20.00	0.00	312.45	0.000	6255.978	551320	1714140
P.429	8560.000	20.00	0.00	248.21	0.000	4968.701	551320	1719108
P.430	8580.000	20.00	0.00	192.73	0.000	3857.734	551320	1722966
P.431	8600.000	20.00	0.00	138.23	0.000	2767.403	551320	1725733
P.432	8620.000	20.00	0.00	89.25	0.000	1787.355	551320	1727521
P.433	8640.000	20.00	0.00	44.94	0.000	900.532	551320	1728421
P.434	8660.000	20.00	3.68	5.16	73.074	103.845	551394	1728525
P.435	8680.000	20.00	39.42	0.00	786.717	0.000	552180	1728525
P.436	8700.000	20.00	86.83	0.00	1733.370	0.000	553914	1728525
P.437	8720.000	20.00	126.10	0.00	2517.656	0.000	556431	1728525

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.438	8740.000	20.00	168.67	0.00	3367.707	0.000	559799	1728525
P.439	8760.000	20.00	213.80	0.00	4268.181	0.000	564067	1728525
P.440	8780.000	20.00	254.46	0.00	5079.913	0.000	569147	1728525
P.441	8800.000	20.00	280.74	0.00	5605.614	0.000	574753	1728525
P.442	8820.000	20.00	317.92	0.00	6348.971	0.000	581102	1728525
P.443	8840.000	20.00	343.00	0.00	6852.763	0.000	587954	1728525
P.444	8860.000	20.00	371.51	0.00	7425.883	0.000	595380	1728525
P.445	8880.000	20.00	393.95	0.00	7878.522	0.000	603259	1728525
P.446	8900.000	20.00	420.95	0.00	8422.219	0.000	611681	1728525
P.447	8920.000	20.00	406.23	0.00	8128.576	0.000	619810	1728525
P.448	8940.000	20.00	387.74	0.00	7758.485	0.000	627568	1728525
P.449	8960.000	20.00	374.88	0.00	7500.962	0.000	635069	1728525
P.450	8980.000	20.00	368.69	0.00	7376.708	0.000	642446	1728525
P.451	9000.000	20.00	361.48	0.00	7232.080	0.000	649678	1728525
P.452	9020.000	20.00	351.46	0.00	7030.802	0.000	656709	1728525
P.453	9040.000	20.00	333.10	0.00	6662.227	0.000	663371	1728525
P.454	9060.000	20.00	300.92	0.00	6018.837	0.000	669390	1728525
P.455	9080.000	20.00	269.84	0.00	5397.258	0.000	674787	1728525
P.456	9100.000	20.00	231.91	0.00	4639.040	0.000	679426	1728525
P.457	9120.000	20.00	230.41	0.00	4610.352	0.000	684036	1728525
P.458	9140.000	20.00	225.98	0.00	4522.285	0.000	688559	1728525
P.459	9160.000	20.00	238.22	0.00	4766.843	0.000	693325	1728525
P.460	9180.000	20.00	233.05	0.00	4660.972	0.000	697986	1728525
P.461	9200.000	20.00	220.69	0.00	4414.866	0.000	702401	1728525
P.462	9220.000	20.00	224.99	0.00	4501.677	0.000	706903	1728525
P.463	9240.000	20.00	223.32	0.00	4468.332	0.000	711371	1728525
P.464	9260.000	20.00	225.95	0.00	4518.990	0.000	715890	1728525
P.465	9280.000	20.00	225.03	0.00	4500.618	0.000	720391	1728525
P.466	9300.000	20.00	226.01	0.00	4520.153	0.000	724911	1728525
P.467	9320.000	20.00	228.66	0.00	4573.215	0.000	729484	1728525
P.468	9340.000	20.00	233.94	0.00	4678.862	0.000	734163	1728525
P.469	9360.000	20.00	246.33	0.00	4926.592	0.000	739090	1728525
P.470	9380.000	20.00	252.95	0.00	5058.940	0.000	744149	1728525
P.471	9400.000	20.00	279.49	0.00	5589.701	0.000	749738	1728525
P.472	9420.000	20.00	299.55	0.00	5991.024	0.000	755729	1728525
P.473	9440.000	20.00	314.83	0.00	6296.573	0.000	762026	1728525
P.474	9460.000	20.00	342.97	0.00	6859.458	0.000	768885	1728525
P.475	9480.000	20.00	340.56	0.00	6811.158	0.000	775697	1728525
P.476	9500.000	20.00	331.60	0.00	6631.917	0.000	782329	1728525
P.477	9520.000	20.00	331.13	0.00	6622.586	0.000	788951	1728525
P.478	9540.000	20.00	331.65	0.00	6633.646	0.000	795585	1728525
P.479	9560.000	20.00	336.52	0.00	6734.177	0.000	802319	1728525
P.480	9580.000	20.00	343.54	0.00	6874.704	0.000	809194	1728525
P.481	9600.000	20.00	359.08	0.00	7184.681	0.000	816378	1728525
P.482	9620.000	20.00	381.66	0.00	7636.548	0.000	824015	1728525
P.483	9640.000	20.00	413.82	0.00	8278.931	0.000	832294	1728525
P.484	9660.000	20.00	455.24	0.00	9107.469	0.000	841401	1728525
P.485	9680.000	20.00	498.07	0.00	9964.467	0.000	851366	1728525
P.486	9700.000	20.00	528.09	0.00	10569.070	0.000	861935	1728525
P.487	9720.000	20.00	527.05	0.00	10548.325	0.000	872483	1728525
P.488	9740.000	20.00	519.36	0.00	10392.948	0.000	882876	1728525
P.489	9760.000	20.00	488.68	0.00	9778.070	0.000	892654	1728525
P.490	9780.000	20.00	451.08	0.00	9024.521	0.000	901679	1728525
P.491	9800.000	20.00	412.88	0.00	8259.393	0.000	909938	1728525
P.492	9820.000	20.00	373.77	0.00	7476.553	0.000	917415	1728525
P.493	9840.000	20.00	332.53	0.00	6651.291	0.000	924066	1728525
P.494	9860.000	20.00	284.32	0.00	5688.048	0.000	929754	1728525
P.495	9880.000	20.00	240.03	0.00	4801.356	0.000	934555	1728525
P.496	9900.000	20.00	210.62	0.00	4213.709	0.000	938769	1728525
P.497	9920.000	20.00	176.75	0.00	3535.628	0.000	942305	1728525
P.498	9940.000	20.00	152.81	0.00	3056.318	0.000	945361	1728525
P.499	9960.000	20.00	132.43	0.00	2648.672	0.000	948010	1728525
P.500	9980.000	20.00	109.94	0.00	2198.866	0.000	950209	1728525

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai
P.501	10000.000	20.00	78.44	0.00	1568.729	0.000	951777	1728525
P.502	10020.000	20.00	54.53	0.00	1090.642	0.000	952868	1728525
P.503	10040.000	20.00	29.59	0.00	591.856	0.000	953460	1728525
P.504	10060.000	20.00	1.54	2.32	30.823	46.303	953491	1728571
P.505	10080.000	20.00	0.00	31.24	0.000	624.750	953491	1729196
P.506	10100.000	20.00	0.00	47.88	0.000	957.649	953491	1730154
P.507	10120.000	20.00	0.00	35.98	0.000	719.600	953491	1730873
P.508	10140.000	20.00	1.99	4.75	39.737	95.024	953530	1730968
P.509	10160.000	20.00	2.43	7.76	48.521	155.216	953579	1731124
P.510	10180.000	20.00	1.51	5.64	30.155	112.844	953609	1731237
P.511	10200.000	14.99	0.40	11.59	5.989	173.703	953615	1731410
P.512	10209.982	4.99	0.06	19.79	0.317	98.788	953615	1731509