République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة
فرنســيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État
Filière : Travaux Publics
Spécialité : Matériaux & Structures

Thème

Etude d'un tronçon de la pénétrante autoroutière reliant la ville de Batna à l'autoroute Est-Ouest, sur 11 km du PK11+000 au PK22+000 avec conception d'un échangeur

Présenté par :

CHOUATAH MOHAMMED LARBI
SAIB NOUR EDDIN

Encadré par :

Mr GUENAIZI Abdelhak

Promotion 2022 /2023

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir entourés de sa protection et de ses soins tout au long de notre parcours académique, et de nous avoir accordé la force et les ressources nécessaires pour accomplir cet humble travail.

Nous tenons également à remercier nos familles pour leurs encouragements et leur soutien continus tout au long de notre parcours d'étude.

Nous tenons à remercier notre professeur encadrant ***Guenaizi Abdelhak*** *pour sa disponibilité et son soutien par ses conseils et sa sage expérience, qui ont été la raison du succès de ce travail de fin d'études.*

Nous tenons également à remercier l'école de nous avoir donné l'opportunité de mener nos études dans les meilleures conditions. Nous sommes reconnaissants pour toutes les ressources disponibles et pour les échanges fructueux avec les étudiants et les professeurs.

Honnêtement, nous gardons à l'esprit tous ces moments précieux que nous avons passés au cours de ces années d'étude et réalisons que cette expérience a été un véritable point de départ dans notre vie personnelle.

Nous remercions par avance les membres du jury, qui nous font l'honneur d'évaluer notre travail.

Dédicaces

*Je dédie le fruit de mes efforts à celle qui m'a protégé et donné la vie, entouré de sa tendresse et s'est assuré de m'enseigner avec sa patience et son sacrifice à celle dont la supplication a été le secret de ma réussite « **ma chère mère** », que dieu la protège.*

*A celui qui m'a soutenu dans mon parcours académique et a été derrière chaque pas que j'ai fait dans le chemin de la science et de la connaissance, « **mon cher père** », que Dieu lui fasse miséricorde.*

Et à mes chers frères et sœurs qui sont mon soutien dans cette vie
Que Dieu les protège.

A tous mes amis et camarades de classe, que Dieu vous accorde le succès.

À tous ceux qui m'ont conseillé, guidé et contribué à la réalisation de cette travaille.

Chouatah mohammed larbi

Dédicaces

Ma joie aujourd'hui est grande, car je suis couronnée de succès et d'obtention du diplôme, alors je dédie mon diplôme à ceux qui ont travaillé dur pour moi et ont marché sur des épines afin de les retirer de mon chemin, à mes chers mère et père, mon cher frères et sœurs, et à tous ceux qui m'ont soutenu et ont prié pour moi dans le dos de l'invisible.

J'offre également la plus belle dédicace qui porte les plus belles phrases à mes amis pour le soutien qu'ils m'ont apporté durant cette étape difficile, et en conséquence je vous dédie à tous mon diplôme.

Dédicace spéciale à mes frères : Riyad -Salah- Khalil -Ashraf.

Mes amis : Abdellah -AlHussein -Hamid -Adel -Krifif -Muhammad -Moumen -Bukhatem -Juba -Djaballah -Youcef -Kheitmi -Benayache -Haroun-Abdelhak-Houari-Oussama-Djamal-Taher-Anass-Abdelkhallek.

Famille OEAL: Khahed-Samir-Seyf eddine.

NOURI 28

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة قسم من الطريق السريع الذي يربط ولاية باتنة بالطريق السريع شرق غرب على 11كم من النقطة الكيلومترية 11+000 إلى 22+000 . بتصميم محول في النقطة الكيلومترية 15+525

تبدأ دراسة هذا المشروع بالتصميم الإنشائي (الذي يتكون من دراسة حركة المرور وتحديد أبعاد الطريق)، يليه تصميم هندسة الطريق (المظهر الجانبي الطولي والمقطع الجانبي. ثم دراسة الشكل الهندسي للطريق). الجزء الجيوتقني، دراسة صرف مياه الامطار، دراسة مفترقات الطرق ومعدات الطرق وحساب التقدير الكمي والتقديري.

الكلمات المفتاحية:

الأسفلت الخرساني، مستجمعات المياه، السرعة الأساسية، الحفر، الردم

Résumé :

L'objet de ce travail consiste à Étudier un tronçon de la pénétrante autoroutière reliant la wilaya de BATNA a l'autoroute Est-Ouest sur 11 Km du PK11+000 au PK22+000 avec la conception d'un échangeur au PK 15+525.

L'étude de ce projet commence par la conception structurale (composée de l'étude du trafic et dimensionnement de la Chaussée), suivi par la conception de la géométrie de la route (Tracé en plan, profil en long et profil en travers. Ensuite l'étude de la partie géotechnique, l'étude d'assainissement, l'étude des carrefours, équipement de la route ainsi le calcul du devis quantitatif et estimatif.

Mots clé :

Béton bitumineux, Bassin versant, vitesse de base, déblai, remblai

Abstract:

The purpose of this work is to study a section of the highway that connect the city of Batna to the East-Ouest highway for 11 Km from the KP 11+000 to KP 22+000 with the design of an inter changer in KP 15+525.

The study of this project begins with the structural design (composed of the study of the traffic and dimensioning the pavement body), followed by the design of the geometry of the road (Tray in plan, profile in length and profile in cross), also the study of the geotechnical part, the sanitation study, the study of crossroads, road equipment as well as the calculation of the quantitative and estimated estimate.

Keywords:

Bituminous Concrete, Watershed, Base Speed, excavation, embankment.

SOMMAIRE

Chapitre I : PRESENTATION GENERALE

I.1. Introduction ----------1
I.2. Présentation de la wilaya ----------1
I.2.1. Situation géographique ----------1
I.2.2. Le climat ----------2
I.2.3. Réseau routier ----------2
I.3. Présentation du projet ----------3
I.3.1. Localisation du projet ----------3
I.3.2. Présentation du tronçon à étudier ----------3
I.3.3. Objectif du projet ----------4

Chapitre II : ETUDE DU TRAFIC

II.1. Introduction----------5
II.2. Diffèrent types de trafic ----------5
II.3. Analyse du trafic ----------5
II.4. Calcul de la capacite ----------5
II.4.1. Le débit horaire admissible ----------6
II.4.2. Le débit de pointe horaire normal ----------7
II.4.3. Nombre de voies ----------7
II.5. Application sur notre projet----------7
II.5.1. Données du trafic----------7
II.5.2. Calcul Le trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service ----------7
II.5.3. Calcul Le trafic effectif ----------8
II.5.4. Calcul Le débit de pointe horaire normale ----------8
II.5.5. Calcul le Débit horaire admissible ----------8
II.5.6. Calcul le Nombre de voies ----------8
II.5.7. L'année de saturation ----------9
II.6. Conclusion ----------9

Chapitre III : TRACE EN PLAN

III.1. Introduction----------10
III.2. Règles à respecter dans le tracé en plan ----------10

III.3. Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé ----------10
III.4. Choix de la catégorie ----------10
III.5. Géométrie en plan ----------11
III.5.1 Les alignements ----------11
III.5.2. Les valeurs des rayons ----------11
III.5.3. Les raccordements progressifs ----------12
III.6. Exemple de calcul manuel de l'axe en plan ----------13
III.7. Conclusion ----------15

Chapitre IV : PROFIL EN LONG

IV.1. Introduction ----------16
IV.2. Règles à respecter pour le profil en long ----------16
IV.3. Tracé de la ligne rouge ----------16
IV.4. Les paramètres du profil en long ----------16
IV.4.1. Déclivités ----------16
IV.4.1.1. Déclivité minimale ----------17
IV.4.1.2. Déclivité maximale ----------17
IV.4.2 Raccordement en profil en long ----------17
IV.4.2.1 Raccordements convexes (angle saillant) ----------17
IV.4.2.2 Raccordements concaves (angle rentrant) ----------17
IV.5. Exemple de calcul manuel d'axe de profil en long (Cas d'un rayon concave) ----------18
IV.6. Conclusion ----------20

Chapitre V : ETUDE GEOTECHNIQUE

V.1. Introduction ----------21
V.2. Les moyens de reconnaissance ----------21
V.3. Les essais in situ ----------21
V.3.1 Puits de reconnaissance ----------21
V.3.2. Résultat des essais in situ ----------22
V.4. Les essais en laboratoire ----------23
V.4.1. Essais physiques ----------23
V.4.1.1. Résultat des essais physiques ----------24
V.4.2. Essais mécaniques ----------24
V.4.2.1. Résultat des essais mécaniques ----------25

V.5. Classification GTR ----------25
V.5.1. Exemple de classification ----------26
V.6. Condition d'utilisation des matériaux ----------28
V.6.1. Condition d'utilisation des matériaux en remblais ----------28
V.6.2. Condition d'utilisation des matériaux en couche de forme ----------29

Chapitre VI : DIMMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VI.1. Introduction ----------30
VI.2. Types de chaussée ----------30
VI.2.1. Chaussée semi-rigide ----------30
VI.2.2. Chaussée rigide ----------30
VI.2.3. Chaussée souple ----------31
VI.2.3.1. La couche de surface ----------31
VI.2.3.2. La couche de base ----------31
VI.2.3.3. La couche de fondation ----------31
VI.2.3.4. La couche de forme ----------31
VI.3. Facteurs d'études de dimensionnement ----------32
VI.4. Les méthodes de dimensionnement ----------32
VI.4.1. Méthode de C.B.R ----------32
VI.4.1.1. Application méthode CBR ----------34
VI.4.1.1.a. Répartition transversale du trafic ----------34
VI.4.1.1.b. Conclusion ----------35
VI.4.2. Méthode catalogue de dimensionnement des chaussées neuves ----------35
VI.4.2.1. Application la méthode de catalogue ----------36
VI.4.2.1.a. Détermination du type de réseaux principaux ----------36
VI.4.2.1.b. Détermination de la classe de trafic (TPL_i) ----------36
VI.4.2.1.c. Détermination de la zone climatique ----------37
VI.4.2.1.d. Détermination de la portance de sol-support de chaussée ---------- 37
VI.4.2.1.e. Amélioration de la portance du sol support ----------37
VI.4.2.1.f. Choix de dimensionnement ----------38
VI.5. Calcule de la déformation admissible ($z_{,\ ad}$) de sol support ----------39
VI.6. Calcul de la déformation admissible $E_{t.Ad}$ a la base de GB ----------39
VI.6.1. Température équivalente ----------39

VI.6.2. Performances mécaniques des matériaux bitumineux ----------40
VI.6.3. Risque adopté ----------40
VI.7. Calcul automatique du dimensionnement ----------41

Chapitre VII : PROFIL EN TRAVERS

VII.1. Introduction ----------44
VII.2. Classification du profil en travers ----------44
VII.2.1. Profil en travers type ----------44
VII.2.2. Profil en travers courant ----------44
VII.3. Les éléments du profil en travers ----------45
VII.3.1. La chaussée ----------45
VII.3.2. La plate-forme ----------45
VII.3.3. Terre-plein central (T.P.C) ----------45
VII.3.4. La bande dérasée gauche (B.D.G) ----------45
VII.3.5. La bande médiane ----------45
VII.3.6. Le fossé ----------45
VII.3.7. L'accotement ----------46
VII.3.7.1. Berme ----------46
VII.3.7.2. Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) ----------46
VII.3.7.3. Zone de sécurité ----------46
VII.4. Les pentes transversales ----------46
VII.4.1. En alignement et en courbe non déversée ----------46
VII.4.2. En courbe déversée ----------46
VII.4.3. Changement de dévers ----------46
VII.5. Profil en travers type du notre projet ----------47

Chapitre VIII : CUBATURES ET STABILITE DU TALUS

VIII.I. CUBATURES ----------48
VIII.I.1. Introduction ----------48
VIII.I.2. Les méthodes de calcul ----------48
VIII.I.3. Description de la méthode ----------48
VIII.I.4. Application ----------48
VIII.I.4. Calcul des cubatures de projet ----------49

VIII.II. ETUDE DE STABILITE DES TALUS ----------50
VIII.II.1 Introduction ----------50
VIII.II.2. La Méthode de calcul ----------50
VIII.II.3. Analyse de la stabilité des talus ----------50
VIII.II.3.1. Caractéristiques du déblai----------50
VIII.II.3.2. Résultats d'analyse par logiciel ----------50
VIII.II.3.3. Interprétation des résultats ----------51

Chapitre IX : ASSAINISSEMENT

IX.1. Introduction ----------52
IX.2. Objectif de l'assainissement ----------52
IX.3. Etude hydrologique ----------52
IX.3.1. Climatologie ----------52
IX.3.2. Délimitation des bassins versants ----------53
IX.3.3. Caractéristiques physiques des bassins versants ----------54
IX.3.4. L'estimation des débits de crue ----------55
IX.3.5. Temps de concentration « Tc » ----------56
IX.3.6. L'intensité de pluie ----------56
IX.3.7. La fréquence f ----------57
IX.4. Étude Hydraulique ----------58
IX.4.1. Dimensionnement des buses ----------58
IX.4.2. Dimensionnement des dalots ----------59
IX.4.3. Système de drainage longitudinal----------60
IX.4.3.1. Cas Déblai entre le PK 17+575 et le PK 17+875 de longueur L= 300 m ----------60
IX.4.3.2. Fossé de pied de talus en remblai ----------63

Chapitre X : OUVRAGE D'ART

X.1. Introduction----------64
X.2. Définition d'un pont ---------- 64
X.3. Conception des ouvrages----------64
X.4. Paramètres intervenants dans le choix du type d'ouvrage----------64
X.5. Domaines privilégiés d'emploi et types d'ouvrages----------65
X.6. Présentation du L'ouvrage ----------65
X.6.1. Choix et type d'ouvrage ----------65

X.6.1.1. Variante N°1 (Pont à poutres en béton précontraint par post-tension) ----------66
X.6.1.2. Variante N°2 (Pont (caisson) ----------66
X.7. Conclusion ----------67

Chapitre XI : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XI.1. Introduction----------68
XI.2. Rôle de l'échangeur ----------68
XI.3. Les éléments de l'échangeur ----------68
XI.4. Type des échangeurs ----------68
XI.5. Règles de conception----------69
XI.6. Choix du type l'échangeur ----------69
XI.6.1. Justification du choix de ce type d'échangeur ----------69
XI.6.1.1. Etude du Traffic----------69
XI.7. Caractéristiques géométriques des bretelles ----------70
XI.7.1 Tracé des bretelles ----------70
XI.7.1.1. Enchaînement des éléments du tracé en plan ----------70
XI.7.1.2. Raccordement progressive ----------71
XI.7.1.3. Raccordement avec l'autoroute ----------71
XI.7.1.4. Zones de décélération et d'accélération ----------71
XI.7.1.4.1. La zone de décélération ----------71
XI.7.1.4.2. Zone d'accélération ----------72
XI.7.2. Profil en long d'une bretelle ----------72
XI.7.3. Profil en travers d'une bretelle ----------72
XI.8. Visibilité ----------73
XI.8.1. Visibilité sur une entrée d'autoroute ----------73
XI.8.2. Visibilité sur une sortie d'autoroute ----------73
XI.8.3. Distance de visibilité sur marquage dvm ----------74
XI.8.4. Distance de lecture (lc) ----------74
XI.9. Application du projet ----------74

Chapitre XII : SIGNALISATION

XII.1. Introduction----------75
XII.2. Règles à respecter pour la signalisation----------75
XII.3. Objectifs de la signalisation routière----------75

XII.4. Catégories de signalisation ----------75
XII.5. Type de signalisation ----------75
XII.5.1. Signalisation verticale ----------76
XII.5.1.1. Signalisation de danger ----------76
XII.5.1.2. Signalisation de prescription et d'indication ----------76
XII.5.1.3. Panneaux à simple indication ----------76
XII.5.1.4. Signalisation de direction ----------76
XII.5.2. Signalisation horizontale ----------76
XII.5.2.1. Marquages longitudinaux ----------76
XII.5.2.2. Marquage transversal ----------78
XII.5.2.3. Autre marquage ----------78
XII.6. Largeur des lignes ----------78
XII.7. Application au projet ----------78
XII.7.1. Signalisation verticale ----------78
XII.7.2. Signalisation horizontale ----------80
XII.7.3. Autres marques ----------82

Chapitre XIII : ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XIII.1. Introduction ----------83
XII.2. Objectifs de l'étude d'impact ----------83
XII.3. Identification des impacts d'un projet routier sur l'environnement ----------83
XIII.4. Les impacts ----------83
XIII.4.1. L'impact sur le paysage ----------83
XIII.4.2. L'impact sur la nature ----------84
XIII.4.2.1. Pollution de l'eau ----------84
XIII.4.2.2. Pollution de L'air ----------84
XIII.4.2.3. La faune ----------84
XIII.4.2.4. Impacte sur la flore ----------84
XIII.4.3. Impact sur le cadre humain ----------85
XIII.4.3.1. Le bruit ----------85
XIII.4.3.2. La destruction ----------85
XIII.5. Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs ----------85
XIII.6. Conclusion ----------86

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ----------87

CONCLUSION GENERALE ----------90

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE : FISSURATION DES CHAUSSEE SOUPLES

1. Introduction----------91

2. Les caractéristiques de fissures ----------91

3. Les types de fissuration Pour les chaussées souples ----------91

a) Fissures longitudinales----------91

b) Fissures transversales----------92

c) Faïençage----------92

d) Les fissures polygonales----------93

e) Réseaux de fissures paraboliques----------94

f) Lézardes----------94

g) Fissures en forme de croissant----------95

4. Les solutions possibles----------95

4.1. Utiliser des matériaux de qualité ----------95

4.2. Assurer un drainage adéquat ----------95

4.3. Effectuer un entretien régulier ----------95

4.4. Renforcer la chaussée avec des géotextiles----------95

Liste des tableaux :

Chapitre I : Présentation du projet

Tableau I.1 : Données climatiques à BATNA----------2

Chapitre II : Etude de trafic

Tableau II. 2 : Capacités pratiques des routes----------6
Tableau II. 3 : Coefficient « K1» ----------6
Tableau II. 4 : catégories des routes----------6
Tableau II. 5 : Coefficient d'équivalence du poids lourds----------8

Chapitre III : Tracé en plan

Tableau III.1 : Contraintes prises en compte pour l'optimisation du tracé ----------10
Tableau III.2 : Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan ---------- 11
Tableau III.3 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan ----------11
Tableau III.4 : Description géométrique du tracé en plan----------11
Tableau III.5 : Les données de l'axe à calculer----------13

Chapitre IV : Profil en long

Tableau IV.1: Valeurs limites du profil en long (ICTAAL) ----------17
Tableau IV.2: Eléments géométrique du profil en long ----------18
Tableau IV.3 : Les données de l'axe à calculer----------18

Chapitre V : étude géotechnique

Tableau V.1 : coordonnées des puits ----------21
Tableau V.2 : Résultat des essais in situ ----------22
Tableau V.3 : Résultat des essais physiques ----------24
Tableau V.4 : Résultat des essais mécaniques ----------25
Tableau V.5 : Résultat de classification GTR----------25
Tableau V.6 : Données pour la classification de sol ----------26
Tableau V.7 : Tableau de Classe A (sols fins) ----------27
Tableau V.8 : Condition d'utilisation des matériaux en remblais ----------28
Tableau V.9 : Condition d'utilisation des matériaux en couche de forme ----------29

Chapitre VI : dimensionnement du corps de chaussés.

Tableau VI.1 : Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés ----------33
Tableau VI.2 : Récapitulatif des résultats « CBR » ----------35
Tableau VI.3 : Choix du type de réseaux principaux ----------36
Tableau VI.4 : Classe TPLi pour RP1----------37
Tableau VI.5 : Les zones climatiques de l'Algérie----------37
Tableau VI.6 : Classes de sol-support----------37
Tableau VI.7 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité----------38

Tableau VI.8 : Zone climatique ----------39
Tableau VI.9 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux----------40
Tableau VI.10 : Risque adopté----------40
Tableau VI.11 : Valeurs de t = f(r%) ----------40
Tableau VI.12 : Simulation par ALIZE-LCPC de structure 1 ----------42
Tableau VI.13 : Performances mécaniques des matériaux non traités----------42
Tableau VI.14 : Simulation par ALIZE-LCPC de structure 2 ----------43

Chapitre VII : Profil en travers

Tableau V.1 : Paramètres géométriques du profil en travers----------47

Chapitre VIII : Cubatures et étude de stabilité des talus

Tableau VIII.1 : Volume des cubatures----------49
Tableau VIII.2 : Caractéristiques du déblai de PK 17+575 à 17+875----------50

Chapitre IX : Assainissement

Tableau IX.1: caractéristiques des stations pluviométriques dans la zone du projet 80-------53
Tableau IX.2: caractéristiques morphométriques des Bassins Versants ----------54
Tableau IX.3: Valeurs du coefficient C1 ----------55
Tableau IX.4: Valeurs du coefficient C2 ----------56
Tableau IX.5: Valeurs du coefficient C3 ----------56
Tableau IX.6: Valeurs des paramètres de Montana pour la station de BATNA FERME EXP ---57
Tableau IX.7 : débit, temps de concentration de chaque bassin pour les différentes périodes de retour ----------58
Tableau IX.8 : type et dimension d'ouvrage adopté vitesse et condition d'auto-curage des ouvrages adoptés aux niveaux des bassins versant ----------60
Tableau IX.9 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée--61
Tableau IX.10 : récapitulatif des résultats des débits des SBV----------61
Tableau IX.11 : Récapitulatif des résultats des débits des SBV ----------63

Chapitre XI : conception de l'échangeur

Tableau XI.1 : Valeurs limites des rayons des bretelles----------70
Tableau XI.2 : caractéristique géométrique du profil en long d'une bretelle----------72
Tableau XI.3 : caractéristique géométrique du profil en travers ----------72
Tableau XI.4 : Dévers de la chaussée----------73
Tableau XI.5 : caractéristiques des bretelles----------74

Chapitre XII : Signalisation

Tableau XI.1 : Caractéristiques des lignes discontinues----------77

Chapitre XIII : Etude d'impacts sur l'environnement

Tableau XIII.1 : Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs ----------85

Devis quantitatif et estimatif

Devis quantitatifs et estimatifs ----------87

Liste des figures :

Chapitre I : Présentation du projet

Figure I.1 : Situation géographique de la willaya de Batna ----------1
Figure I.2 : Réseau routier de BATNA ----------2
Figure I.3 : Le tracé du projet ----------3
Figure I.4 : Le tracé du tronçon à étudier ----------3

Chapitre III : Tracé en plan

Figure III.1 : Géométrie de la clothoïde ----------12

Chapitre IV : Profil en long

Figure IV.1 : schéma illustratif d'un rayon concave ----------18

Chapitre V : Etude géotechnique

Figure V.1 : Classification du matériau selon GTR ----------26

Chapitre VI : dimensionnement du corps de chaussés

Figures VI.1 : Différents type de chaussée et leurs structures ----------30
Figures VI.2 : Les éléments de corps de chaussée souple ----------32
Figures VI.3 : Différentes couches de la chaussée ---------- 35
Figures VI.4 : Organigramme de la démarche du catalogue (CTTP) ----------36
Figures VI.5 : Les choix de dimensionnement par la méthode du catalogue----------38
Figures VI.6 : Résultats obtenus par ALIZEE-LCPC de structure1 ----------42
Figures VI.7 : Résultats obtenus par ALIZEE-LCPC de structure2 ----------43

Chapitre VII : Profil en travers

Figures VII.1 : Différents types de profil en travers ---------- 44
Figures VII.2 : Profil en travers type ----------45

Chapitre VIII : Cubatures et étude du stabilité des talus

Figures VI.1 : Profil en long d'un tracé donné ----------48
Figures VI.2 : Analyse de stabilité déblais PK 17+575 à 17+875 ----------51

Chapitre IX : Assainissement

Figures IX.1 : position de la station pluviométrique 070316 dans la carte du réseau de mesure ANRH ----------53
Figures IX.2 : Carte représentant les bassins versant de notre Zone ---------- 54

Figures IX.3 : tracé des courbes IDF de la station de BATNA FERME EXP L'échelle des abscisses est une échelle logarithmique----------57
Figures IX.4 : Buse ----------58
Figures IX.5 : Dalot ----------59
Figures IX.6 : Dimension du fossé ----------62

Chapitre X : Ouvrage d'art

Figure IX.1 : Choix du type de pont en fonction des portées des travées principales ---------65

Chapitre XI : conception de l'échangeur

Figure XI.1 : Schémas des types d'échangeurs----------68
Figure XI.2 : Dispositif de sortie de l'autoroute ----------71
Figure XI.3 : Dispositif d'entrée sur l'autoroute ----------72
Figure XI.4 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute ----------73
Figure XI.5 : Visibilité sue une sortie d'autoroute ----------73
Figure XI.6 : Conception en plan de l'échangeur ----------74

Chapitre XII : Signalisation

Figure XII.1 : Types de modulation ----------77
Figure XII.2 : Signaux d'avertissement de danger ----------79
Figure XII.3 : Signaux de priorité----------79
Figure XII.4 : Signaux d'interdiction ou de restriction ----------79
Figure XII.5 : Signaux d'obligation ----------79
Figure XII.6 : Signaux de direction et des indications ----------80
Figure XII.7 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé ----------80
Figure XII.8 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé avec affectation de voies ---81
Figure XII.9 : Sans affectation de voies ----------81
Figure XII.10 : mémés nombre de voies----------81
Figure XII.11 : Nombre de voies inférieur ----------81
Figure XII.12 : Schémas de marquage avec hachures ----------82
Figure XII.13 : Flèches de sélection ----------82

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE

Figure 1 : Fissures longitudinales ---------- 91
Figure 2 : Fissures transversales ---------- 92
Figure 3 : Faïençage ----------93
Figure 4 : fissures polygonales ----------93
Figure 5 : fissures paraboliques ----------94
Figure 6 : Lézardes ----------94
Figure 7 : Fissures en forme de croissant ----------95

Acronymes :

BAU : bande d'arrêt d'urgence.

BDG : bande dérasée gauche.

BB : béton bitumineux.

CBR : (Californian-bearing - ratio).

CF : couche de forme.

CS : couche de surface.

CTTP : contrôle technique des travaux publics.

BB : béton bitumineux.

GB : grave bitume.

G.N.T : grave non traitée.

TVC : Tous venant de carrières.

GTR : guide de terrassement routier.

IP : indice de plasticité.

B40 : règlement technique d'aménagement des routes.

ARP : Aménagement des Routes Principales.

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

PK : point kilométrique.

TN : Terrain Naturel.

TPC : terre-plein central.

T.M.J.A : Trafic moyen journalier annuel.

PFi : classe de plateforme.

TPLi : la classe de trafic.

RN : route nationale

RPi : Réseau principal de niveau i.

SPT : Le standard pénétromètre.

Sol.S : sol support.

U.V.P : Unité de véhicule particulier.

VBS : valeur de bleu de méthylène.

Symboles :

PL : poids lourds.

TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TMJA0 : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'années.

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.

Cth : capacité théorique du profil en travers en régime stable.

N : nombre de voies.

S : le coefficient de dissymétrie.

Qadm : débit admissible par voie

εz : déformation verticale

εt : déformation horizontale.

Vb : vitesse de base (km/h).

Rm : rayon minimal.

Rnd : rayon non déversé.

dmin : dévers minimal.

dmax : dévers maximal.

L : Longueur de raccordement.

T : tangente.

б : angle polaire.

G : gisement.

Wp : Limite de plasticité.

Wl : Limite de liquidité.

P : L'indice de plasticité.

Ic : l'indice de consistance.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

P : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

Si : portance du sol terrassé.

Sj : la classe du sol support visée.

Eeq : épaisseur équivalent.

Hmax : altitude maximale (m).

Hmin : altitude minimale (m).

I : pente longitudinale du thalweg

Tc : temps de concentration.

L : longueur du bassin (km).

I : pente moyenne du BV (m/m).

Qa : débit d'apport

Qs : débit de saturation.

It : intensité de la pluie, mm/h.

C : coefficient de ruissellement.

K : coefficient de conservation.

A : 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.

V : vitesse d'écoulement.

Rh : Rayon hydraulique.

Kst : coefficient de Manning Strickler.

Qc : débit rapporté par la chaussée.

QA : débit rapporté par l'accotement.

Qt : débit rapporté par le talus.

Ac : Surface de la chaussée.

AAcc : Surface de l'accotement.

At : Surface du talus.

Cc : coefficient de ruissellement de la chaussée

THT : total hors taxes.

TTC : toutes taxes compris.

TVA : taxe sur la valeur ajoutée.

Chapitre I : PRESENTATION GENERALE

Chapitre I : Présentation générale

I.1. Introduction :

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie social.

C'est pour cela que l'état algérien a pris la politique de construire les routes pour arriver aux zones agricoles et aux zones industrielles en commençant par rétablir et aménager le réseau routier que le colonialisme a laissé et peu à peu après pour atteindre un certain développement économique. On a commencé à réaliser de grandes infrastructures et parmi celles-ci on trouve l'autoroute Est-Ouest qui relie plusieurs wilayas du nord du pays.

Après la réalisation de l'autoroute Est-Ouest, les autoroutes Algériennes trouvent qu'il est nécessaire de relier cette autoroute aux différents points de l'Algérie du sud pour mieux profiter au sens du développement, et lorsque la wilaya de Batna est considérée comme la porte du Sud, qui nous poussons de créer une pénétrante qui reliera l'autoroute Est-Ouest avec cette wilaya.

I.2. Présentation de la wilaya :

I.2.1. Situation géographique :

La wilaya de Batna est située au nord-est de l'Algérie, dans la région des Aurès. Elle est délimitée :

- Au nord-est, par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi.
- À l'est, par la wilaya de Khenchela.
- Au sud, par la wilaya de Biskra.
- À l'ouest, par la wilaya de M'sila.
- Au nord-ouest, par la wilaya de Sétif.
- Au nord-est, par la wilaya de Constantine.

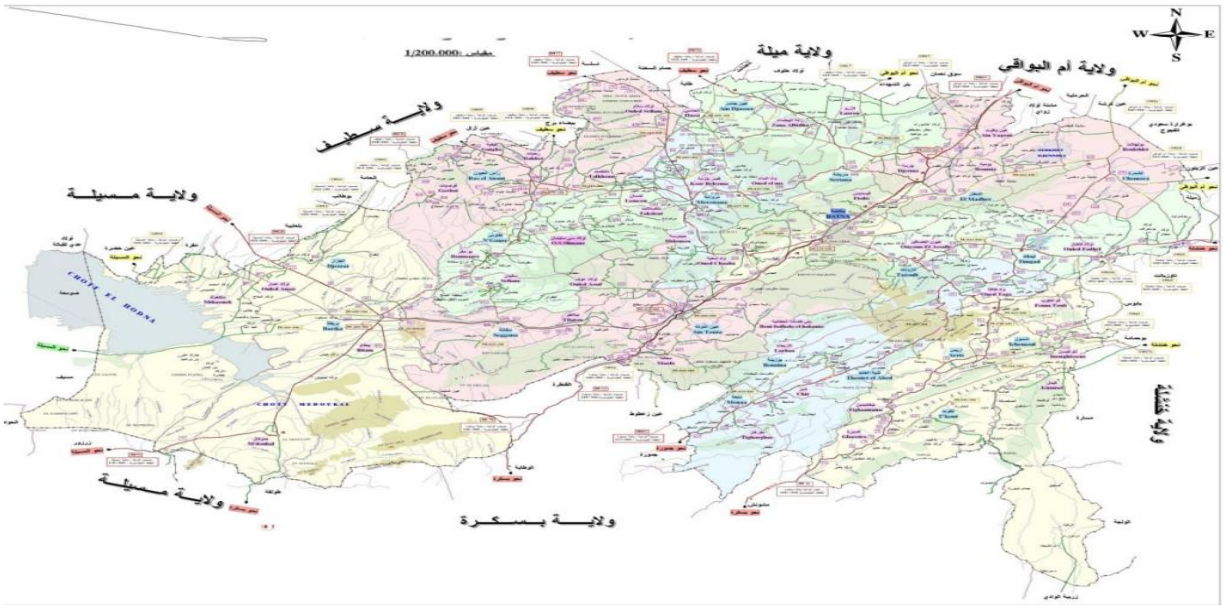


Figure I.1 : Situation géographique de la willaya de Batna.

I.2.2. Le climat :

Climat de la ville de Batna est celui d'une région semi -aride. La température moyenne est de 4°C en janvier et de 35°C en juillet.

Durant l'hiver la température descend en dessous de zéro la nuit avec souvent des gelées (présence de verglas sur les chaussées). Durant l'été la température peut atteindre les 45°C à L'ombre.

La pluviométrie moyenne est de 210 mm par an, alors que la neige très rare, ces dernières années, ne fait son apparition que pendant quelques jours seulement.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	2	3	4	7	12	17	20	20	16	11	6	3	10
Température moyenne (°C)	5	6	8	12	17	22	26	25	21	15	10	6	15
Température maximale moyenne (°C)	8	10	12	16	21	27	32	31	26	20	13	10	19
Record de froid (°C)	−7	−11	−6	−2	−1	6	8	10	6	0	−3	−7	−11
Record de chaleur (°C)	22	22	25	30	36	37	40	38	38	32	27	30	40
Précipitations (mm)	40	20	30	40	60	20	10	20	50	25	35	40	390

Tableau I.1: Données climatiques à Batna.

I.2.3. Réseau routier :

Le Réseau routier de la wilaya de Batna à une longueur totale de 3 506,00 Km, répartis comme suit :

- Routes nationales : 804 km.
- Chemins de wilaya : 650 km.
- Chemins communaux : 1334 km.
- Pistes : 720 km.

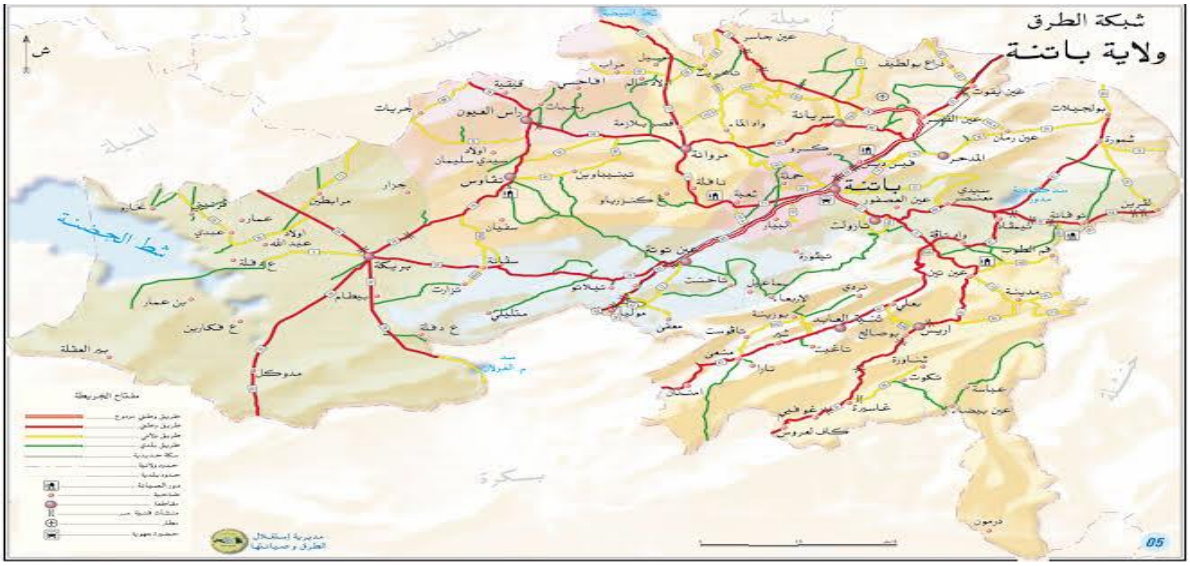


Figure I.2 : Réseau routier de Batna.

I.3. Présentation de projet :

I.3.1. Localisation du projet :

Le tracé de cette pénétrante travers les territoires des wilayas de Mila, d'Oum-El-Bouaghi Batna, depuis la sortie autoroutière de Chelghoum-Laïd, jusqu'à la ville de Batna, en croisant les dédoublements de la RN3 en direction de Constantine et de la RN75 en direction de Sétif.



Figure I.3 : Le tracé du projet.

I.3.2. Présentation du tronçon à étudier :

Le tronçon routier étudier de 11 km du premier lot qui reliant la ville de Batna Bir-Echouhada sur 20 km, le tronçon qui débutera au niveau de PK 11+000 allant vers le point d'arrivée PK 22+000. Ce tronçon est recoupe avec la CW7 au Pk 15+525 qui nécessite la construction d'un échangeur.



Figure I.4 : Le tracé du tronçon à étudier.

I.3.3. Objectif du projet :

Notre projet vise à :

- Relier la wilaya de BATNA à l'autoroute Est-Ouest.
- Soulager la saturation sur le réseau central du pays.
- Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers.
- Améliorer l'accessibilité aux zones d'activités et aux zones touristiques.
- Améliorer le cadre de vie des riverains.
- Accroitre l'efficacité économique du système de transport.
- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique de la wilaya de BATNA.

Chapitre II :
ETUDE DE TRAFIC

II.1. Introduction :

Il est nécessaire de quantifier les déplacements existants et à venir. La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant.

Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

Dans le cas particulier de la route, l'étude de circulation s'appuiera essentiellement sur une étude de trafic.

Cette étude a été fait par groupement ANAS I.E- LNHC, Qui permettra de définir le type d'aménagement à réaliser (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic est constituée des étapes suivantes :

- Reconstitution de la situation actuelle.
- Prévisions du trafic.
- Modélisation, simulation et évaluation de la rentabilité socio-économique du contournement.
- Les statistiques générales.
- Le comptage sur route (manuel ou automatique).
- Une enquête de circulation.

II.2. Diffèrent types de trafic :

Trafic normal : c'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.

Trafic induit : c'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement vers d'autre déviation.

Trafic dévié : c'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée qui n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

Trafic total : C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie en plus du trafic normal.

II.3. Analyse du trafic :

On peut connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic par différents procèdes qui peuvent être un :

- Comptages manuels.
- Comptages automatiques.

En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

II.4. Calcul de la capacite :

Ces valeurs sont valables pour des sections en rase campagne, hors zones de carrefour et pour des régions relativement plates. Unité : **UVP / jour**.

➢ Si on raisonne sur les débits journaliers les résultats sont les suivants pour une route à une seule chaussée à deux ou trois voies de 3,50 m, ou pour des chaussées séparées de 2xn voies.

Type de voie	Seuil de gêne	Seuil de saturation
2 voies	8500	15000
3 voies	12000	20000
2x2 voies	25000	45000
2x3 voies	**40000**	**65000**

Tableau II.1 : Capacités pratiques des routes.

II.4.1. Le débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K1.K2.Cth$$

K1 : coefficient lié à l'environnement.
K2 : coefficient de réduction de capacité.
Cth : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

- 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/voie/sens.**

La capacité théorique : **Cth = 1500** (**E1**, **C1** et pour une chaussée séparée à 2 voies)

Environnement	**E1**	E2	E3
K1	**0.75**	0.85	0.9 à 0.95

Tableau II.2 : Coefficient « K1 ».

Les valeurs usuelles de K2 sont données par le tableau suivant :

	Catégorie de la Route				
Environnement	**1**	2	3	4	5
E1	**1.00**	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II.3 : catégories des routes.

Les coefficients correcteurs :

K1= 0.75 pour E1.
K2= 1 pour E1 et C1.

II.4.2. Le débit de pointe horaire normal :

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon :

Il est donné par la formule :

$$Q = (1/n).\ T_{eff}$$

Exprimé en **UVP/h**

Le **n** varie de **6** à **8**, on prend généralement **n = 8** ce qui donne :

D'où :

« 1/n » : coefficient de pointe horaire pris est égal à **0.12**

II.4.3. Calcul le nombre de voies :

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

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

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S\times (Q / Q_{adm})$

Avec :

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

II.5. Application sur notre projet :

II.5.1. Données du trafic :

- Année de Mise en service : 2025
- $TMJA_{2015}$ = 10796.5 v/j
- Durée de vie = 20 ans
- Taux d'accroissement géométrique : τ = 3.5 %
- Le pourcentage des poids lourds : Z = 20 %

II.5.2. Le trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service :

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

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.
$TJMA_o$: le trafic à l'année de référence.
n : nombre d'année est : **n** = 2025-2015 donc **n = 10 ans**
τ : taux d'accroissement du trafic (%).

$TJMA_{2025} = TJMA2015 \times (1+\tau)^n$

$TJMA_{2025} = 10796.5 \times (1+0.035)^{10}$

$TJMA_{2025} = 15229.53$ v/j

$TJMA_{2045}$ = TJMA2025 × $(1+\tau)^{n}$
$TJMA_{2045}$ = 15229.53 × $(1+0.035)^{20}$
$TJMA_{2045}$ = 30303.55 v/j

II.5.3. Le trafic effectif :

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

Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{Teff = [(1 - Z) + P.\ Z].\ TJMA_h}$$

Le coefficient d'équivalence de poids lourd : Pour une route à bonne caractéristique et un environnement **E1** on a **P=3**

Environnement	**E1**	E2	E3
Routes à bonnes caractéristique	**2-3**	4-6	8-12
Routes étroites	3-6	6-12	16-24

Tableau II.4 : Coefficient d'équivalence du poids lourds.

$Teff = [(1 - Z) + Z.P].\ TJMA_h$
$Teff_{2045}$ = $[(1 - Z) + P.Z] \times TJMA_{2045}$
$Teff_{2045}$ = $[(1 - 0.2) + 3\times0.2] \times 30303.55$
$Teff_{2045}$ = 42424.97 uvp /j

II.5.4. Calcul Le débit de pointe horaire normale :

Q_n = 0.12.Teff
Q_{2045} = 0.12×42424.97
Q_{2045} = 5090.99 uvp/h

II.5.5. Calcul le débit horaire admissible :

Q_{adm} = k1 × k2 × Cth
Q_{adm} = 0.75×1×1500
Q_{adm} =1125 uvp/h

II.5.6. Calcul Le nombre de voie :

Cas d'une chaussée unidirectionnelle Pour ce cas c'est une pénétrante donc une chaussée unidirectionnelle Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport.

$$N = S\frac{Q}{Qadmissibl}$$

$N = \frac{2}{3}\left(\frac{5090.99}{1125}\right) = 3.016$ donc **N = 3 voies**

Le nombre de voies est égal à **2 * 3 voies.**

II.5.7. L'année de saturation :

$Teff_{2025} = [(1 - Z) + P.Z] \times TJMA_{2025}$

$Teff_{2025} = [(1 - 0.2) + 3 \times 0.2] \times 15229.53$

$Teff_{2025} = 21321.34$ uvp/j

$Q_{2025} = 0.12. Teff_{2025}$

$Q_{2025} = 0{,}12 \times 21321.34$

$Q_{2025} = 2558.56$ uvp/h

$Q_{sat} = 6 \times Qadm$

$Q_{sat} = 6 \times 1125$

$Q_{sat} = 6750$ uvp/h

$Q_{Saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2025}$

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

$$n = \frac{ln(\frac{6750}{2558.56})}{ln(1+0.035)} = 28 \text{ ans}$$

Donc l'année de saturation = **2025+28=2053**

II.6. Conclusion :

Donc, d'après le calcul de la capacité de la pénétrante, on concluants que son profil en travers est de **2× 3 voies** de **3,5 m** de largeur. La saturation surviendra **28 ans** pour **2× 3 voies**.

Chapitre III :
TRACE EN PLAN

III.1. Introduction :

Le tracé en plan est une projection horizontale de l'axe de l'autoroute sur le plan topographique tout en définissant les différents éléments constituants. Il s'agit en effet, l'alignement, et les éléments courbures ainsi que les liaisons de raccordement.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque environnement.

Le but de ce chapitre est d'élaborer le tracé en se basant sur les règles de conception qui sont tirées de l'ICTAAL (**I**nstruction sur les **C**onditions **T**echniques d'**A**ménagement des **A**utoroutes de **L**iaison) rapporté par SETRA en 12 décembre 2000.

III.2. Les règles à respecter pour le tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans **l'ICTAAL 2000 (I**nstructions sur les **C**onditions **T**echniques d'**A**ménagement des **A**utoroutes de **L**iaison**)**, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation.

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

- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles et surtout les arboricoles.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter la construction des ouvrages d'art sinon on essaie de les franchir perpendiculairement pour minimiser les couts.

III.3. Contraintes rencontrées lors de l'élaboration de notre tracé :

Section (PK)	Contraintes
PK 11+000 m	Croisement d'une route
PK 12+437 m	Croisement d'une route
PK 14+225 m au PK 14+975 m	Oued Maader
PK 15+525 m	CW07
PK 16+750 m	Croisement d'une route
PK 19+525 m	Croisement d'une route
PK 20+200 m	Croisement d'une route

Tableau III.1 : Contraintes prises en compte pour l'optimisation du tracé.

III.4. Choix de la catégorie :

Le choix de la catégorie doit être le résultat de l'appréciation du niveau des caractéristiques géométriques à adapter ; selon l'environnement dans lequel s'inscrit le tracé (relief, occupation du sol …etc.), **l'ICTAAL** a prévu deux catégories distinctes :

L1 : appropriée en région de plaine ou vallonnée ou les contraintes de relief sont modérées.
L2 : mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'elle implique.

Ces catégories L1 et L2 sont respectivement appropriées à des vitesses maximales autorisées de 130 et 110 km /h.

Quand il y'a lieu d'enchainer des sections avec des catégories différentes, les axes doivent présenter une dizaine de kilomètre de longueur au minimum et le respect des règles d'enchainement des éléments doit assurer de bonnes conditions de transition.

III.5. Géométrie en plan :

En première approximation, le tracé de l'axe de route est composé d'une succession de lignes droites raccordées par des cercles, mais la pratique des grandes vitesses et l'existence des petits rayons a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement progressif entre les précédents qui est la clothoïde.

Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pout déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Les éléments du tracé en plan ont été conçus selon les critères de conception décrits dans la section précédente sur les normes géométriques comme suit :

III.5.1. Les alignements :

Il existe une longueur minimale d'alignement L min qui devra séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

Vitesse de base	VB (km /h)	130 Km/h.
La longueur minimale	Lmin (m)	200 m

Tableau III.2: Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan (source ICTAAL 2000)

III.5.2. Les valeurs des rayons :

Catégorie		L1
Rayon minimale	Rm (m)	600 m
Rayon minimale non déversé	Rnd (m)	1000 m
Rayon minimum sans courbe de transition	1.5Rnd (m)	1500 m

Tableau III.3 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2000)

Récapitulatif des éléments géométriques retenus :

Localisation	Elément géométrique utilisé	Caractéristique et valeur
PK 11+00.0 m au PK 12+ 241.12 m PK 12+ 241.12 m au PK 13+419.34 m	Droite L = Arc R =	1242.1163 m 2000.0000 m
PK 13+419.34 m au PK 13+628.90 m PK 13+628.90 m au PK 14+960.25 m	Droite L = Arc R =	209.5571 m 1800.0000 m

PK14+960.25 m au PK 17+12.29 m PK 17+12.29 m au PK 17+123.40 m PK 17+123.40 m au PK 17+231.85 m PK 17+231.85 m au PK 17+342.96 m	Droite L = Clothoïdes L = Arc R = Clothoïdes L =	2052.0385 m 111.1111 m 1000.0000 m 111.1111 m
PK 17+342.96 m au PK 18+105.42 m PK 18+105.42 m au PK 18+200.00 m PK 18+200.00 m au PK 18+270.01 m PK 18+270.01 m au PK 18+363.63 m	Droite L = Clothoïdes L = Arc R = Clothoïdes L =	762.4631 m 93.6250 m 800.0000 m 93.6250 m
PK 18+363.63 m au PK 19+677.46 m PK 19+677.46 m au PK 19+778.67 m PK 19+778.67 m au PK 20+668.99 m	Droite L = Arc R = Droite L =	1313.8308 m 1600.0000 m 890.3207 m

Tableau III.4 : Description géométrique du tracé en plan.

III.5.3. Les raccordements progressifs :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul.

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Les courbes de rayon inférieur à 1,5Rnd sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes). Il faut d'après **l'ICTAAL2000** que la longueur est au moins égale au :

MAX : {14 |Δδ| et R/9}

Où **R** note le rayon de courbure en (m), et **Δδ** la différence des pentes transversales (en %) éléments du tracé raccordés.

Tel que : $|\Delta\delta|=|\delta_1 - \delta_0|$

- ✓ **δ_1 :** représente la pente transversale initiale.
- ✓ **δ_0 :** le divers de la courbe.

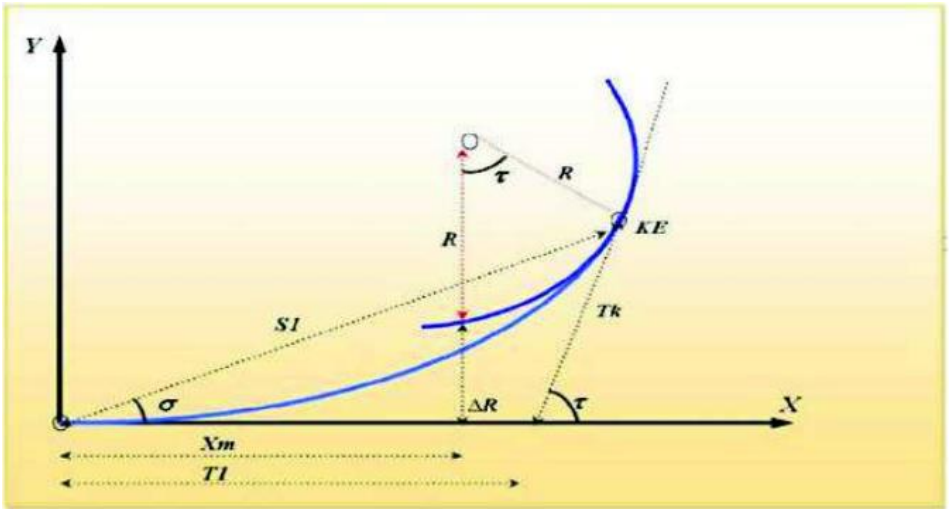


Figure III.1: Géométrie de la clothoïde.

- **R** : rayon du cercle.
- **L** : longueur de la branche de clothoïde.
- **A** : paramètre de la clothoïde.
- **KA** : origine de la clothoïde.
- **KE** : extrémité de la clothoïde.
- **ΔR** : ripage.
- **τ** : angle des tangentes.
- **TC** : tangente courte.
- **TL** : tangente longue.
- **σ** : angle polaire.
- **SL** : corde **KE –KA**.
- **M** : centre du cercle d'abscisse Xm.
- **X** : abscisse de KE
- **Xm** : abscisse du centre du cercle **M** à partir de **KA**
- **Ym** : ordonnée du centre du cercle **M** à partir de **KA**.

❖ **Rôle et nécessité des courbes de raccordement :**

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

- ✓ Stabilité transversale du véhicule.
- ✓ Confort des passagers du véhicule.
- ✓ Transition de la forme de la chaussée.

III.6. Exemple de calcul manuel de l'axe en plan :

On a un rayon R =1000 m < 1.5Rnd = 1500 m donc on a un clothoïde

Les cordonnées des sommets sont comme suit :

Point	X (m)	Y (m)	R (m)	VB (km /h)
P1	253675.9835	3968231.7174	1000	130
P2	253536.2205	3968379.1293		
P3	253463.2476	3968568.7050		

Tableau III.5 : Les données de l'axe à calculer.

❖ **Calcul de L :**

D'après l'ARP, la formule de la longueur de clothoïde est comme suit :

MAX : {14 |Δδ| et **R/9}**

Tel que : |Δδ | = | δ1 – δ0|

Si Rm < R < 1.5Rnd :

$$\boldsymbol{\delta 1 = dmax + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{Rm}\right)\frac{dmax - dRnd}{\frac{1}{Rm} - \frac{1}{Rnd}}}$$

dmax= 7 %
dRnd = -2.5 %

Rm = 600 m < R = 1000 m < 1.5Rnd = 1500 m

$\delta_1 = 0.07 + (\frac{1}{1000} - \frac{1}{600}) \frac{0.07+0.025}{\frac{1}{600}-\frac{1}{1000}} = 1.06\ \%$

$|\Delta\delta| = |\ 1 + 2.5\ | = 3.5\ \%$

MAX : {49.84 m et 111.11 m}

Alors L = 111.11 m

- **Calcul des gisements :**

P1-P2 :

| ΔX1 | = | XP2 –XP1 | = 139.763 m
| ΔY1 | = | YP2 –YP1 | = 147.4119 m

$G_{P2}^{P1} = 200 + \text{arctg} \left| \frac{\Delta X1}{\Delta Y1} \right| = 248.30$ grades

$G_{P1}^{P2} = \text{arctg} \left| \frac{\Delta X1}{\Delta Y1} \right| = 48.30$ grades

P2-P3 :

| ΔX2 | = | XP3 –XP2 | = 72.9729 m
| ΔY2 | = | YP3 –YP2 | = 189.5757 m

$G_{P3}^{P2} = 200 + \text{arctg} \left| \frac{\Delta X2}{\Delta Y2} \right| = 223.39$ grades

$G_{P2}^{P3} = \text{arctg} \left| \frac{\Delta X2}{\Delta Y2} \right| = 23.39$ grades

P1-P3 :

| ΔX3 | = | XP3 –XP1 | = 212.7359 m
| ΔY3 | = | YP3 –YP1 | = 336.9876 m

$G_{P3}^{P1} = 200 + \text{arctg} \left| \frac{\Delta X3}{\Delta Y3} \right| = 235.85$ grades

$G_{P1}^{P3} = \text{arctg} \left| \frac{\Delta X3}{\Delta Y3} \right| = 35.85$ grades

- **Calcul des angles :**

$\gamma = G_{P2}^{P1} - G_{P3}^{P2} = |\ 248.30 - 223.39\ | = 24.91$ grades

- **Calcul de tangente :**

T=tan (γ/2) ×R = tan (24.91 /2) × 1000 = 158.54 m

- **Calcul la longueur d'arc :**

Larc = $\boldsymbol{\pi}$ × R $(\frac{\gamma}{200})$ = $\boldsymbol{\pi}$ × 1000 $(\frac{24.91}{200})$ = 313.03m

- **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$KA_1 = Xk_1$ = XP2 -T Sin (G_{P1}^{P2}) = 253427.149 m

KA_1= Yk_1 = YP2 – T cos (G_{P1}^{P2}) = 3968264.071 m

KA_1= (Xk_1 ; Yk_1) = (253427.149 m ; 3968264.071 m)

KE_1=XE_1= X P2 -T Sin (G_{P2}^{P3}) = 253497.2731 m

KE_1=YE_1= Y P2 -T Cos (G_{P2}^{P3}) =3968231.17 m

KE_1= (XE_1 : YE_1) = (253497.2731 m ; 3968231.17 m)

III.7. Conclusion :

Le traitement de l'axe en plan est réalisé automatiquement à l'aide de logiciel Autopiste ainsi manuellement dont paramètres des éléments du tracé sont donnés dans l'annexe.

Chapitre IV :
PROFIL EN LONG

IV.1. Introduction :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le profil en long est toujours composé des éléments des lignes droites raccordés par des cercles.

On rapporte dans ce chapitre les conditions et les normes à respecter pour l'élaboration du profil en long. On présente les résultats élaborant.

IV.2. Règles à respecter pour le profil en long :

Parmi les règles qu'il faut les tenir en compte on peut citer :

- Adaptation au relief et à l'environnement.
- Suivre le terrain naturel afin d'optimiser les mouvements de matériaux.
- Utilisation des grands rayons verticaux.
- Assurer la coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Respecter la valeur maximale et minimale de déclivité.
- Adaptation aux réseaux divers (gazoducs, réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...).
- Gabarits exigés à l'intersection avec des routes et des oueds.

IV.3. 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 (ICTAAL2000), à savoir : Les déclivités maximale et minimale ainsi que les rayons minimaux en angle saillant et en angle rentrant.
- Rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et les volumes de remblais.
- Eviter d'introduire un point bas en déblai pour éviter les problèmes d'écoulement des eaux et les problèmes de terrassements.
- Eviter les hauteurs excessives de remblai (difficulté de stabilisation).
- Coordonner le tracé en plan et le profil en long.

IV.4. Les paramètres du profil en long :

Les paramètres de profil en long doivent respecter les valeurs limités données selon L'ICTAAL :

IV.4.1. Déclivités :

Et comme notre projet est de catégorie L1 selon l'ICTAAL alors les valeurs de déclivités sont comme suites :

IV.4.1.1. Déclivité minimale :

La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas pour l'écoulement des eaux de pluies, 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 minimum : imin = 0.5%.

IV.4.1.2. Déclivité maximale :

La déclivité maximale dépend de :

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

Toute fois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire La déclivité maximum. Déclivité maximum : imax = 5%.

IV.4.2. Raccordement en profil en long :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long. A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être raccordé par une courbe de grand rayon qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

On distingue deux types de raccordement :

IV.4.2.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimaux admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

La conception doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

IV.4.2.2. Raccordement concave (angle rentrant) :

Dans un raccordement concave, les conditions de confort et de visibilité de jour ne sont pas déterminantes, par contre on a un problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées. Pour une catégorie **L1** les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant :

Catégorie	L1
Déclivité maximale	5 %
Déclivité minimale	0.5%
Rayon min en angle saillant	12500 m
Rayon min en angle rentrant	4200 m

Tableau IV.1: Valeurs limites du profil en long (ICTAAL).

❖ Les éléments géométriques du Profil en long :

Pente Raccordement parabolique	-0.72 % 10000 m
Pente Raccordement parabolique	-1.564 % -18000 m
Pente Raccordement parabolique	-0.637 % -13000 m
Pente Raccordement parabolique	0.658 % 8000 m
Pente Raccordement parabolique	-1.179 % 6000 m
Pente Raccordement parabolique	-4.609 % -12550 m
Pente Raccordement parabolique	0.728 % -20000 m

Tableau IV.2: Eléments géométrique du profil en long.

IV.5. Exemple de calcul manuel d'axe de profil en long (Cas d'un rayon concave) :

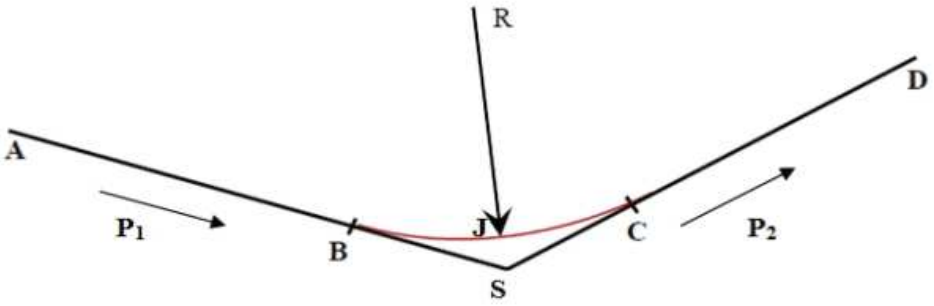


Figure IV.1 : schéma illustratif d'un rayon concave.

Les points du profil en long :

Point	X (m)	Z (m)	R (m)	VB (km /h)
Sa	11754.523	806.870	10000	130
Ss	11822.133	806.323		
Sd	11889.742	806.690		

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

❖ **Calcul des pentes :**

P1 = $\frac{Zs-Za}{Xs-Xa}$ = -0.81 %.

P2 = $\frac{Zd-Zs}{Xd-Xs}$ = 0.54 %

❖ **Calcul des tangentes :**

T= $\frac{R}{2}$ × (| P1| ±| P2|) = 67.5

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

❖ **Calcul de la flèche BX :**

Bx = $\frac{T^2}{2R}$ ⇒ Bx = 0.23

❖ **Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

Xb = Xs - T = 11754.633

Zb = Zs + T×| P1| = 806.870

B = (11754.633 ; 806.870)

Xc = Xs + T = 11889.633

Zc = Zs - T×| P2| = 805.959

C = (11889.633 ; 805.959)

❖ **Calcul de la longueur de raccordement :**

L = 2×T ⇒ L= 135 m

❖ **Calcul des cordonnées du point J :**

Xj/a = R × P1 = 81

Zj/a = Xj/a × P1 - $\frac{Xj/a^2}{2R}$ = 0.328

Xj = Xb + Xj/a = 11835.633

Zj = Zb + Zj/a = 807.198

J = (11835.633 ; 807.198)

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

IV.6. Conclusion :

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

Chapitre V :
ETUDE GEOTICHNIQUE

V.1. Introduction :

La géotechnique routière a pour objectif de définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs, appliquée aussi bien au sol que l'on rencontre dans la nature et qui supporte la construction d'une route et des massifs de terres artificielles (remblai), cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

Pour cela, on fait L'étude géotechnique in-situ et de laboratoire a été établi par le BET SETA et exécuté par le LTP de Constantine, qui permettre de déterminer les caractéristiques in situ.

V.2. Les moyens de reconnaissance :

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

- Les visites de site et les essais « in-situ ».
- Les essais de laboratoire.

V.3. Les essais in situ :

V.3.1. Puits de reconnaissance :

Les puits de reconnaissance sont réalisés pour connaître les coupes lithologiqueset les caractéristiques de compactage d'un sol pour les sites prévus en remblai et déblai.

Les forages de puits sont exécutés à la profondeur de 2 m de 10 puits chacun a raison de 01 puits tous les 500 ml avec prélèvement d'échantillons pour les essais physiques et mécaniques.

Puits n°	X	Y
P15	256298.01	3965677.78
P16	255657.14	3966420.65
P17	255281.27	3966735.73
P18	254892.86	3967052.88
P19	254505.57	3967369.12
P20	254124.67	3967693.07
P21	253792.32	3968070.55
P22	253530.34	3968495.55
P23	253236.10	3969100.31
P24	253018.83	3969550.63
P25	252801.56	3970000.96
P26	252582.05	3970450.99
P27	252319.22	3970865.69
P28	251989.83	3971242.00
P29	251647.46	3971606.39
P30	251305.08	3971970.78

Tableau V.1 : coordonnées des puits.

V.3.2. Résultat des essais in situ :

Puits N	Prof(m)	Lithologie
P15	0.0 – 2.0	Limon argileux brunâtre légèrement humide et très compacte avec présence de débris de coquilles.
P16	0.0 – 1.8	Limon argileux jaunâtre légèrement humide et très compacte avec présence de débris de coquilles (Refus à 1.8m sur sol consolidé).
P17	0.0 – 2.0	Limon argileux jaunâtre légèrement humide et compacte.
P18	0.0 – 0.4	Terre agricole.
	0.4 – 2.0	Argile peu limoneuse jaunâtre à grisâtre humide et peu compacte.
P19	0.0 – 0.1	Terre agricole.
	0.1 – 2.0	Limon peu argileux marron à rougeâtre légèrement humide et compacte.
P20	0.0 – 2.5	Limon peu argileux peu graveleux brunâtre légèrement humide et peu compacte.
P22	0.0 – 1.0	Limon peu argileux et graveleux légèrement humide et peu compacte (Refus à 1.0 m sur sol consolidé).
P21	En surface	Affleurement calcaire (creusement à la tarière impossible).
P23	0.0 – 0.5	Encroutement calcaire blanchâtre.
	0.5 – 1.5	Limons blanchâtre graveleux et caillouteux (refus à 1.5m sur blocs).
P24	0.0 – 1.5	Argile blanchâtre graveleux et caillouteux (refus à 1.5m sur blocs).
P25	0.0 – 0.2	Terre agricole.
	0.2 – 0.5	Encroutement calcaire blanchâtre.
	0.5 – 2.5	Argile limoneuse marron et graveleuse légèrement humide et peu compacte.
P26	0.0 – 2.0	Limons argileux marron graveleux et caillouteux légèrement humide compacte.
P27	0.0 – 2.0	Argile limoneuse brunâtre peu graveleuse humide et compacte.
P28	0.0 – 2.5	Argile limoneuse brunâtre peu graveleuse humide et compacte.
P29	0.0 – 2.0	Limon argileux graveleux marron à rougeâtre légèrement humide peu compacts.
P30	0.0 – 0.8	graviers et caillouteux à matrice argilo-limoneuse (refus à 0.8m sur tuf calcaire).

Tableau V.2 : Résultat des essais in situ.

V.4. Les essais en laboratoire :

V.4.1. Essais physiques :

✓ **Analyses granulométriques :**

Il s'agit du tamisage qui permet de distinguer les sols fins, les sols sableux et les sols graveleux, c'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leurs dimensions ou leurs grosseurs.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique.

✓ **Limites d'Atterberg (W_L, W_P, I_P) :**

Limite de plasticité **(W_P),** caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.Elle varie de **0%** à **100%,** mais elle demeure généralement inférieure à **40%**.

Limite de liquidité **(WL)**, caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$WL= \omega\ (N/25)^{0.121}$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups
N : nombre de coups
L'indice de plasticité (I_P), IP = WL – WP

La détermination de **WL** et **WP** nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudie, elle permette de le classé grâce à l'abaque de plasticité de CASAGRANDE.

Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).

L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassementdans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

✓ **Valeur au bleu sol (V.B.S) :**

L'essai au bleu de méthylène, également appelé « essai au bleu », est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol, et les différents types d'argiles qu'il contient.

L'essai consiste à déterminer la quantité de particules argileuses présentes dans l'échantillon. Pour cela on utilise du bleu de méthylène, substance adsorbée de préférence par les argiles.

✓ **Teneur en eau :**

Teneur en eau : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit **ω= Ww /Ws**.

L'objectif de cet essai à Déterminer la quantité d'eau liquide dans un échantillon.

V.4.1.1. Résultat des essais physiques :

Puits N°	Prof (m)	Granulométrie			VBS	W %	Limites d'Atterberg		
		D max (mm)	%< (2mm)	%< (0.08mm)			WL %	WP %	IP
P15	0.0 – 2.0	0.4	100	88	5.01	11.2	46	23	23
P16	0.0 – 2.0	1	100	90	6.52	12.8	47	24	23
P17	0.0 – 2.0	0.4	100	77	3.59	8.9	35	17	18
P18	0.0 – 2.0	5	94	86	5.46	14.8	45	22	22
P19	0.0 – 2.0	2	99	69	2.94	9.5	33	17	16
P20	0.0 – 2.0	1	100	60	2.69	7.5	28	13	15
P22	0.0 – 2.0	5	82	55	3.03	6.4	31	16	15
P23	0.0 – 1.5	50	51	22	1.29	7.1	33	17	16
P24	0.0 – 1.5	5	65	47	4.09	8.0	35	18	16
P25	0.0 – 2.0	20	74	49	2.61	10.4	39	20	20
P26	0.0 – 2.0	5	84	61	3.67	10.8	39	20	20
P27	0.0 – 2.0	5	91	82	3.07	13.9	38	20	18
P28	0.0 – 2.0	5	78	59	2.93	10.5	36	19	17
P29	0.0 – 2.5	5	91	48	1.97	8.7	37	19	18
P30	0.0 – 0.8	50	48	29	2.29	6.4	30	15	15

Tableau V.3 : Résultat des essais physiques.

V.4.2. Essais mécaniques :

- ✓ **Proctor :**

Etudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau obtenue est appelée (optimum PROCTOR). L'essai PROCTOR est un essai routier.

- ✓ **Essai C.B.R (California Bearing Ratio) :**

On réalise en général trois essais : « CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ». On s'intéresse actuellement au **« CBR imbibé »**.

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum avec trois (**3**) énergies de compactage **25 c/c**, **55 c/c**, **10 c/c** et imbibé pendant quatre (4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance Au poinçonnement.

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

V.4.2.1. Résultat des essais mécaniques :

Puits N°	Prof (m)	Proctor normal		Indice CBR à 95%
		ρ OPN (t/m^3)	W OPN %	
P15	0.0 – 2.0	1.71	14.82	2.22
P16	0.0 – 2.0	1.61	20.54	1.91
P17	0.0 – 2.0	1.69	17.53	3.11
P18	0.0 – 2.0	1.67	15.42	1.91
P19	0.0 – 2.0	1.72	16.90	3.75
P20	0.0 – 2.0	1.74	14.81	2.16
P22	0.0 – 2.0	1.70	15.17	3.76
P23	0.0 – 1.5	1.59	16.84	14.64
P24	0.0 – 1.5	1.74	15.67	1.06
P25	0.0 – 2.0	1.78	14.13	4.95
P26	0.0 – 2.0	1.75	14.94	2.96
P27	0.0 – 2.0	1.64	19.71	5.42
P28	0.0 – 2.0	1.73	15.52	1.71
P29	0.0 – 2.5	1.72	12.68	8.76
P30	0.0 – 0.8	1.95	10.63	8.30

Tableau V.4 : Résultat des essais mécaniques.

V.5. Classification GTR :

Puits N°	Prof (m)	Classification GTR	
		Sous-classe fonction de la nature	Sous-classe selon l'état hydrique
P15	0.0 – 2.0	A2	A2s
P16	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P17	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P18	0.0 – 2.0	A2	A2m
P19	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P20	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P22	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P23	0.0 – 1.5	B5	B5ts
P24	0.0 – 1.5	A2	A2ts
P25	0.0 – 2.0	A2	A2s
P26	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P27	0.0 – 2.0	A2	A2ts
P28	0.0 – 2.0	A2	A2s
P29	0.0 – 2.5	A1	A1ts
P30	0.0 – 0.8	B6	B6ts

Tableau V.5 : Résultat de classification GTR.

La classification GTR caractérise des sols généralement de classe A avec des sous classes A1, A2, A3 dont l'état hydrique et généralement moullé (m), sec (s) et très sec (ts), la classe B n'est rencontré qu'au niveau du puits N°23 (B5ts) et du puit N° 30(B6ts).

V.5.1. Exemple de classification :

Puits N°	Granulométrie			VBS	W %	Limites d'Atterberg			Proctor normal		Indice CBR à 95%
	D max (mm)	%< (2mm)	%< (0.08mm)			WL %	WP %	IP	ρ OPN (t/m^3)	W OPN %	
P22	5	82	55	3.03	6.4	31	16	15	1.70	15.17	3.76

Tableau V.6 : Données pour la classification de sol.

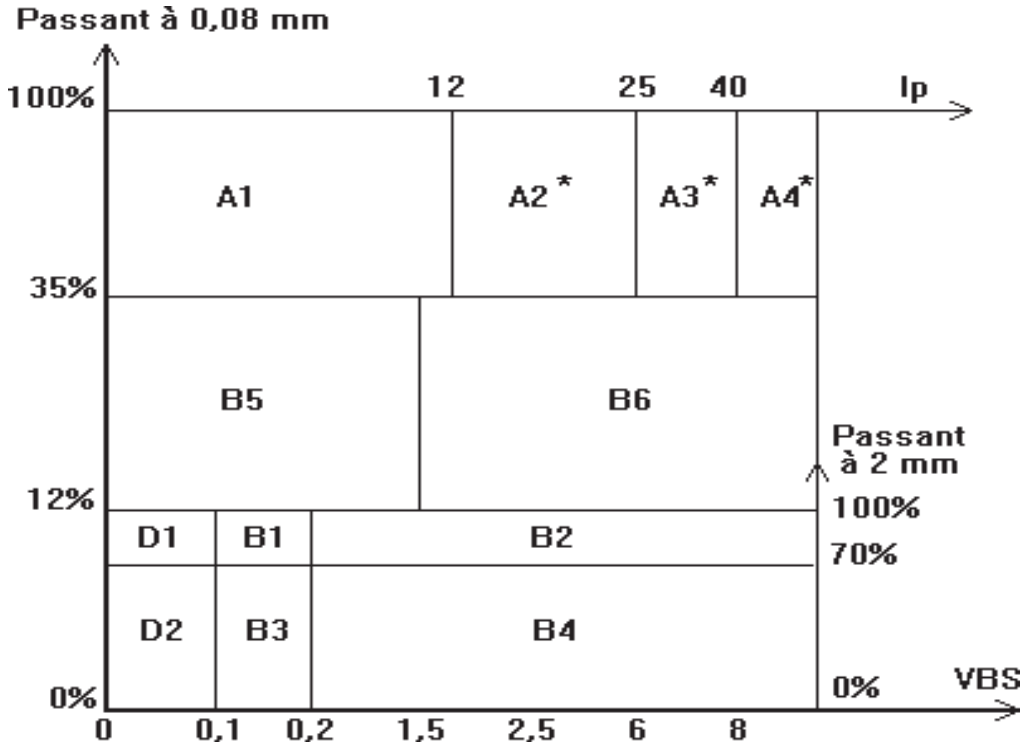


Figure V.1 : Classification du matériau selon GTR.

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydraulique	
Paramètre de nature première niveau de classement	**Classe**	**Paramètre de nature deuxième niveau de classement**	**Sous classe fonction de la nature**	**Paramètres d'état**	**Sous classe fonctionde l'état**
Dmax < 50 mm et tamisât a 80 µm >35%	**A SOLS FINS**	VBS ≤ 2,5 OU IP ≤12	**A1** Limon peu plastique lœss silts alluvionnaire sable fins peu pollues, arènes peu plastique	IPI ≤3 OU ≥1,25Wopn	A1 th
				3 <IPI ≤8 OU 1,10 ≤ Wn< 1,25 Wopn	A1 h
				8 < IPI ≤ 25 OU < 0,9 Wopn	A1 m
				0,7 Wopn ≤ Wn< 0,9 Wopn	A1 s
				Wn< 0,7 Wopn	A1 ts
		12 <Ip ≤25 OU **2,5<VBS ≤6**	**A2 Sables fins argileux, limons argiles et mames peu plastique arènes**	IPI ≤ 2 OU Ic ≤ 0,9 ou Wn ≥ 1,3 Wopn	A2 th
				2<IPI ≤5 OU 0,9≤Lc≥ 1,05 OU 1,1Wopn≤Wn ‹1,3Wopn	A2 h
				5 <IPI≤15 OU 1,05<Ic≤1,2 OU 0,9 Wopn ≤Wn<1,1Wopn	A2 m
				1,2 < IC ≤ 1,4 OU 0,7 Wopn≤Wn< 0,9 Wopn	A2 s
				Ic> 1,3 ou Wn< 0,7	**A2 ts**
		25< IP≤40 OU 6<VBS<8	**A3** argile et argile mameuse limons très plastique	IPI ≤1 OU Ic≤0,8 OU Wn≥ 1,4 Wopn	A3 th
				1<ipi≤ 3 OU 0,8≤Ic<1 ou 1,2 W opn≤Wn<1,4Wopn	A3 h
				3<IPI ≤10 OU 1<Ic≤ 1,15 ou 0,9 Wopn ≤Wn≤ 1,2<Wopn	A3 m
				1,15 <Ic≤1,3 OU 0,7 Wopn≤Wn≤ 0,9WOPN	A3 s
				IC >1,3 OU Wn< 0,7 Wopn	A3 ts
		IP > 40		Valeurs seuils des paramètres d'état définir	A4 ts
					A4 h

		OU VBS <8	très plastique	a l'appui d'une étude spécifique	A4 m
					A4 s

Tableau V.7 : Tableau de Classe A (sols fins).

- **Classement selon la nature :**

  - **1er niveau :**

Les passant à 80 µm est de 55% supérieur à 35 % ⟶ sols de classe A(sols fins)

  - **2éme niveau : granularité et argilosité**

IP=15

$12 \leq I_P \leq 25$ ⟶ Sous classe **A_2** (correspondant aux sables fins argileux, limons,argiles et marnes peu plastiques

- **Classement selon l'état hydrique :**

$$Ic = \frac{WL - w}{WL - WP} = \frac{31 - 6.4}{31 - 16} = 1.64$$

1.3 < Ic = 1.64 ⟶ Etat hydrique très sèche « ts ».

Alors sols est **A_{2ts}**

V.6. Condition d'utilisation des matériaux :

V.6.1. Condition d'utilisation des matériaux en remblais :

Sur la base de classification GTR par les résultats des sondages carottés et des puits de reconnaissance, l'analyse a été effectuée pour étudier la possibilité de réutilisation des sols à déblayer en remblais. Cette possibilité d'utilisation en remblais peut être changée selon la situation météorologique et les états hydrauliques des matériaux lors matériaux d'exécution.

Classes GTR	Possibilités de réutilisation
A1ts	Sols normalement inutilisables en l'états
A2th	Sols normalement inutilisables en l'états
A2m	Ces sols ne posant pas de problème de réutilisation en remblais sauf par pluie fort ou moyenne
A2s	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grand hauteur un changement de leur hydrique est nécessaire
A2h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ne permettant pas la mise remblais avec des garanties de qualité suffisantes
A2ts	Ces Sols normalement inutilisables en l'états
B5ts	Sols normalement inutilisables en l'états

B6ts	Sols normalement inutilisables en l'état leur humidification pour changer d'états doit décider à l'appui d'une étude spécifique

Tableau V.8 : Condition d'utilisation des matériaux en remblais.

V.6.2. Condition d'utilisation des matériaux en couche de forme :

Classes GTR	Observation générale	Situation météorologique		Condition d'utilisation des matériaux en couche de forme
A2m	La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les trai- ter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la frac- tion argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lors- qu'ils sont trop humides. Lorqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pours les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adap- tée au cas de chantier consi- déré. Ces sols se traitent presque tou- jours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éven- tuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.	+	Pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maltrise suffisante de l'état hydri- que du mélange sol+ liant(s)
		=	ni pluie ni evaporation	**T:** Traitement mixte: chaux + liant hydraulique **S:** Application d'un enduit de cure gra- ration villonné éventuellement clouté
		-	Évaporation importante	**T:** Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux **S:** Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté
A2h		+	Pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maltrise suffisante de l'état hydri- que du mélange sol+ liant(s)
		= Ou -	Pas de pluie	**W:** Arrosage pour maintien de l'état hydri- que **T:** Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux **S:** Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté
A2s		+	Pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maitrise suffisante de l'état hydri- que du mélange sol+ liant(s)
		= Ou -	Pas de pluie	**W:** Humidification pour changer l'état hy- drique **T:** Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux **S:** Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté

Tableau V.9 : Condition d'utilisation des matériaux en couche de forme.

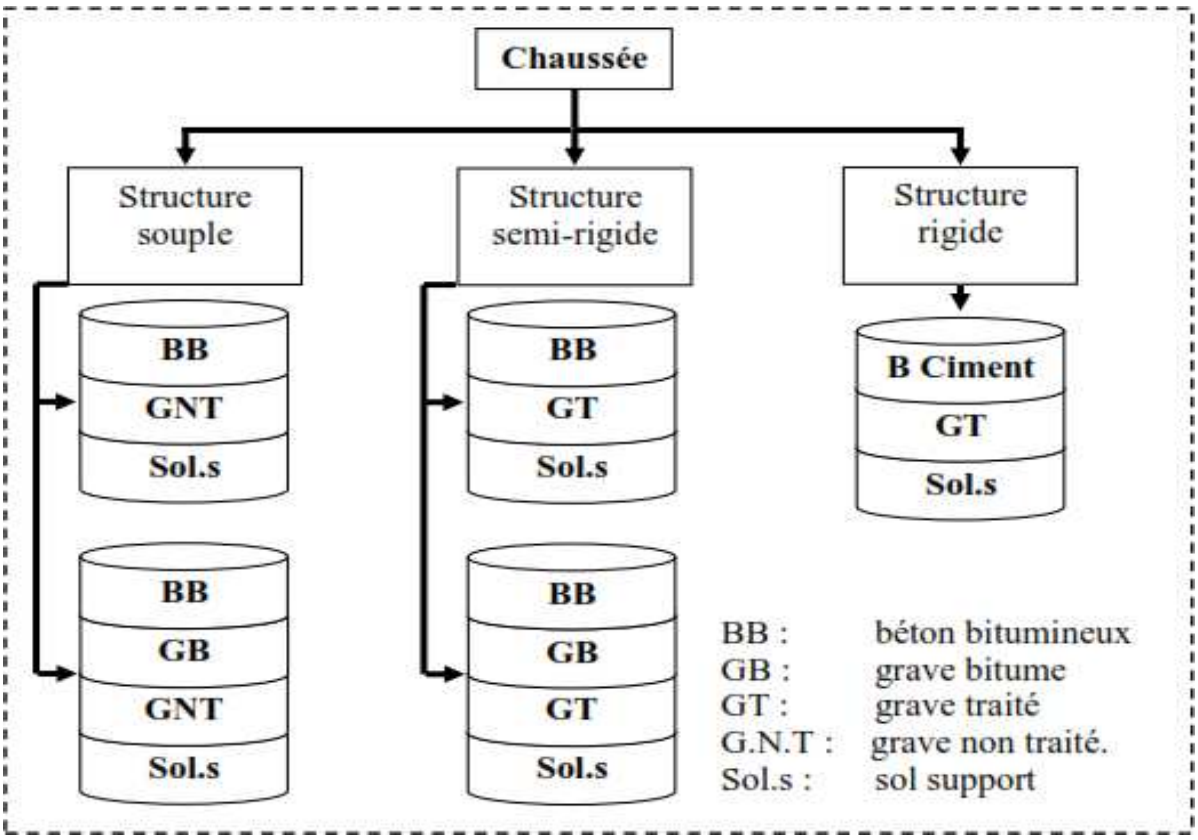
Chapitre VI :
DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

VI.1. Introduction :

La présente étude a pour but de déterminer la structure ainsi que le type du corps de chaussée en prenant en compte tous les facteurs liés à son dimensionnement tels que le trafic, les propriétés de sol, le climat, la rentabilité, le niveau de service, l'entretien et les matériaux, etc.

L'étude géotechnique nous a permet d'évaluer la portance du sol (indice **CBR)** le long du tracé du tronçon, ce qui nous offre la possibilité du dimensionnement du corps de chaussée optimal pour éliminer l'influence des charges des poids lourds sur le sol support.

VI.2. Types de chaussée :



Figures VI.1 : Différents type de chaussée et leurs structures.

VI.2.1. Chaussée semi-rigide :

C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides. On peut le retrouver dans les chaussées renforcées, qui comportent une couche de base en matériaux traités avec un liant hydrocarboné.

VI.2.2. Chaussée rigide :

Une chaussée est dite rigide si elle comporte une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple.

Généralement, elle repose sur une couche de fondation en matériau non traité et éventuellement sur une sous-couche entre la couche de fondation et le terrain naturel.

VI.2.3. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches Suivantes :

VI.2.3.1. La couche de surface :

Elle est constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné qui doit résister aux Efforts tangentiels des pneus et assurer l'adhérence et l'imperméabilisation de la Chaussée.

Elle est composée généralement en :

- **Couche de roulement :** en enrobés denses en béton bitumineux.
- **Couche de liaison :** d'assurer une transition, avec les couches inferieures.

VI.2.3.2. La couche de base :

Elle reprend les efforts verticaux et répartis les contraintes normales qui enrésultent sur les couches sous-jacentes.

VI.2.3.3. La couche de fondation :

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et de coût.

- **Sous couche anti-contaminante :**

Si les matériaux de terrain naturel, des remblais ou même de la couche de formes est très fins (argiles, limon) il est susceptible de remonter dans la couche supérieure, la contamination par les particules fines.

- **Sous couche drainante :**

Comme on n'est jamais à l'abri de l'infiltration de l'eau dans la chaussée, il convient alors une sous couche drainante, constitué par des matériaux très perméables, assure le drainage de la chaussée.

- **Sous couche anticapillaire :**

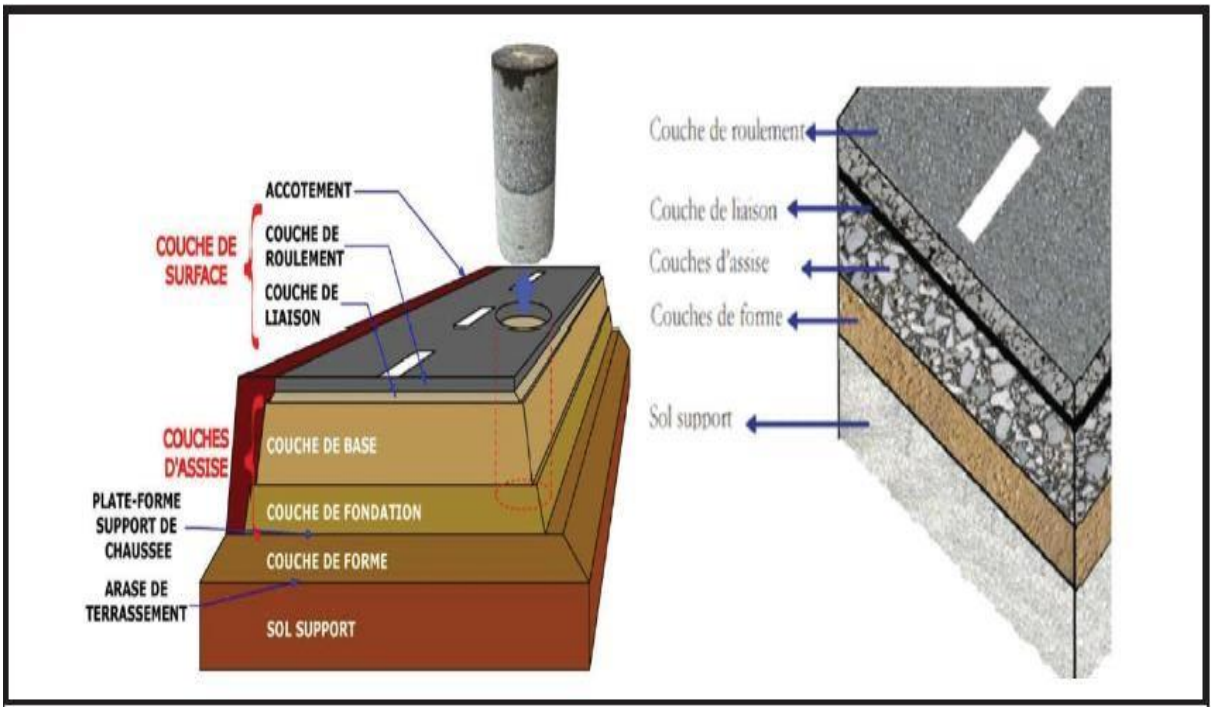
Empêche la remontée des eaux sous l'action des forces capillaire dans les terrains en présence de nappes aquifères.

VI.2.3.4. La couche de forme :

Elle est prévue pour répondre à certains objectifs à court terme.

- **Sol rocheux** : joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.

- **Sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) :** Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.
  Actuellement, on tient compte d'améliorer la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.



Figures VI.2 : Les éléments de corps de chaussée souple.

VI.3. Facteurs d'études de dimensionnement :

Toutes les méthodes de dimensionnement sont basées sur la connaissance de certainsparamètres fondamentaux liés aux :

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

VI.4. Les méthodes de dimensionnement :

VI.4.1. Méthode de C.B.R :

C'est une méthode qui se basé sur essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90- 100 %) de l'optimum Proctor modifie sur une épaisseur au moins de 15 cm.

- Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon (sol).

- Le trafic.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINEQ, soit inférieur à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient l'application de la formule présentée ci-après :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p})\,(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

Avec :

e : épaisseur totale du corps de chaussée.
I$_{CBR}$: indice CBR.
N : désigne le nombre moyen de camion de plus de 1500 Kg à vide.
P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$$e_{eq} = \sum e_i\,(reel) \times a_i$$

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.
e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

- a_1 , e_1 : couche de roulement.
- a_2 , e_2 : couche de base.
- a_3 , e_3 : couche de fondation.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Matériaux utilise	Coefficients d'équivalences
Béton bitumineux – Enrobé dense	2.00
Grave bitumen	1.50 à 1.70
Grave ciment-Grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concassée ou Gravier	1.00
Grave roulée-Grave sableuse TVO	0.75
Sable	0.50
Tuf	0.60

Tableau VI.1: Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés.

❖ **Remarque :**

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « **e1** » et « **e2** » et on calcule « **e3** »,généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB = 6 - 8 cm **; GB** = 10 - 15 cm **; GNT** = 15 - 25 cm **; TVC** = 25 cm et plus**.**

VI.4.1.1. Application méthode CBR :

Données de l'étude :

- Année de comptage :2015
- TJMA2015 = 10796.5×2/3 = 7197.67 v/j/sens
- Mise en service : 2025.
- Durée de vie : 20 ans.
- Indice CBR : 4 (plus faible)
- Taux d'accroissement : τ = 3.5 %.
- Pourcentage de poids lourds : Z = 20 %

VI.4.1.1.a. Répartition transversale du trafic :

On adoptera les valeurs suivantes :

- Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.
- **Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite.**
- Chaussée bidirectionnelle à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelle à 3 voies : 50% du trafic PL.

AN : Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite.

$\mathbf{TJMA}_{2025}$ = 7197.67 $(1+0.035)^{10}$ = **10153.02** v/j/sens

$\mathbf{TJMA}_{2045}$ = 10153.02 $(1+0.035)^{20}$ = **20202.37** v/j/sens

$\mathbf{TPL}_{2045}$ = 20202.37×0.20×0.80 = **3232.32** PL/j/sens

Avec :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p})\,(75 + 50\log\frac{N}{10})}{I\text{CBR} + 5}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} * (75 + 50\log(\frac{\mathbf{3232.32}}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 68 \text{ cm}$$

Cette épaisseur peut être convertie en plusieurs couches selon la disponibilité des matériaux et leurs caractéristiques en tenant compte des coefficients d'équivalence :

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- Couche de roulement (béton bitumineux) ….....$\mathbf{a_1}$ = 2
- Couche de base (grave bitume) .....$\mathbf{a_2}$ = 1.5
- Couche de fondation (grave concasse) .....$\mathbf{a_3}$ = 1

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière :

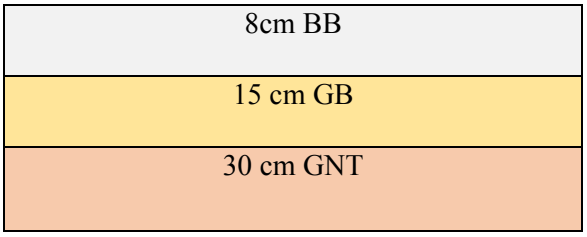
e= 8 × 2 + 15 × 1.5+ e 3 × 1 = 68 cm

e 3 = 30 cm

Couches de	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
Roulement BB	**8**	**8x2**
Base GB	**15**	**15x1.5**
Fondation GNT	**30**	**30x1**
Total	**53**	**68**

Tableau VI.2 : Récapitulatif des résultats « CBR ».

Notre structure comporte : ***8BB + 15GB +30GNT***



Figures VI.3 : Différentes couches de la chaussée.

VI.4.1.1.b. Conclusion :

En fin de compte, nous adoptons une épaisseur réelle de **e = 53** cm, avec :

- Une couche de roulement **(BB)** de **8 cm** ;
- Une couche de base (**GB)** de **15 cm.**
- Une couche de fondation (**GNT 0- 315**) de **30 cm**.

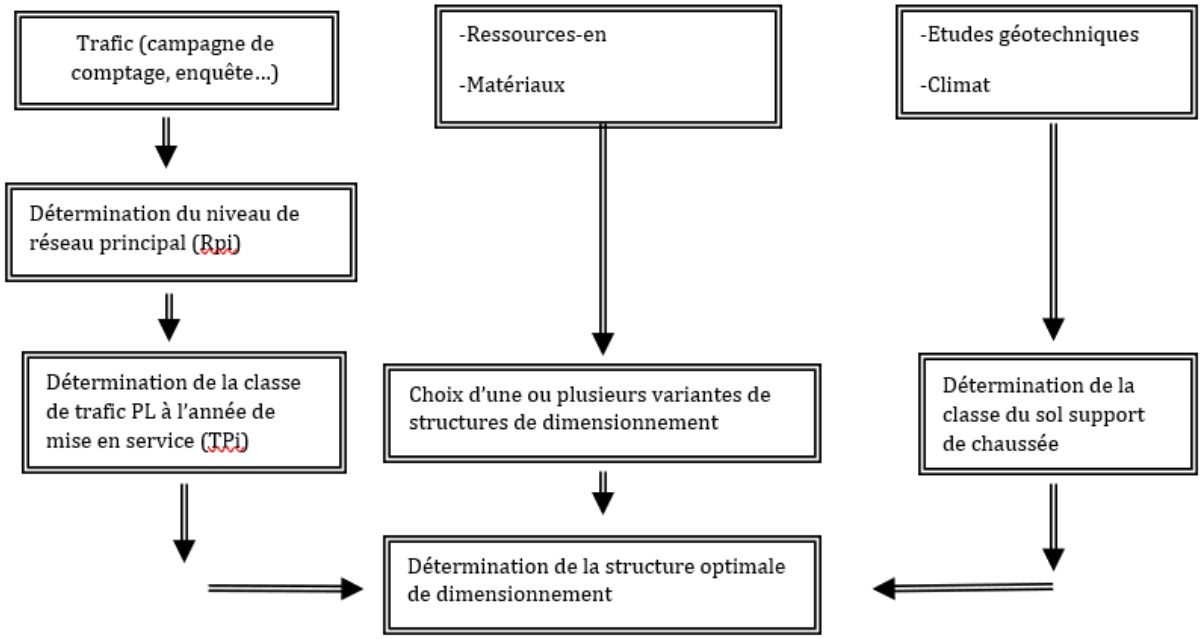
VI.4.2. Méthode catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées (trafic, matériaux, sol support et environnement).

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonctionde cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.



Figures VI.4 : Organigramme de la démarche du catalogue (CTTP).

VI.4.2.1. Application la méthode de catalogue :

Données de l'étude :

- TJMA2015= 7197.67 v/j/sens
- TJMA2025= 10153.02 v/j/sens
- Mise en service : 2025.
- Durée de vie : 20 ans.
- Indice CBR : 4
- Taux d'accroissement : $\tau = 3.5$ %.
- Pourcentage de poids lourds : Z = 20 %.

VI.4.2.1.a. Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification suivante :

Réseau principale	Trafic
Rp1	**>1500 (v/j)**
Rp2	<1500(v/j)

Tableau VI.3 : Choix du type de réseaux principaux.

TJMA 2015 = 7197.67 v/j/sens

7197.67 (v/j) > 1500 (v/j) donc ⇒ Réseau principal **RP1**.

VI.4.2.1.b. Détermination de la classe de trafic (TPL_i) :

$TJMA_{2025}$ = 15229.53 v/j/sens

TPL_{2025} = 10153.02 ×0.20 = 2030.60 PL/j/sens

AN : chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.

Donc :

TPL_{2025} = 2030.60 ×0.8 = 1624.48 PL/j/sens

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

Tableau VI.4 : Classe TPLi pour RP1.

TPL_{2025} = 1624.48 **(PL/j/sens)** donc La classe de trafic est **TPL6**.

VI.4.2.1.c. Détermination de la zone climatique :

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq◦	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	**350-600**	**Humide**	**20**	**Nord, Hauts plateaux**
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	<100	Aride	30	Sud

Tableau VI.5 : Les zones climatiques de l'Algérie.

Donc notre projet est dans la zone climatique **II** (**350 -600 mm/an**).

VI.4.2.1.d. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Classes de portance S_i	S4	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	**15-25**	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau VI.6 : Classes de sol-support.

Les valeurs des modules indiqués sur le tableau, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante **: $E\ (MPa) = 5 \times I_{CBR}$**

E(MPa) = 4×5 = 20 Mpa

15 ≤ 20 ≤ 25 ⟶ la classe de portance de sol support est de **S4.**

VI.4.2.1.e. Amélioration de la portance du sol support :

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.

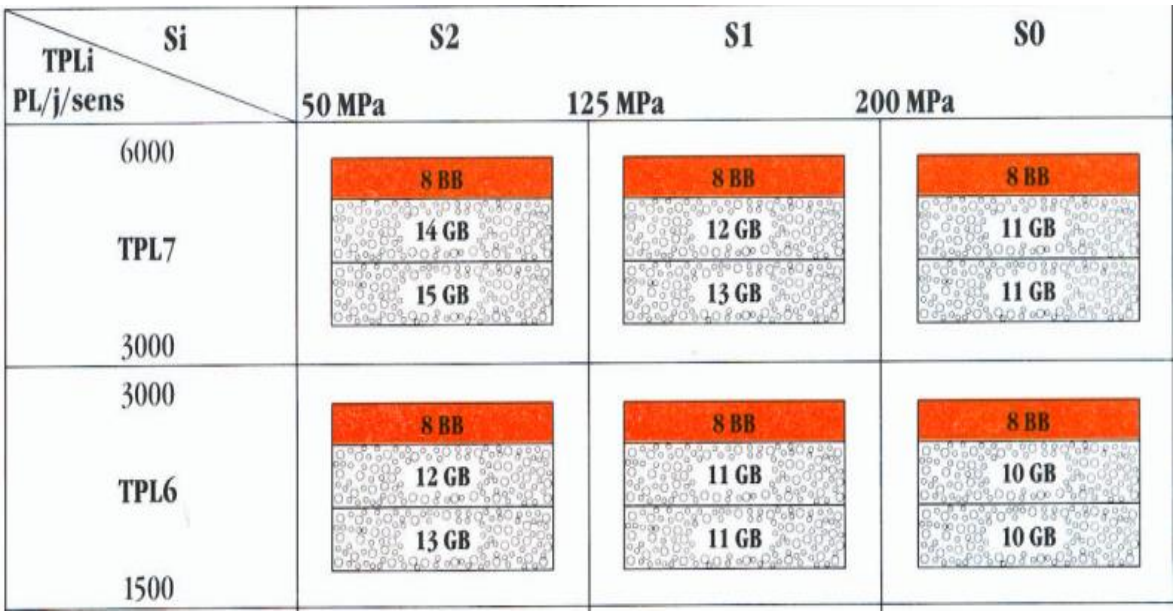
Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF	Portance visée
<S4	Non traité	50cm (2couches)	S3
S4	Non traité	35cm	S3
S4	Non traité	**60cm (2couches)**	**S2**
S3	Non traité	40cm (2couches)	S2
S3	Non traité	70cm (2couches)	S1

Tableau VI.7 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité.

VI.4.2.1.f. Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (**RP1**), la zone climatique II, durée de vie de **20 ans** taux d'accroissement moyen (**3.5%**), la portance du sol (**S2**) et une classe de trafic (**TPL6**) Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule N°3) propose la structure suivante :



FigureVI.5 : Les choix de dimensionnement par la méthode du catalogue.

D'après la figure ci-dessus, on remarque bien que :

La méthode du catalogue, a donné un corps de chaussée avec une épaisseur de structure :

8BB+12GB+13GB+60TVC.

VI.5. Calcule de la déformation admissible (z, ad) de sol support :

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

Cette formule est :

$$\varepsilon_{z,\,ad} = 22.10^{-3}.\,(TCE_i)^{-0.235}$$

TCEi : Trafic cumulé équivalent :

$$TCE_i = \text{TPLi}\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right] 365 \times \text{A}$$

- A coefficient d agressive sol = **0.6**
- TPLi= 1624.48 PL /j/sens.
- i = taux d'accroissement (τ) pris égal à 3.5 %.
- n = durée de vie = 20 ans.

$$TCE_i = 1624.48\left[\frac{(1+0.035)^{20} - 1}{0.035}\right] 365 \times 0.6$$

$$TCEi = 10.06 \times 10^6$$

$\varepsilon_{z.Adm} = 22 \times 10^{-3} \times (10.06 \times 10^6)^{-0.235}$

$$\varepsilon_{z,\,Adm} = 497 \times 10^{-6} \quad \text{Mpa}$$

VI.6. Calcul de la déformation admissible $\varepsilon_{t.\,Adm}$ a la base de GB :

$$\varepsilon_{t,Adm} = \varepsilon_6(10^0{,}25HZ) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

VI.6.1. Température équivalente :

Soit égale au dommage que subirait la chaussée soumis au même trafic mais pour une Température constante θeq.

	Zone Climatique		
Température	I et **II**	III	IV
Équivalente θ_{eq}(°C)	**<u>20</u>**	25	30

Tableau VI.8 : Zone climatique.

D'après le Tableau :

On a θ**eq = 20°C° (Zone II)**

VI.6.2. Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

Matériau (MTB)	E(20°C,10Hz) (Mpa)	E(10°C,10H) (Mpa)	Ɛ6(10°C,25Hz) (10^{-6})	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	KC Calage
BB	**4000**	-	-	-	-	-	**0,35**	-
GB	**7000**	**12500**	**100**	**6,84**	**0,45**	**3**	**0,35**	**1,3**
SB	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

Tableau VI.9 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Du tableau on trie **:**

- $\varepsilon 6(10°C, 25Hz) = 100.10^{-6}$ Mpa
- E(10°C,10Hz) = 12500 Mpa
- E(θeq) = 7000 Mpa
- On a **(-1/b)** = 6.84 donc b = -0.146
- SN = 0.45
- SH = 3
- $K_C = 1.3$

VI.6.3. Risque adopté :

Classe de trafic (TPL_i) PL/J/sens		TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque	**GB/GB**	**20**	**15**	**10**	**5**	**2**
	GL/GL	**15**	**10**	**5**	**2**	**2**
	BCg/GC	**12**	**10**	**5**	**2**	**2**

Tableau VI.10 : Risque adopté.

Réseau RP1, la classe du trafic TPL6 et structure GB/GB alors le Risque adopté **r = 5%.**

r%	2	3	5	7	10	12	15
T	-2.054	-1.881	**-1,645**	-1,520	-1,282	-1.175	-1.036
r%	20	23	25	30	35	40	50
T	-0.842	-0.739	-0.674	-0.524	-0.385	-0.253	0

Tableau VI.11 : Valeurs de t = f(r%).

On a **r %** = 5% ⟶ **T = -1.645**

✓ **Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.**

$$Kne = \left[\frac{10^6}{TCEi}\right]^{-b} = \left[\frac{10^6}{10.06 \times 10^6}\right]^{0.146}$$

Kne = 0.71

✓ **Facteur lie à la température**.

$$K\theta = \sqrt{\frac{E(10^0, 10HZ)}{E(\theta eq, 10HZ)}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}}$$

Kθ =1.34

✓ **Fonction de dispersion.**

$$\delta = \sqrt{SN^2 + (\frac{C}{b} Sh)^2} \sqrt{0.45^2 + (\frac{0.02}{-0.146} \times 3)^2}$$

δ = 0.61

✓ **Facteur lié au risque et aux dispersions.**

$$Kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-(-1,645) \times (-0.146) \times (0,61)}$$

Kr = 0.71

Kc: facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussée égal 1.3

$\varepsilon_{t, Adm} = \varepsilon_6(10^0, 25HZ) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$

$\varepsilon_{t, Adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.71 \times 1.34 \times 0.71 \times 1.3$

$\varepsilon_{t, Adm} = 87.81 \times 10^{-6}$ Mpa

Les déformations admissibles sont :

- $\varepsilon_{Z, Adm}$ sol support = 497×10^{-6}
- $\varepsilon_{t, Adm}$ a la base de GB = 87.81×10^{-6}

VI.7. Calcul automatique du dimensionnement :

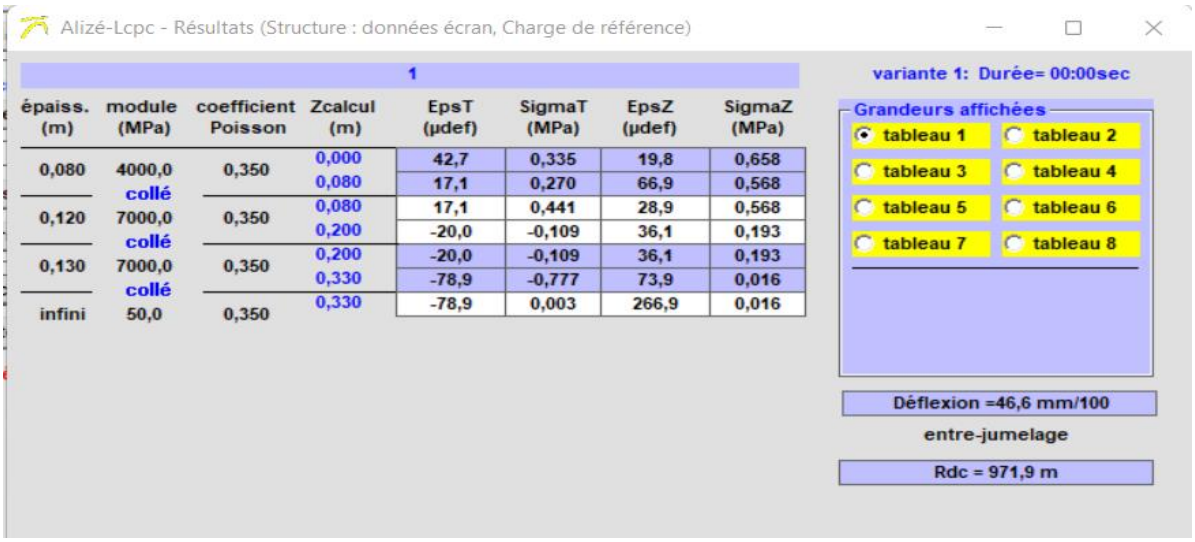
La structures de la chaussée devra satisfaire à la condition (essai de simulation) pour les matériaux traités au bitume $\varepsilon z < \varepsilon_{z,Adm}$ et $\varepsilon t < \varepsilon_{t,Adm}$, εz et εt peuvent être déterminés à partir d'un calcul automatique avec le logiciel **ALIZE LCPC.**

❖ **Structure 1**

Les valeurs utilisées pour la vérification par le programme ALIZEE :

Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson
8 BB	4000	0.35
12 GB	7000	0.35
13 GB	7000	0.35

Tableau VI.12 : Simulation par ALIZE-LCPC.



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0	0,350	0,000	42,7	0,335	19,8	0,658
	collé		0,080	17,1	0,270	66,9	0,568
0,120	7000,0	0,350	0,080	17,1	0,441	28,9	0,568
	collé		0,200	-20,0	-0,109	36,1	0,193
0,130	7000,0	0,350	0,200	-20,0	-0,109	36,1	0,193
	collé		0,330	-78,9	-0,777	73,9	0,016
infini	50,0	0,350	0,330	-78,9	0,003	266,9	0,016

Figures VI.6 : Résultats obtenus par ALIZEE-LCPC de structure 1.

ε_Z= 266.9 µdef < εz, ad = 497 µdef condition vérifiée.

ε_T = 78.9µdef < εt, ad = 87.81 µdef condition vérifiée.

Donc la structure **8BB + 12GB + 13GB + 60TVC** est vérifiée.

❖ **Structure 2 :**

Ont proposées le structure suivante **8BB + 20GB + 30GNT + 60TVC**

Niveau de la couche	Modules des MNT (MPa)	Valeurs de k	υ
Base* (15 ≤ h ≤ 20cm)	GNT = 500	2,5	0,25
	TUF 1 = 500	2	0,25
	TUF 2 = 300	2	0,25
	SG 1 = 700	2	0,25
	SG2 = 300	2	0,25
	AG = 300	2	0,25
Fondation (en sous couches de 25 cm)	E_{MNT} (sous couche 1) = k $E_{sol\ support}$ E_{MNT} (sous couche i) = k E_{MNT} (sous couche i – 1) avec E_{MNT} borné à E_{MNT} couche de base		
Fondation MNT sous GB et SB (GB/MNT,)	E_{MNT} (sous couche 1) = k $E_{sol\ support}$ (avec k idem ci-dessus) E_{MNT} (sous couche i) = k E_{MNT} (sous couche i – 1) avec E_{MNT} borné à 350 MPa		

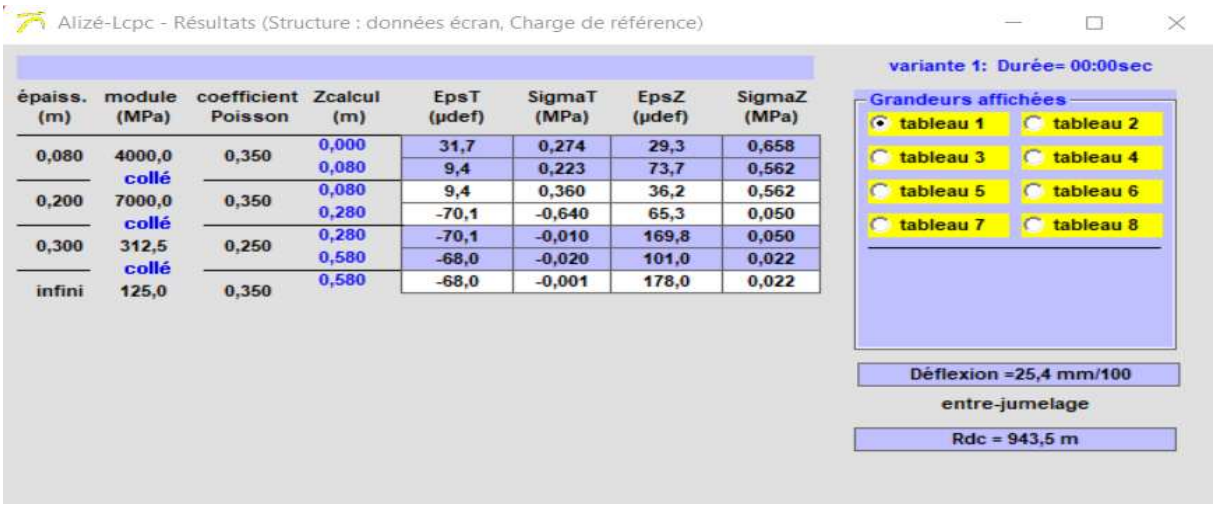
Tableau VI.13 : Performances mécaniques des matériaux non traités.

$E_{GNT} = kE_{sol\ supporte} = 2.5 \times 125 = 312.5$ Mpa

Les valeurs utilisées pour la vérification par le programme ALIZEE :

Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson
8 BB	4000	0.35
20 GB	7000	0.35
30 GNT	312.5	0.25

Tableau VI.14 : Simulation par ALIZE-LCPC.



épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0	0,350	0,000	31,7	0,274	29,3	0,658
	collé		0,080	9,4	0,223	73,7	0,562
0,200	7000,0	0,350	0,080	9,4	0,360	36,2	0,562
	collé		0,280	-70,1	-0,640	65,3	0,050
0,300	312,5	0,250	0,280	-70,1	-0,010	169,8	0,050
	collé		0,580	-68,0	-0,020	101,0	0,022
infini	125,0	0,350	0,580	-68,0	-0,001	178,0	0,022

Figures VI.7 : Résultats obtenus par ALIZEE-LCPC de structure 2.

εt = 70.1 µdef < εt, ad = 87.81 µdef condition vérifiée
εz = 178 µdef < εz, ad = 497 µdef condition vérifiée

Donc La structure **8BB + 20GB + 30GNT + 60TVC** est vérifiée

Chapitre VII :
PROFIL EN TRAVERS

VII.1. Introduction :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical qui contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs.

Il doit assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans des bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

VII.2. Classification du profil en travers :

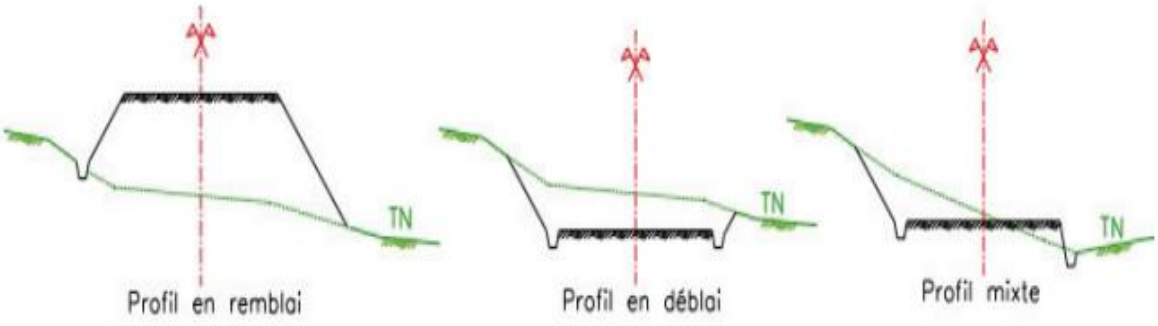
Ils existent deux types des profils :

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

VII.2.1. Profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais ou mixte).

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



Figures VII.1 : Différents types de profil en travers.

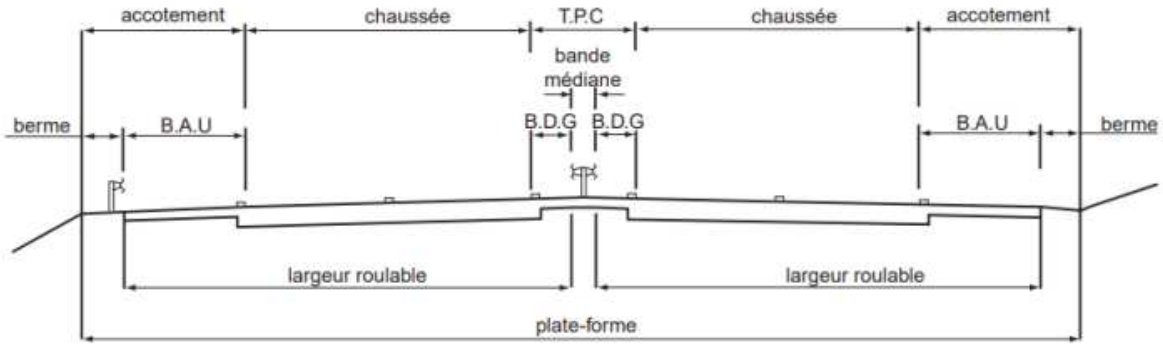
VII.2.2. Profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances généralement régulières (10, 15, 20, 25 m…).

Qui servent à calculer les cubatures et d'avoir des précisions techniques et géométriques sur les sections transversales de la route.

VII.3. Les éléments du profil en travers :

L'ICTAAL a défini le profil en travers type comme suit :



Figures VII.2 : Profil en travers type.

Avec :

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

VII.3.1. Chaussée :

C'est la surface aménagée d'une route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

VII.3.2. La plate-forme :

C'est la chaussée, elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein central.

VII.3.3. Terre-plein central (T.P.C) :

Généralement en gazonnée et planté, qui sépare les deux chaussées d'une Autoroute. Il est équipé de glissières métalliques ou d'un muret en béton pour Empêcher les véhicules de le franchir.

VII.3.4. La bande dérasée gauche (B.D.G) :

Elle est une partie de l'accotement d'une route qui a été stabilisée pour supporter la charge d'un véhicule. Il contribue au respect des règles de visibilité dans les virages à gauche.

VII.3.5. La bande médiane :

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

VII.3.6. Le fossé :

Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

VII.3.7. L'accotement :

L'accotement comprend la bande d'arrêt d'urgence et la berme.

VII.3.7.1. Berme :

Il intervient dans les dégagements visuels et soutient les équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale, etc.

VII.3.7.2. Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :

Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation sa largeur est de 3 m.

VII.3.7.3. Zone de sécurité :

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m pour la catégorie L1. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.

VII.4. Les pentes transversales :

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

VII.4.1. En alignement et en courbe non déversée :

La pente transversale d'une chaussée est de **2,5%** vers l'extérieur. La pente d'une B.A.U (ou d'une B.D.D), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de là sur largeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à **4%** pour des raisons techniques.

Les pentes des **B.D.G** et du versant en toit d'un **T.P.C** revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente. La berme extérieure présente une pente transversale de **8 %.**

VII.4.2. En courbe déversée :

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

La pente de la B.A.U (ou la B.D.D) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente.

La pente de la **B.A.U** extérieure (ou la **B.D.D**) reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas **4 %**. Au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à **1,5 %**, hormis là sur largeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée.

VII.4.3. Changement de dévers :

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif. (Les tableau de Changement de dévers, sont joint dans l'annexe).

VII.5. Profil en travers type du notre projet :

Description	Largeur (m)	nombre	Largeur Totale (m)
Voie de circulation 2x3	3.5	6.0	21.0
Terre-plein central (T.P.C)	3.0	1.0	3.0
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1.0	2.0	
Bande médiane (B.M)	1.0	1.0	
Accotement	4.0	2.0	8.0
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3.0	2.0	
La berme	1.0	2.0	
La largeur totale de la plate-forme 32 m.			
Zone de sécurité à l'extérieur des voies de circulation	10	2	20
Dévers en section droite et en courbe non déversée			
Chaussée		2,5 % vers l'extérieur	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		Identique à celle de la chaussée	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		4% vers l'extérieur	
Berme extérieure		8 % vers l'extérieur	
Dévers en courbe			
Chaussée		7 % (maximum).	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		Identique à celle de la chaussée.	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		Identique à celle de la chaussée.	

Tableau VII.1 : Paramètres géométriques du profil en travers.

Chapitre VIII :
CUBATURES
ET
ETUDE DE STABILITE DES TALUS

VI.I. CUBATURES

VI.I.1. Introduction :

La réalisation d'un ouvrage en travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté. 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).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « calcul des cubatures des terrassements ». Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- ✓ Les profils en long.
- ✓ Les profils en travers.
- ✓ Les distances entre les profils.

VI.I.2. Les méthodes de calcul :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures parmi lesquelles on cite :

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

VI.I.3. Description de la méthode :

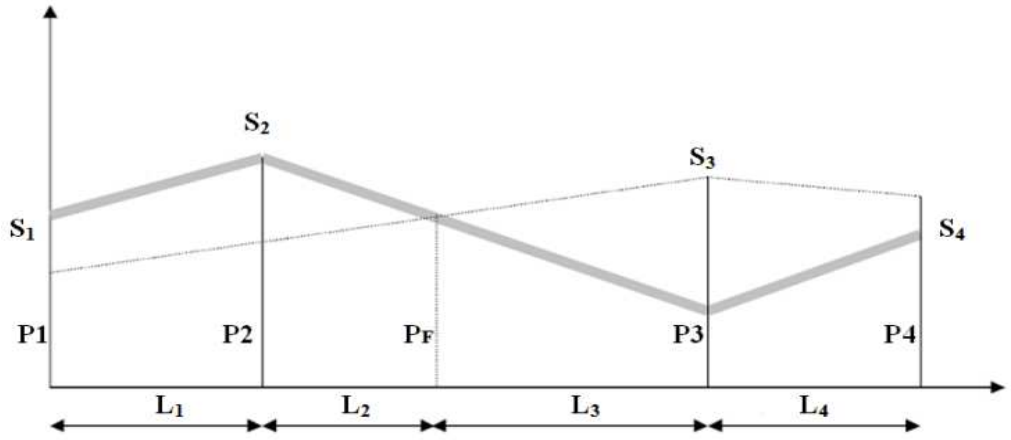
Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

$$V = (Hm / 6) (S1 + S2 + 4Sm)$$

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

VI.I.4. Application :

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné :



Figures VI.1 : Profil en long d'un tracé donné.

Avec :

PF : profil fictif, surface nulle.
Si : surface de profil en travers Pi.
Li : distance entre ces deux profils.

Le volume compris entre deux profils en travers P_i et P_{i+1} de section S_i, S_{i+1} est égal A :

$$\mathbf{V = (Li / 6) (S_i + S_{i+1} + 4Sm)}$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que : $\mathbf{Sm=(S_i+S_{i+1}) / 2}$

- ✓ Entre P1 et P2 : V1 = L1 ×($\frac{S1+S2}{2}$)
- ✓ Entre P2 et PF : V2 = L2 ×($\frac{S2+0}{2}$)
- ✓ Entre PF et P3 : V3 = L3 ×($\frac{0+S3}{2}$)
- ✓ Entre P3 et P4 : V4 = L4 ×($\frac{S3+S4}{2}$)

Le volume total V : V = V1+ V2+ V3+V4

$$V_1 = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

VI.I.4.1. Calcul des cubatures de projet :

Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide de logiciel AUTOPISTE, Résultats de notre projet.

	Unité	Volume
Déblais Avec sans décapage	**m^3**	**668526.1**
Remblai	**m^3**	**80700**

Tableau VI.1 : Volume des cubatures.

VI.II. Etude de stabilité des talus

VI.II.1. Introduction :

La stabilité d'un talus est déterminée d'abord par son angle d'inclinaison mais aussi par une série de paramètres (nature du talus, humidité, etc.). Dans le cas d'un talus non stable, il peut se produire un glissement de terrain ou rupture de talus.

VI.II.2. La Méthode de calcul :

Le calcul de la stabilité est fait avec les coefficients partiels à l'aide du logiciel Ge studio sloop. Il est basé sur la méthode des tranches qui donne un coefficient de sécurité pour l'ensemble des zones étudiées en considérant un comportement rigide plastique du sol.

VI.II.3. Analyse de la stabilité des talus :

VI.II.3.1. Caractéristiques du déblai :

Nous allons vérifier la stabilité du profil qui représente la hauteur du déblai la plus importante, à savoir au PK 17+575 à 17+875, cette hauteur est de **13 m** pour cela on utilise le logiciel Ge studio sloop.

- Les remblayages ont été modélisés avec une inclinaison de 3H : 2V.
- Les surfaces de ruptures supposées circulaires.

Les paramètres géotechniques dans le cas défavorable.

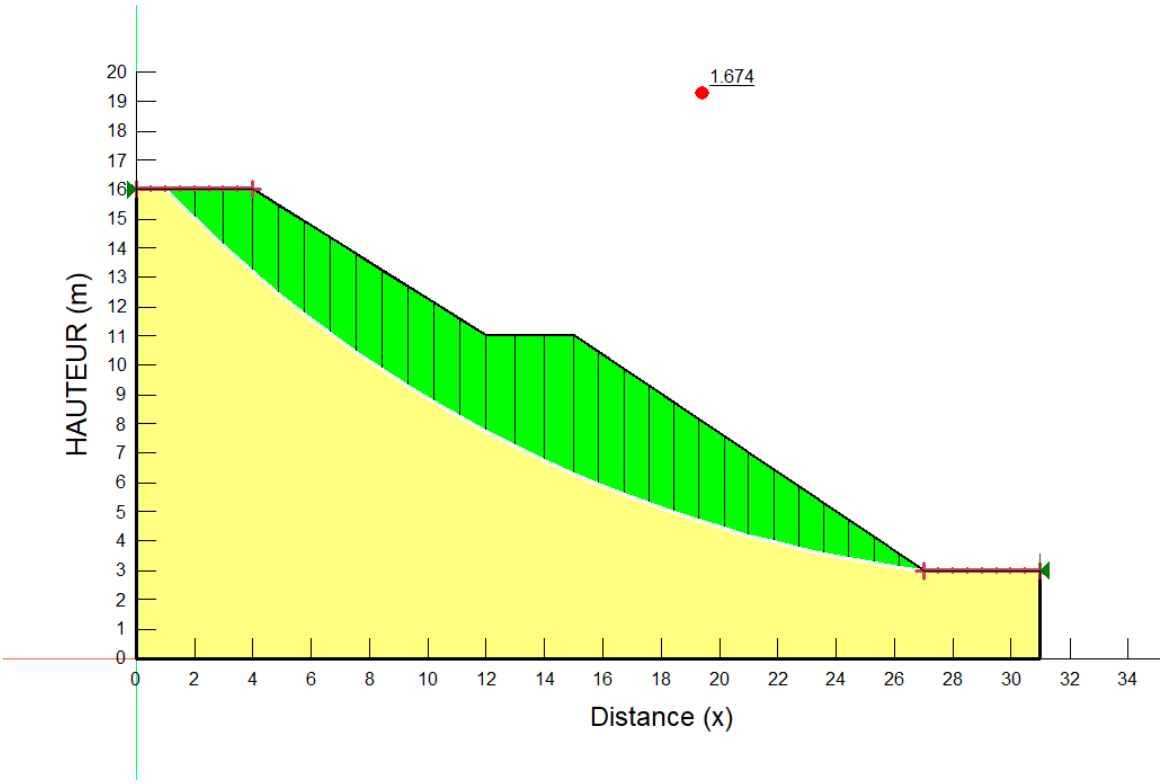
PK début-fin	Profondeur(m)	Nature du terrain	Paramètres géotechnique		
			ɣh ($KN/m3$)	C'($KN/m3$)	Φ' ◦
17+575 à 17+875	13 m	Gravier	20	10	30

Tableau VI.2 : Caractéristiques du déblai de PK 17+575 à 17+875.

VI.II.3.2. Résultats d'analyse par logiciel :

Les analyses numériques à l'équilibre limite ont été faites à partir du logiciel Ge studio sloop qui permet de vérifier la stabilité des talus et déterminer la surface de rupture potentielle.

Les résultats du logiciel sont présents dans la page suivante avec le coefficient de sécurité correspondant.



Figures VI.2 : Analyse de stabilité déblais PK 17+575 à 17+875.

FS=1.674.

VI.II.3.3. Interprétation des résultats :

FS = 1.674 > 1.5 équilibre stable.

La pente du talus de déblai choisie pour le calcul (3H/2V) avec berme de 3m, nous a permet de qualifier la situation du terrain comme étant stable.

Chapitre IX :
ASSAINISSEMENT

IX.1. Introduction :

L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer la collecte, le transit, au besoin la rétention de l'ensemble des eaux, pluviales et usées, et de procéder aux traitements avant leur rejet dans le milieu naturel par des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Une bonne étude d'assainissement permet de prolonger la durée de vie de notre autoroute, et de réduire le coût d'entretien par la suite. Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

Pour les chaussées :

- ✓ Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- ✓ Dés enrobage.
- ✓ Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important).
- ✓ Décollement des bords (affouillement des flancs).

Pour les talus :

- ✓ Erosion.
- ✓ Affouillements du pied de talus.

IX.2. Objectif 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.
- ✓ Le maintien de bonne condition de viabilité.
- ✓ Réduction du cout d'entretien.
- ✓ Eviter les problèmes d'érosion.
- ✓ Garantir la stabilité de l'ouvrage durant toute sa durée de vie.

IX.3. Etude hydrologique :

L'étude hydrologique a abouti à la définition de vingt-et- un (5) bassins versants répartis sur l'ensemble du tracé, le relief est de manière à favoriser le ruissellement du sud vers le nord.

Les débits de crues résultant de cette étude hydrologique ont été établis pour des périodes de retour de 10 ans,50 ans,100 ans.

L'objectif de l'étude hydrologique est de faire ressortir le débit de projet qui doit être évacués par notre ouvrage.

IX.3.1. Climatologie :

L'étude climatologique permet de déterminer la pluviométrie maximale journalière, en vue du calcul de la crue de projet.

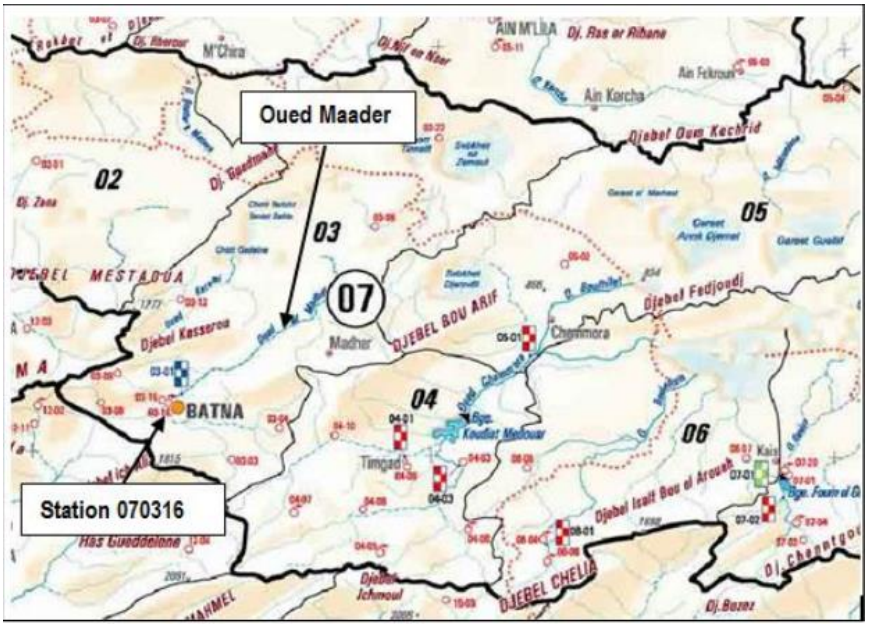
Les données pluviométriques sont acquises auprès de L'Agence National des Ressources Hydriques (ANRH-Constantine).

Les données se composent essentiellement des pluies journalières maximales (Pjmax).

Nom station	Code Station	X(km)	Y(km)	Z(m)	Durée d'observation	Type de données
AIN DJASSER	070201	798,350	289,100	865	1980-2012	Pluie Journalière maximale (Pjmax)
AIN YAGOUT	070306	836,000	281,600	876	1980-2012	
BATNA FERME EXP.	**070316**	**814,700**	**257,350**	**1040**	**1980-2012**	
CHELGHOUM LAID	100312	811,400	323,750	768	1977-2012	
TADJENANE	100303	796,150	318,000	845	1970-2011	
AIN EL KEBCH	100307	806,550	307,400	955	1973-2001	

Tableau IX.1 : caractéristiques des stations pluviométriques dans la zone du projet.

La station pluviométrique : BATNA FERME EXP. Est la plus proche du site de notre étude. Elle est choisie comme station de référence (Figure IX.1)

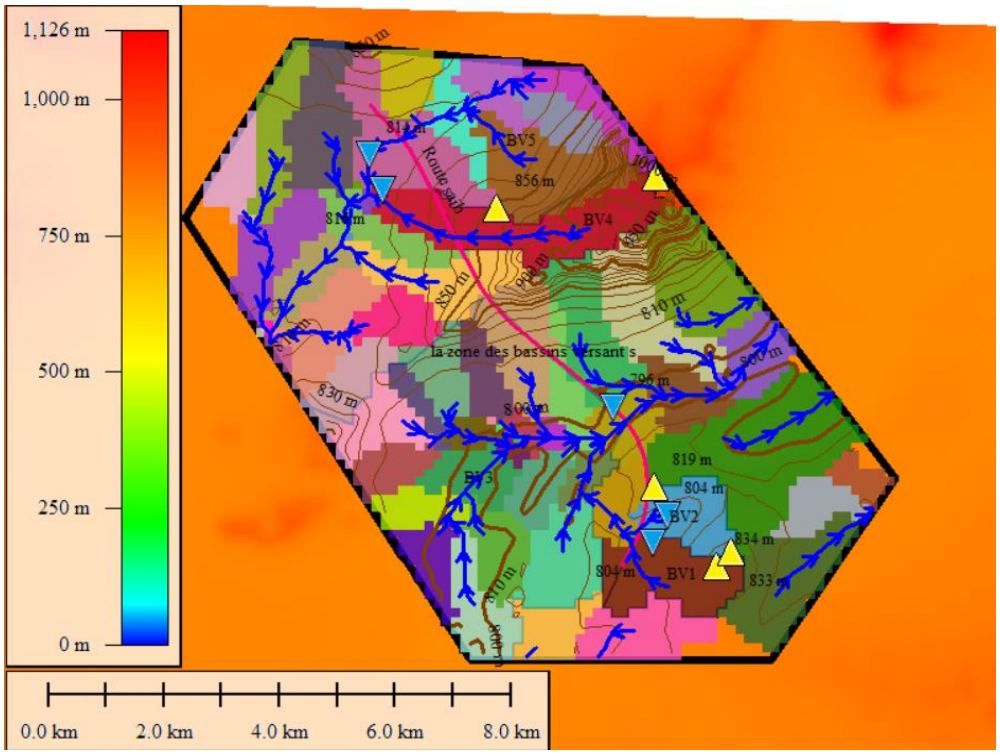


Figures IX.1 : position de la station pluviométrique 070316 dans la carte du réseau de mesure ANRH.

IX.3.2. Délimitation des bassins versants :

Une visite du site a été effectuée au préalable, afin de compléter et de valider la délimitation que nous avons faite à l'aide du « Global Mapper ». Le sens des écoulements se fait du sud vers le nord.

Lors de la visite on a pu consulter les ouvrages hydrauliques existants, les écoulements, ce qui nous a aidé à faire un raisonnement logique.



Figures IX.2 : Carte représentant les bassins versant de notre Zone.

IX.3.3. Caractéristiques physiques des bassins versants :

Un traitement cartographique approprié nous a permis de déterminer les principales caractéristiques physiques du bassin versant.

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

N° du BV	PK	P (Km)	S (Km2)	L (m)	Hmax (m)	Hmin (m)	DH (m)	P (m /m)
BV 1	11+900	8.388	2.337	1056	834	804	30	0.028
BV 2	14+100	5.865	1.671	566.17	819	796	23	0.041
BV 3	14+225	42.52	53.33	17841	1235	864	371	0.021
BV 4	16+275	11.764	3.345	2352	1020	816	204	0.087
BV 5	18+925	12.694	8.459	2861	856	814	42	0.015

Tableau IX.2: caractéristiques morphométriques des Bassins Versants.

Les caractéristiques physiques en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes. Ces caractéristiques sont :

S : la superficie du bassin versant est la portion du plan délimitée par la ligne de crête, ou contour du bassin (pour notre cas elles sont données).
L : longueur du cours d'eau principal.
$H\ max$: Altitude max.
$H\ min$: Altitude min.
P : indice de pente, tel que : $\mathbf{P = (H\ max - H\ mi)\ /L}$

IX.3.4. L'estimation des débits de crue :

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne '**I**' de la pluie, et de durée 't'égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode rationnelle dont nous rappelons très sommairement le principe :

$$Qa \leq Qs$$

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

- **Formule Rationnelle :**

$$Qa = 0.278 \times Cr \times I \times S$$

Qa : Débit de crue de période de retour voulue (m3 /s).
I : Intensité de pluie pour le temps de concentration du BV (mm/h).
Cr : Coefficient de ruissellement.
S : Surface du bassin versant (Km2).

- **Coefficient de ruissellement :**

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

$$C = C1+C2+C3$$

Il dépend de :

- ✓ La nature du sol.
- ✓ L'état de végétalisation sur la terre écoulée.
- ✓ Dépendant de la pente du bassin versant.

C1 : Dépend de la pente longitudinale du thalweg.
C2 : Dépend de la nature du sol (perméabilité).
C3 : Dépend de la couverture végétale du bassin versant.

Le coefficient C1 est obtenu à partir du tableau X.3. La pente du talweg principal (P) est estimée égal au rapport de la dénivelée du talweg (**ΔH=Hmax-Hmin**) par rapport à la longueur de ce talweg (L).

Pente (%)	Coefficient C1
P < 3.5 %	0.01-0.03-0.05
3.5%< P < 11%	0.06-0.08-0.1
11 < P < 35%	0.12-0.16-0.20
35% < P	0.22-0.26-0.30

Tableau IX.3: Valeurs du coefficient C1.

Les coefficients C2 et C3 dépendent de nature du sol et du type de végétation, leurs valeurs sont obtenues à partir des tableaux suivants :

Nature de sole	Coefficient C2
Imperméable	0.22-0.26-0.30
Peu imperméable	**0.10-0.15-0.30**
Perméable	0.06-0.08-0.10
Très perméable	0.03-0.04-0.05

Tableau IX.4: Valeurs du coefficient C2.

Toux de couverture de surface	Coefficient C3
Sol rocheux	0.22-0.26-0.30
Prairie	0.07-0.21-0.25
Labours champs	**0.07-0.11-0.15**
Forêts et territoire sableux	0.03-0.04-0.05

Tableau IX.5: Valeurs du coefficient C3.

IX.3.5. Temps de concentration « Tc » :

Le calcul des débits de projet requiert l'évaluation du temps de concentration du bassin versant (TC) soit le temps le plus long que met une goutte d'eau du bassin versant pour atteindre l'exutoire.

Méthode de Ventura :

$$\mathbf{Tc = 0,127\sqrt{\frac{S}{P}}} \qquad \textbf{pour : A < 5 Km2}$$

Tc : Temps de concentration (h).
S : Surface du bassin (km2).
P : Pente moyenne du bassin (m/m).

$$\mathbf{TC = \frac{4*\sqrt{S}+1.5*L}{0.8*\sqrt{DH}}} \qquad \textbf{Si : 25 km² < A < 200 km² selon PASSINI.}$$

L : Longueur de bassin versant (km).
DH : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

IX.3.6. L'intensité de pluie :

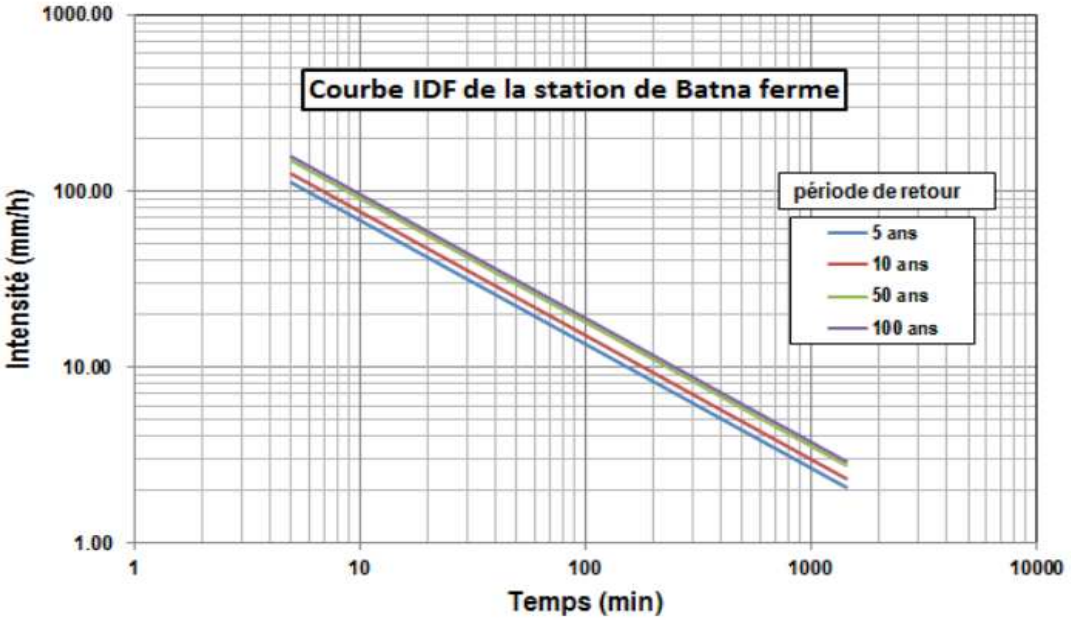
Elle est tirée à partir des graphes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) ou bien Par la formule de Montana, qui sont spécifique à la station de SETIF.

$$\mathbf{I(t) = } \boldsymbol{a(t) \times T^{-b}}$$

I : intensité de pluie exprimée en mm/h.
T : période de retour exprimé en ans.
t : temps exprimé en heures pris égale au temps de concentration tc
a, b : paramètres de Montana.

La détermination des paramètres des courbes IDF se fait en utilisons la méthode des moindres carrés.

Les valeurs des paramètres a et b de Montana pour différentes périodes de retour sont données dans le tableau.



Figures IX.3 : tracé des courbes IDF de la station de BATNA FERME EXP L'échelle des abscisses est une échelle logarithmique.

Les valeurs des paramètres a et b de Montana pour différentes périodes de retour sont données dans le tableau.

- ✓ Indice climatique régional : **b= 0.7**
- ✓ Le paramètre « a » pour les différentes fréquences sont :

T(ans)	10	50	100
a(t)	22	26	28

Tableau IX.6 : valeurs des paramètres de Montana pour la station de BATNA FERME EXP.

IX.3.7. La fréquence f :

- ✓ Les buses et les fossés seront dimensionnée pour une période de retour 10 ans.
- ✓ Les dalots seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- ✓ Les ponts seront dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

❖ **Résultats de calcul :**

N° du BV	Tc (h)	Cr	I10 (mm/h)	I50 (Mm/h)	I100 (mm/h)	Q10 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)
BV 1	1.152	0.290	19.925	23.550	25.362	3.754	4.437	4.778
BV 2	0.815	0.340	25.398	30.015	32.324	4.011	4.741	5.105
BV 3	8.890	0.290	4.766	5.633	6.066	20.493	24.219	26.082
BV 4	0.789	0.340	25.977	30.700	33.062	8.213	9.706	10.453
BV 5	3.049	0.290	10.082	11.915	12.832	6.876	8.126	8.751

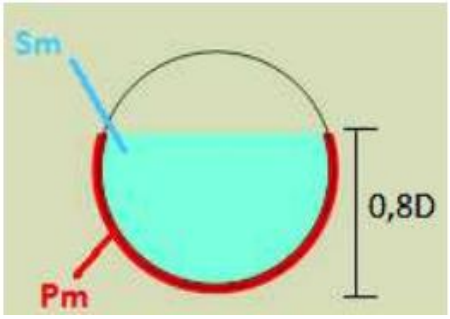
Tableau IX.7 : débit, temps de concentration de chaque bassin pour les différentes périodes de retour.

IX.4. Étude Hydraulique :

Pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques de franchissement du tracé de la pénétrante, il est évident de définir la crue de projet. Le choix de la période de retour de cette crue est fait en considération de l'équilibre du coût d'investissement et le risque des dommages encourus quand les ouvrages sont soit surdimensionnés ou sous dimensionnés.

IX.4.1. Dimensionnement des buses :

❖ **Exemple : (BV5)**



Figures IX.4 : Buse.

✓ **Le débit de saturation :**

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

- **Kst** : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = **80** (aux buses préfabriquées).
- **Sm :** surface mouillée tel que : Sm et Pm calcul par **AUTOCADE**.
- **Rh :** rayon hydraulique tel que : Sm / Pm

On a :

Q_a= K.C.I.A

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

$\boldsymbol{Q_a}$=Qs $\rightarrow \boldsymbol{R^{8/3}} = \frac{2^{5/3} \times \boldsymbol{Q_a}}{80 \times \pi \times \sqrt{I}} \rightarrow$ **R** $= (\frac{2^{5/3} \times \boldsymbol{Q_a}}{80 \times \pi \times \sqrt{I}})^{3/8}$

Pour le 5eme bassins on a :

Qa (10ans) =8.126 m3/s

R $= (\frac{2^{5/3} \times 8.126}{80 \times \pi \times \sqrt{0.01}})^{3/8}$ **R= 1** m

D= 2R =2000 mm

✓ **Les conditions d'auto curage :**

On doit vérifier les conditions d'auto curage pour cette buse :

V > 0.6 m/s pour **Q=0.1Qps**

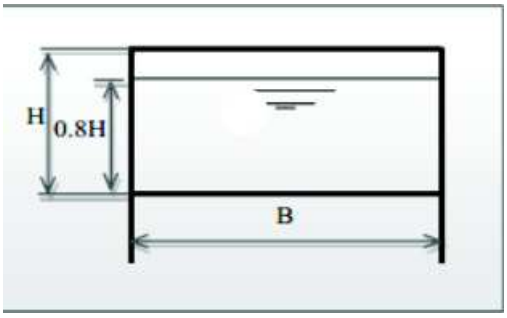
V > 0.3 m/s pour **Q=0.01Qps**

$\boldsymbol{Qps} = K_{st} \times I^{1/2} \times Sm \times (Rh)^{2/3} = 12.223\ m3/s$
$\boldsymbol{Vps} = Q_{ps} / S = 12.223 / 2.6943 = 4.537\ m/s$

- Pour Q=0.1Qps V= 0.63×Vps = 2.858 m/s > 0.6 m/s **vérifié.**
- Pour Q=0.01Qps V= 0.33×Vps = 1.497 m/s > 0.3 m/s **vérifié.**

Alors la buse choisie est d'un diamètre de : Ø2000.

IX.4.2. Dimensionnement des dalots :



Figures IX.5 : Dalot.

Exemple : (BV4)

Périmètre mouillé : $P_m = 2(0.8 \times H + B)$

Section mouillée : $Sm = 0.8 \times H \times B$

Rayon hydraulique : $Rh = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8 \times H \times B}{1.6 \times H + B}$

Pente longitudinale de l'ouvrage i

$Q_s = K_{st} \times Sm \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$

$Q \leq K_{st} \times i^{1/2} \times 0.8 \times h \times L \times (\frac{0.8 \times H \times B}{1 \times H + B})^{2/3}$

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

On pend:

- B=2 m
- I=1.5%
- Q= 9.706 $m3/s$

H0 = $\frac{1}{0.8\times2} \times \left(\frac{9.706}{70\times0.015^{0.5}}\right)^{3/5}$ = 0.449 m

H = $\frac{1}{0.8\times B} \times \left(\frac{Qa}{70\times I^{0.5}}\right)^{3/5} + (1.6H0 + B)^{2/5}$ = 1.941m

Pons notre projet les dalots sont en béton armé, donc le coefficient de rugosité est égal à

Kst = 70.

V = Q/ Sm = 3.033 m/s < 4 m/s (vérifier).

Alors on a choisi deux ouvrages courants (**dalot**) de (**2 x 2**).

❖ Résultats de calcul :

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

N° du BV	Ouvrage	Sm (m2)	Pm (m)	Rh (m)	I (m/m)	Qs (m^3/s)	Q10 (m3/s)	Q50 (m3/s)	V(m/s)	Conditions d'auto curage
BV1	Buse Ø1500	1.5155	4.5214	0.335	0.01	5.829	3.754			Vérifié
BV2	Buse Ø1500	1.5155	4.5214	0.335	0.01	5.829	4.011			Vérifié
BV3	Pente									
BV4	Dalot 2*2	3.2	5.2	0.615	0.015	19.739		9.706		Vérifié
BV5	Buse Ø2000	2.6943	6.283	0.429	0.01	12.223	6.876			Vérifié

Tableau IX.8 : type et dimension d'ouvrage adopté vitesse et condition d'auto-curage des ouvrages adoptés aux niveaux des bassins versant.

IX.4.3. 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.

IX.4.3.1. Cas Déblai entre le PK 17+575 et le PK 17+875 de longueur L= 300 m.

Le dimensionnement se fait dans le cas le plus défavorable, où il y a une hauteur importante du Déblai **h=16 m.**

❖ Calcul de la surface :

La surface de la chaussée : **Ac**= 0.0105 × 0.3= 0.00315 km2
La surface de BAU : **Abau** = 0.003 ×0.3 = 0.0009 km2
La surface de la berme : **Ab** = 0.001 ×0.3= 0.0003 km2
La surface du talus : **At** = 0.01 ×0.3= 0.003 km2

❖ **Coefficient de ruissellement :**

Sa valeur est obtenue en tenant compte des paramètres suivants :

- La pente du bassin versant.
- La perméabilité du sol.
- La couverture végétale.

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

Tableau IX.9 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée.

Exemple (chaussée) :

A < 5 km2 : on applique la formule de Ventura :

$$t_c = 0{,}127.\sqrt{\frac{A}{P}} = 0{,}127 \times \sqrt{\frac{0.00350}{0.025}} \quad \Longrightarrow \quad t_c = 0{,}0451\ h$$

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

Donc :

$$i(t,T) = \frac{a}{tc^b} = \frac{22}{0.0451^{0.7}} = 192.5885\ mm/h$$

Qa = 0.278 C I A = 0.278 × 0.95 × 192.5885 × 0.00350= 0.1602 m^3 / s

❖ Résultats de calcul :

SBV	A (km2)	Pente	Tc (h)	It (mm/h)	C	Q (m3 /s)
Chaussée	0.00315	0.025	0.0451	192.5885	0.95	0.1602
B.A. U	0.0009	0.04	0.0191	351.9623	0.95	0.0836
Berme	0.0003	0.08	0.0978	658.9449	0.4	0.022
Talus	0.003	0.6667	0.0085	618.2203	0.3	0.1547

Tableau IX.10 : récapitulatif des résultats des débits des SBV.

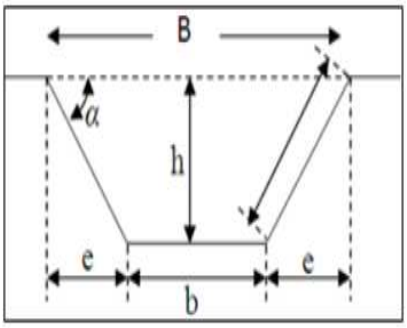
Donc : Qa = Qach + Q bau+ Qa berme + Qa talus

Qa = 0.1602+ 0.0836+ 0.022+0.1547

Qa = 0.4205 m3/s

- **Calcul du débit de saturation (Qs) :**

✓ **Calcul de la surface mouillée :**



Figures IX.6 : Dimension du fossé.

$$S_m = b.h + 2.\frac{e.h}{2}$$

$$\tan\alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{D'où : } e = n.h$$

$$S_m = b.h + n.h^2 = h.(b + n.h)$$

$$S_m = h.(b + n.h)$$

✓ **Calcul du périmètre mouille :**

Pm= b + 2B avec : $B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h.\sqrt{1 + n^2}$

$$P_m = b + 2.h.\sqrt{1 + n^2}$$

✓ **Calcul du rayon hydraulique :**

$$R_h = {}^{S_m}/_{P_m} = \frac{h.(b+n.h)}{b+2.h.\sqrt{1+n^2}}$$

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

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

$$\rightarrow \quad Q_a = K_{ST}.h.(b + n.h).\left[\frac{h.(b+n.h)}{b+2.h.\sqrt{1+n^2}}\right]^{2/3}.J^{1/2}$$

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on a : I=2.485 % ; Kst = 70 (au béton coulé sur place).

On pose :

b=0.5 et Pour un angle de 45° => n = 1

On obtient :

$$h = \left[\frac{Qa}{K_{St}.0.5.\sqrt{I}}\right]^{3/5} \quad \frac{\left[1+2\sqrt{2}\,x\,\frac{h}{0.5}\right]^{2/5}}{1+\frac{h}{0.5}}$$

Après un calcul itératif on trouve **h = 0.3 m.**
Pour des raisons d'entretien on prend un fossé **(b=50 cm, h=50 cm)**

IX.4.3.2. Fossé de pied de talus en remblai :

Le dimensionnement se fait dans le cas le plus défavorable, où il y a une hauteur importante du remblai **h=6 m.**

D'après le profil en long, notre cas situé entre PK 14+25 et PK 14+200 avec une longueur de **L=175 m**

SBV	A (km2)	Pente	Tc (h)	It(mm/h)	C	Q (m3 /s)
Chaussée	0.0018375	0.025	0.0344	232.5731	0.95	0.1129
B.A.U	0.000525	0.04	0.0145	425.0356	0.95	0.0589
Berme	0.000175	0.08	0.0059	795.7529	0.4	0.0155
Talus	0.00175	0.6667	0.0065	746.5732	0.3	0.1090

Tableau IX.11 : Récapitulatif des résultats des débits des SBV.

Donc :

Qa = Q ach + Q bau+ Qa berme + Qa talus

Qa = 0.1129+ 0.0589+ 0.0155 +0.1090

Qa = 0.2963 m3/s

On pose : b = 0.5 m

$$h = \left[\frac{Qa}{K_{St}.0.5.\sqrt{I}}\right]^{3/5} \quad \frac{\left[1+2\sqrt{2}\,x\,\frac{h}{0.5}\right]^{2/5}}{1+\frac{h}{0.5}}$$

D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur : **h = 0.427 m**

Pour des raisons d'entretien on prend un fossé **(b=50 cm, h=50 cm).**

Chapitre X :
OUVRAGE D'ART

X.1. Introduction :

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

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

Dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau (murs, tranchée couverte, digue).

Dispositif de transition entre plusieurs modes de transports (quais et autres ouvrages portuaires).

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

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

X.2. Définition d'un pont :

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

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

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

X.3. Conception des ouvrages :

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

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

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

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

X.5. Domaines privilégiés d'emploi et types d'ouvrages :

En fonction des portées des travées principales, de la géométrie de la brèche ou du tracé de l'ouvrage, certains types de structures ou certaines méthodes de construction peuvent être privilégiées.

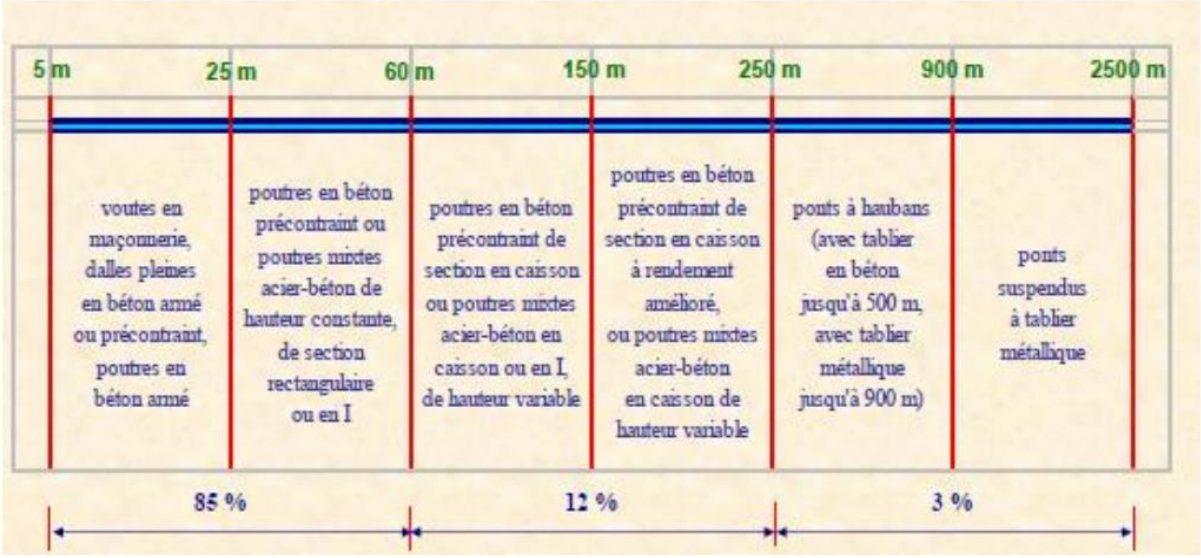


Figure X.1. : Choix du type de pont en fonction des portées des travées principales.

X.6. Présentation du L'ouvrage :

Le lieu de croisement de la pénétrante avec oued Maader au niveau du PK 14+225 m au PK 14+975 m, un pont doit être aménagé.

X.6.1. Choix et type d'ouvrage :

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

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

La langueur totale **L_t= 700 m**
La largeur totale **b_t= 26 m**
La hauteur totale **Ht= 8 m**

✓ Opter pour un type d'ouvrage réalisable en Algérie avec des techniques maitrisées sur le terrain national.

✓ L'intégration de l'ouvrage dans son environnement avec la nécessité de dégager la meilleure visibilité pour les usagers de l'autoroute.

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

Variante N°1 : Pont à poutres en béton précontraint par post-tension.
Variante N°2 : Pont (caisson).

X.6.1.1. Variante N°1 (Pont à poutres en béton précontraint par post-tension) :

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

Avantage :

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

Inconvénients :

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

X.6.1.2. Variante N°2 (Pont (caisson)) :

La construction par encorbellements successifs est une technique très ancienne, elle consiste à exécuter un ouvrage élément par élément sans contact avec le sol.

Avantages :

- La construction des tabliers s'effectue sans aucun contact avec le sol, ce qui permet de construire des ouvrages au-dessus des rivières et des vallées très accidentées.
- La construction par éléments de 3 à 4 m de longueur permet un bon amortissement des outils de coffrage du tablier.
- La méthode permet d'exécuter des ouvrages de géométries diverses.
- La durée d'utilisation est plus longue.

Inconvénients :

- Les ouvrages construits par ces méthodes sont beaucoup plus lourds, ce qui conduit à des appuis et fondations importantes.
- Les effets de fluage du béton et de la relaxation des aciers conduisent à des délicats problèmes de réglage des fléaux et de redistribution des sollicitations dans les structures rendues continues.
- La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la pose desgaines et câbles, et pour la mise en tension des câbles.
- Difficulté de modification et de démolition.

❖ **Gabarit réservé :**

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus de la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En Algérie, il est réglementé que le passage sur :

- Les autoroutes et les routes expresses doivent respecter un gabarit de 5.25m.
- Les routes ordinaires doivent respecter un gabarit de 4.50m à 4.80m.

X.7. Conclusion :

Apres analyse des différents points des deux variantes et en tenant compte des données naturelles et économiques de ce projet, le choix s'est porte sur un Pont à poutres en béton précontraint par post-tension a 20 travées de 35 m.

Chapitre XI : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XI.1. Introduction :

Un échangeur est un croisement dénivelé sur lequel les transferts de trafic sont séparés les unes des autres et sont assurés par des bretelles autoroutières affectées à cet effet. Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre et d'un système de bretelles.

On désigne les échangeurs par :

Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

Notre échangeur s'agit d'un diffuseur reliant la pénétrante à la CW7.

XI.2. Rôle de l'échangeur :

- ✓ 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.

XI.3. Les éléments de l'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).

XI.4. Type des échangeurs :

- **Echangeur majeur** : raccordement autoroute avec autoroute. (Trèfle complet, bifurcation « Y », type triangle avec un ouvrage de croisement à trois étages).
- **Echangeur mineur** : raccordement autoroute avec route. (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

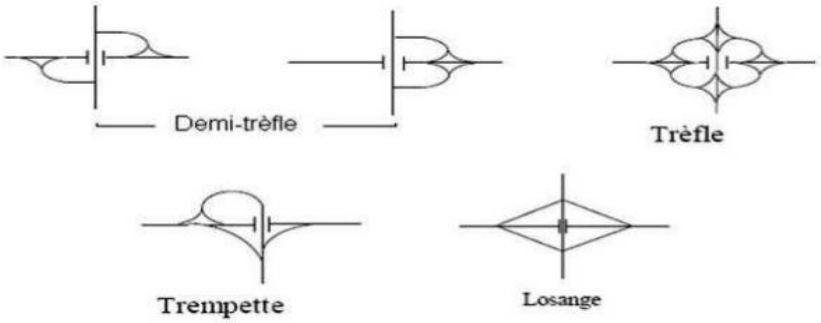


Figure XI.1: Schémas des types d'échangeurs.

XI.5. Règles de conception :

Respecter les normes de la conception suivantes :

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

XI.6. Choix du type l'échangeur :

Pour notre projet l'échangeur va relier la pénétrante autoroutière (3×2voies) avec CW7 (bidirectionnel à 1×2 voies), donc l'échangeur sera du type diffuseur, avec une géométrie de type **Losange**.

XI.6.1. Justification du choix de ce type d'échangeur :

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 CW7. Donc l'échangeur est de type mineur.
- ➢ Vitesse sur les bretelles : La vitesse sur l'échangeur est 40 à 80 Km/h.
- ➢ Le trafic au niveau de cet échangeur est distribué aux quatre directions.

XI.6.1.1. Etude du Traffic :

- ➢ **Pour la pénétrante :**

L'estimation du trafic pour la pénétrante à l'horizon de 2025 (année de mise en service) est égale à 15229.53 v/j (voir chapitre II Etude du trafic).

Nombre de voies= 2x3 (voir chapitre II Etude du trafic).

- ➢ **Pour la CW7 :**

C'est une CW bidirectionnelle de 1×2 voies de 3.5 m chacune avec une vitesse de référence de 80 Km/h.

- ➢ **Pour les bretelles :**

On estime un TJMA de 20 % de celui de la pénétrante, donc il est de 3045.906 v/j.

$TJMA_{2025} = 0.20 \times 15229.53$

$TJMA_{2025} = 3045.906$ v/j

$TJMA_{2045} = 3045.906 \times (1+0.035)^{20} = 6060.71$ v/j

Teff $_{2045}$ = [(1-0,20) + 3x0,20] x 6060.71

Teff $_{2045}$ =8484.994 uvp/j

Q_{2045} = 0, 12 x 8484.994

Q_{2045} = 1018.199 uvp/h.

Q_{adm} = 0, 75x1 x1500= 1125uvp/h.

N = (2/3) x (1018.199/1125)

N= 0.91 ≈1

Donc : **n =1 voie**

La vitesse maximale sur l'autoroute est de 130 km/h.
La vitesse sur la CW7 est de 80 km/h.
On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=60 Km/h.
Donc, l'échangeur qui répond à toutes ces critères est l'échangeur **Losange**.

XI.7. Caractéristiques géométriques des bretelles :

XI.7.1 Tracé des bretelles :

Les valeurs limites des rayons à utiliser pour le tracé des bretelles sont à 1 voie d'après le guide SETRA des échangeurs (complément de l'ICTAAL2015) sont les suivantes :

Rayon	Symbole	Voie de sortie	Voie de boucle
Rayon minimal	Rm (m)	40 (7%) et 100 (le premier rayon rencontré)	40 (7%)
Rayon minimal non déversé	Rnd (m)	300	/
Rayon maximal dans la boucle (m)	Rmax (m)	/	60
Dévers entre Rnd et Rm	d (m)	d = (675/R) +0.25 entre 300 et 100	/

Tableau XI.1 : Valeurs limites des rayons des bretelles.

XI.7.1.1. Enchaînement des éléments du tracé en plan :

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes.
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : R1<=2R2 où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrée dans le sens de circulation sauf si **R1>1.5Rnd** et si **R1 > R2**.
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

XI.7.1.2. Raccordement progressive :

D'après l'ICTAAL, pour les branches à une voie, une courbe circulaire de rayon inférieur ou égal à 1,5 Rdn est encadrée par deux arcs de clothoïde.

Si cette condition est trop contraignante, on peut limiter son application aux courbes de rayon inférieur ou égal à Rdn dans les bretelles.

La longueur **Lc** des arcs de clothoïde est égale à la plus grande des deux valeurs :

$6R^{0.4}$ et $7|\Delta d|$

Avec :

R : le rayon de courbure (en m).

|Δd| : la différence des pentes transversales (en %) des éléments de la trace raccordes.

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.

XI.7.1.3. Raccordement avec l'autoroute :

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

XI.7.1.4. Zones de décélération et d'accélération :

XI.7.1.4.1. La 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.

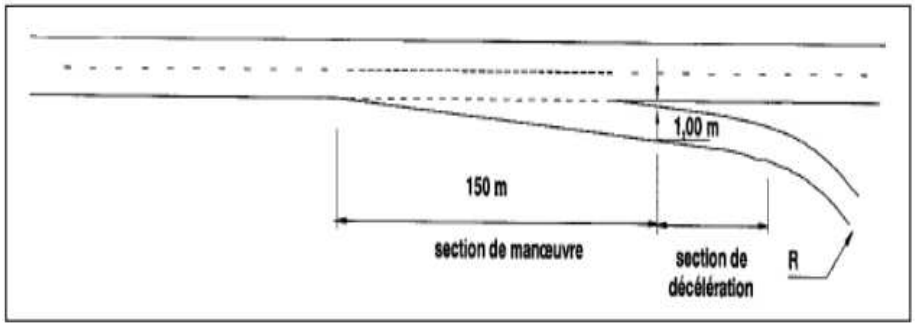


Figure XI.1 : Dispositif de sortie de l'autoroute.

XI.7.1.4.2. Zone d'accélération :

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

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

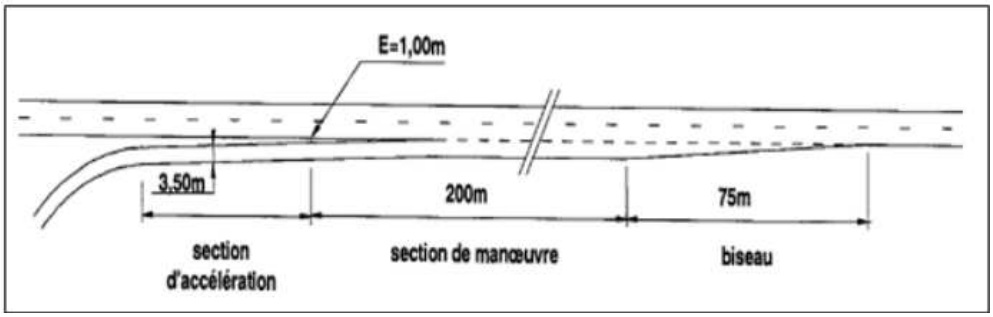


Figure XI.2 : Dispositif d'entrée sur l'autoroute.

XI.7.2. Profil en long d'une bretelle :

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

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

Tableau XI.2 : caractéristique géométrique du profil en long d'une bretelle.

XI.7.3. Profil en travers d'une bretelle :

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

- ✓ **Profils en travers types des bretelles :**

Chaussée unidirectionnelle	3.5 m
Bande dérasée de droite	1 m
Bande dérasée de gauche	0.5 m
Une Berme (D+G)	1 m
Total	6m

Tableau XI. 3 : caractéristique géométrique du profil en travers.

✓ **Pente transversale d'une bretelle :**

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

Tableau XI.4 : Dévers de la chaussée.

XI.8. Visibilité :

XI.8.1. Visibilité sur une entrée d'autoroute :

La distance de visibilité pour la voie de droite de l'autoroute doit être au moins égale à la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule entrant Distance d'arrêt : da = distance de freinage + distance de perception/réaction

$$Da = ((2V+V) / 2g)) (\gamma(v) + P)$$

Avec : V en m/s.

γ (v) : décélération moyenne exprimée en fraction de g.

P : la déclivité, en valeur algébrique.

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

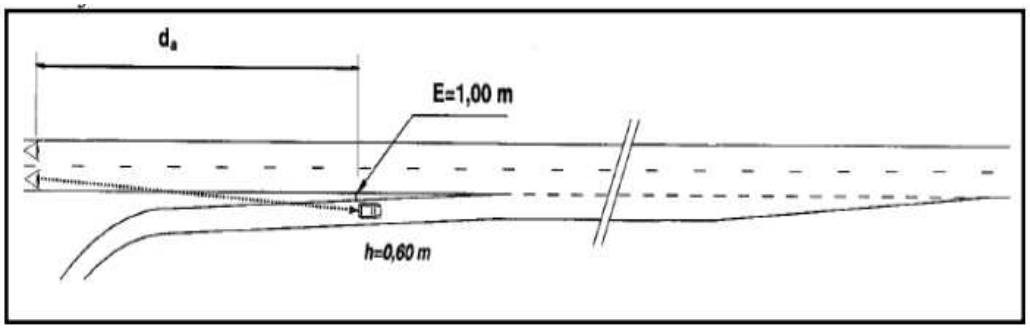


Figure XI.3 : Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute.

XI.8.2. Visibilité sur une sortie d'autoroute :

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

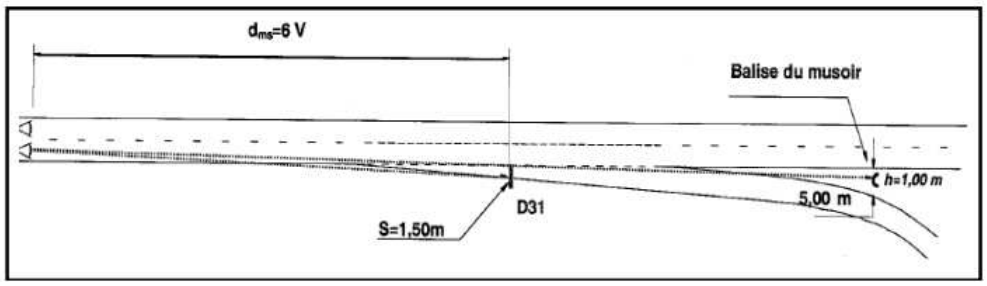


Figure XI.4 : Visibilité sue une sortie d'autoroute.

XI.8.3. Distance de visibilité sur marquage dvm :

dvm = 3V (V en m/s)

XI.8.4. Distance de lecture (lc) :

Définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation : lc=5V avec V en m/s.

XI.9. Application du projet :

Les valeurs des rayons adoptés et de dévers, sont résumés dans le tableau suivant :

Bretelle	Rayon (m)	V(km/h)	Divers (%)
B1	**250**	60	3
B2	**20**	40	7
B3	**80**	40	7
B4	**20**	40	7
B5	**250**	60	3
B6	**20**	40	7
B7	**80**	40	7
B8	**20**	40	7

Tableau XI.5 : caractéristiques des bretelles.

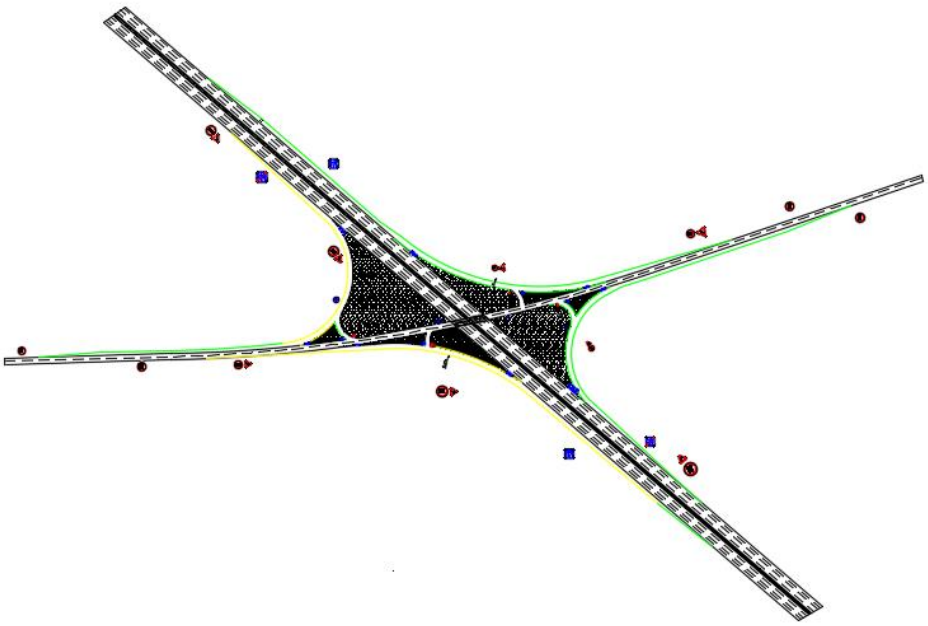


Figure XI.5 : Conception en plan de l'échangeur.

Chapitre XII :
SIGNALISATION

Chapitre XII : Signalisation

XII.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.

XII.2. Règles à respecter pour la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguel'attention de l'usager.
- Eviter la publicité irrégulière.

XII.3. Objectifs de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet de :

- Faciliter la circulation.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route.
- Rendre plus sur la circulation.
- Indiquer ou rappeler diverses prescriptions particulières de police.

XII.4. Catégories de signalisation :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage sur la chaussée.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

XII.5. Type de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

XII.5.1. 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 :

XII.5.1.1. Signalisation de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m enavant de l'obstacle signalé (signalisation avancé).

XII.5.1.2. Signalisation de prescription et d'indication :

Panneaux de forme circulaire on trouve ceux qui désignent :

- L'interdiction : sont de forme circulaire et comportent un anneau rouge.
- L'obligation : sont de forme circulaire et comportent un anneau bleu.
- La fin de prescription.

XII.5.1.3. 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.

XII.5.1.4. Signalisation de direction :

Sont en général de forme rectangulaire, parfois terminée en pointe de flèche pour signaler une direction.

XII.5.2. Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.

La signalisation horizontale se divise en trois types :

XII.5.2.1. Marquages longitudinaux :

- ✓ **Les lignes continues :**

Ce sont des lignes longitudinales sans interruption, il est interdit de les franchir ou de les chevaucher.

Elles servent à délimiter l'espace de chaque voie, les limites externes de la chausséelorsqu'il est interdit de s'arrêter.

✓ **Les lignes discontinues** :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se diffèrent par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalle.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Modulation des lignes discontinues :

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

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
≈ 1/3	10 5	3 1.5	T_1 T'_1
≈ 1	3.5 0.5	6 0.5	T_2 T'_2
≈ 3	1.33 6	3 20	T_3 T'_3

Tableau XI. 1 : Caractéristiques des lignes discontinues.

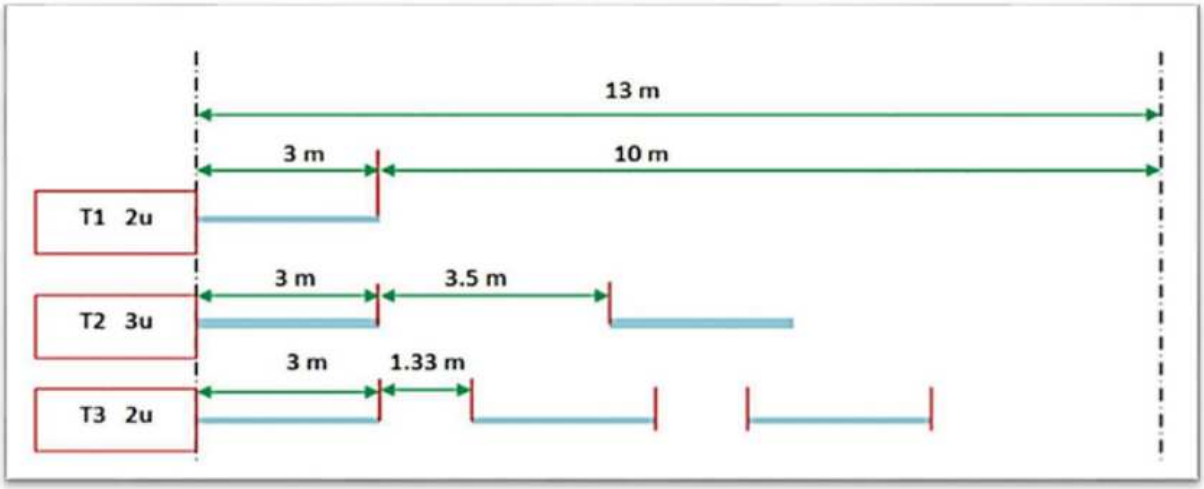


Figure XI.1 : Types de modulation.

T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.
T2 3U : ligne de rive.
T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

XII.5.2.2. Marquage transversal :

✓ **Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

✓ **Lignes transversales discontinue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage à l'intersection.

XII.5.2.3. Autre marquage :

✓ **Les flèches de rabattement :**

Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

✓ **Les flèches de sélection :**

À l'approche d'une intersection, signalent aux usagers la direction à prendre.

XII.6. Largeur des lignes :

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

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

XII.7. Application au projet :

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

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

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger type A.
- Panneau de signalisation de priorités type B.
- Panneau de signalisation d'interdiction de priorité type C.
- Panneaux de signalisation de type D.
- Panneaux de signalisation type E.

XII.7.1. Signalisation verticale :

Type A : signaux d'avertissement de danger :





Figure XII.2 : Signaux d'avertissement de danger.

Type B : signaux de priorité :



Figure XII.3 : Signaux de priorité

Type C : signaux d'interdiction ou de restriction :



Figure XII.4 : Signaux d'interdiction ou de restriction.

Type D : signaux d'obligation :



Figure XII.5 : Signaux d'obligation.

Type E : signaux de direction et des indications :

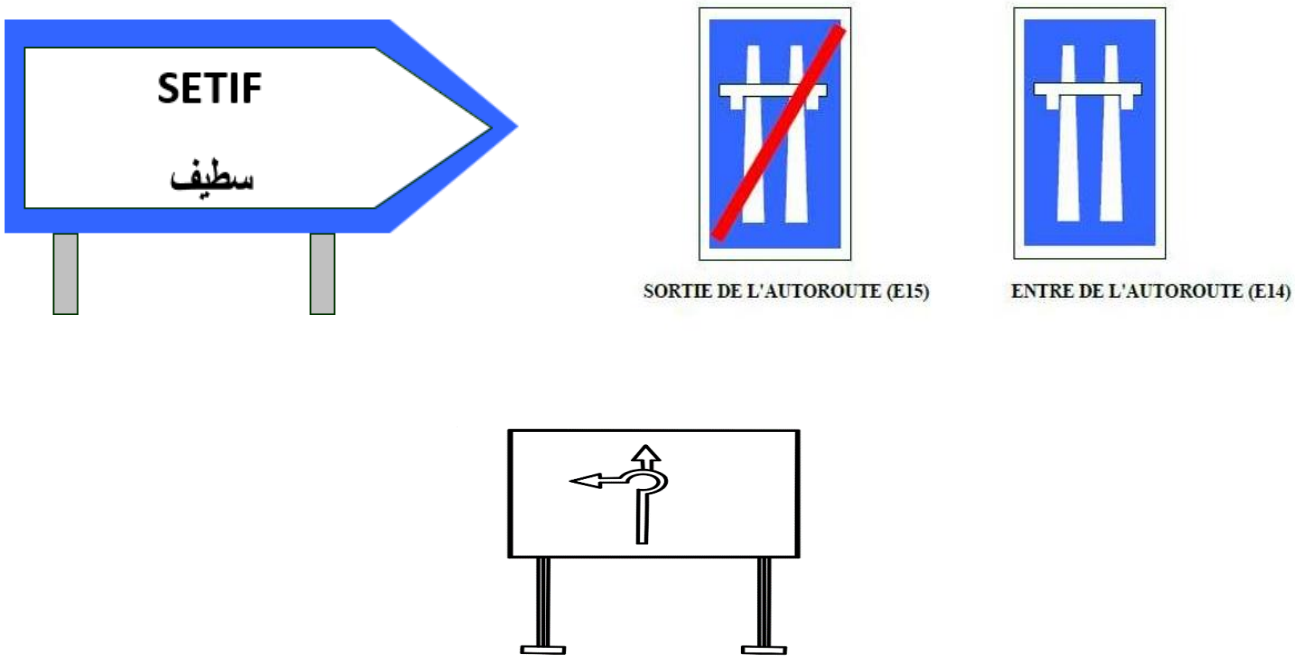


Figure XII.6 : Signaux de direction et des indications.

XII.7.2. Signalisation horizontale :

✓ **Les lignes longitudinales :**

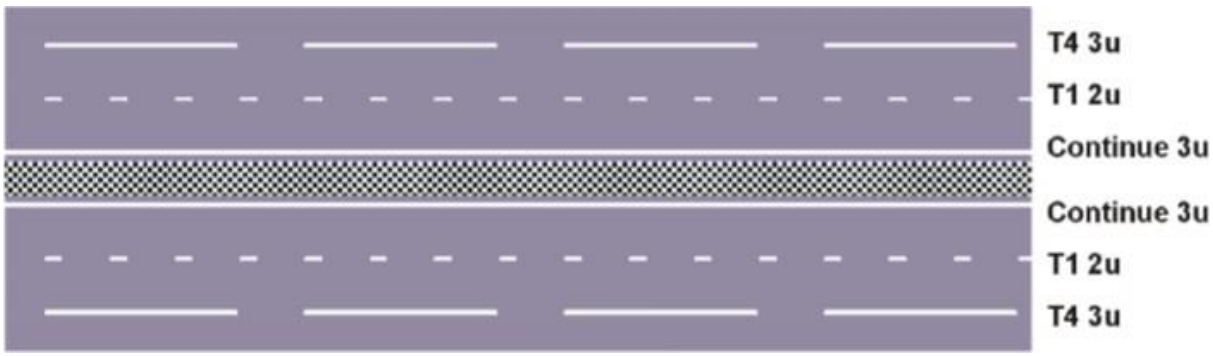


Figure XII.7 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé.

✓ **Voies de décélération :**

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

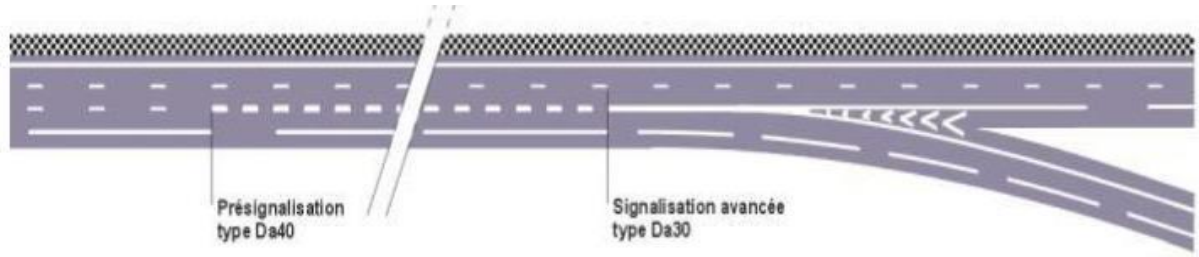


Figure XII.8 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé avec affectation de voies.

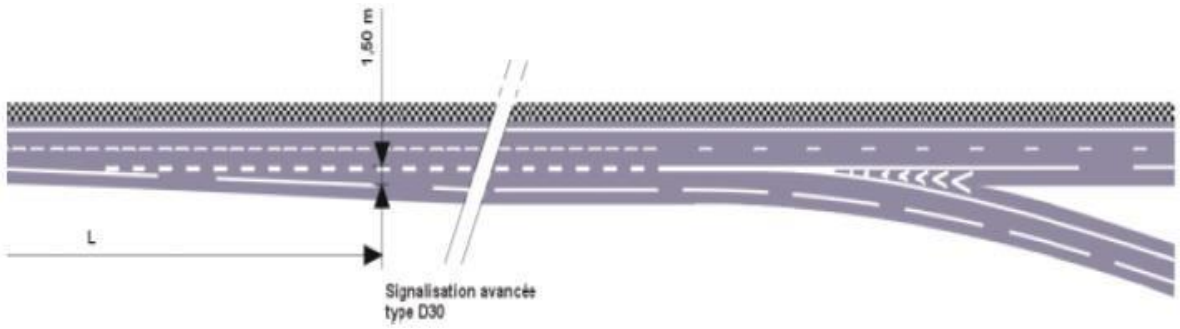


Figure XII.9 : Sans affectation de voies.

✓ **Voies d'accélération :**

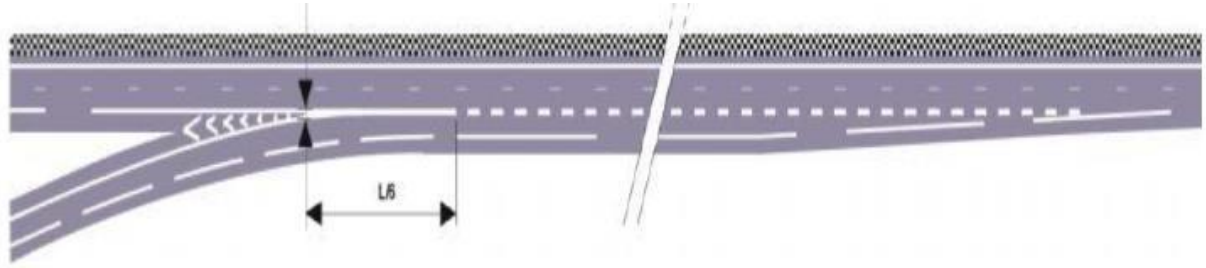


Figure XII.10 : mémés nombres de voies.

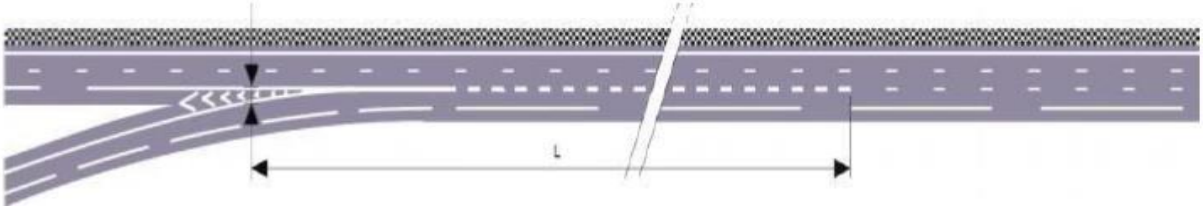


Figure XII.11 : Nombre de voies inférieur.

XII.7.3. Autres marques :

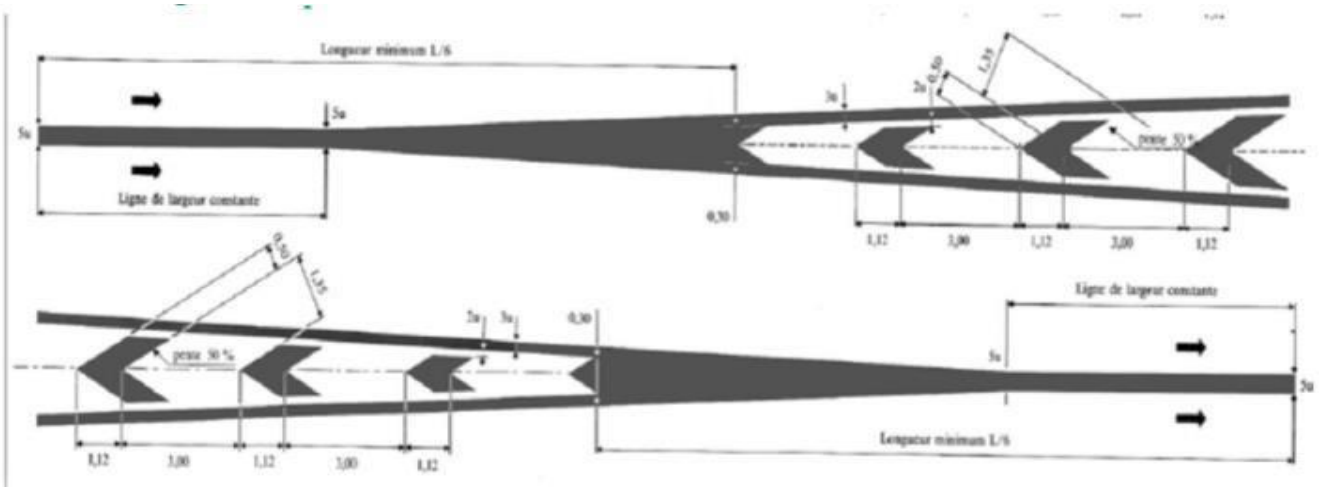


Figure XII.12 : Schémas de marquage avec hachures.

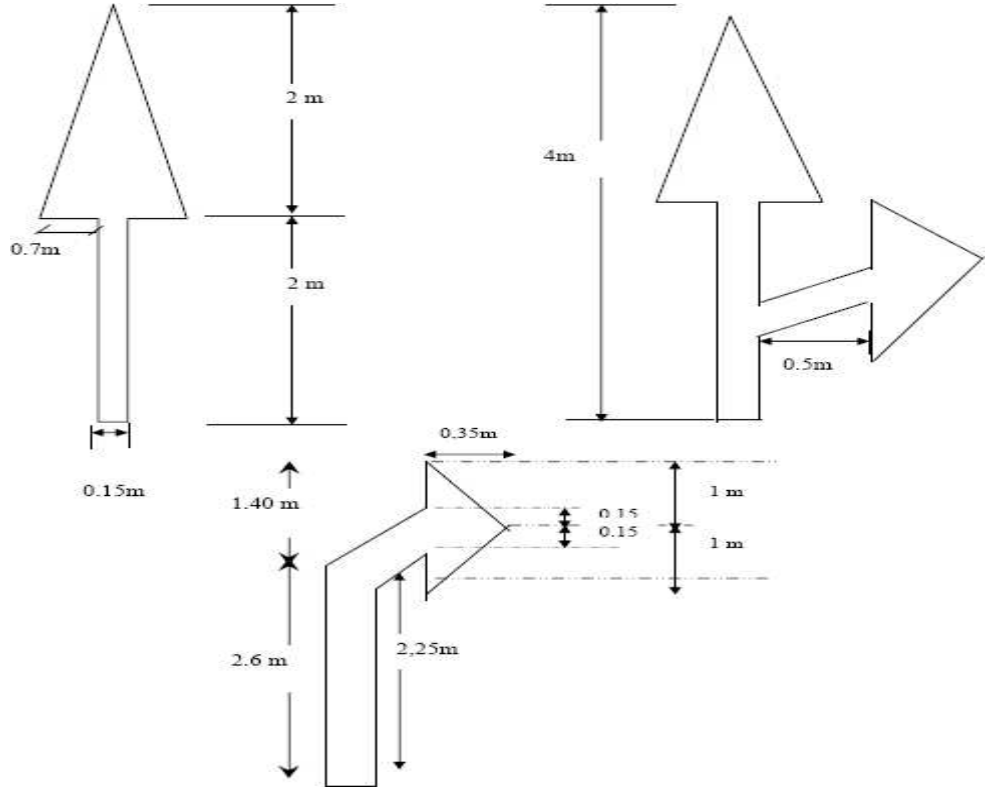


Figure XII.13 : Flèches de sélection.

Chapitre XIII :
ETUDE D'IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

XIII.1. Introduction :

Le présent chapitre a pour objet l'étude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation de notre projet.

Il convient de rappeler qu'une étude d'impact sur l'environnement a pour finalité d'identifier et d'évaluer les effets (ou incidences) de l'aménagement projeté sur le milieu naturel.

L'impact sur l'environnement peut être défini comme la différence entre l'environnement futur modifié tel qu'il résultera des activités de l'entreprise et l'environnement futur qu'il aurait en évoluant normalement sans ces activités.

XIII.2. Objectifs de l'étude d'impacts :

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

Elle a pour objectifs :

- Assurer l'intégration des contraintes et des opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure ;
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage ;
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- Les mesures envisagées pour réduire, compenser les conséquences dommageables du projet.

XIII.3. Identification des impacts d'un projet routier sur l'environnement :

L'identification se fait pour les deux phases :

- La phase réalisation qui induit des impacts temporaires.
- La phase exploitation qui induit des impacts permanents.

XIII.4. Les impacts :

XIII.4.1. L'impact sur le paysage :

L'interaction du projet avec le paysage se traduit par un paysage naturel qui sera transformé d'une part, et d'autre part on construira des éléments sur ce paysage : talus, chaussée, ouvrages,signalisation, ……etc.

L'infrastructure routière a un impact sérieux sur le paysage qu'elle traverse, même si dans certains cas les effets sont minimisés par l'existence de talus et par le relief.

Afin de permettre leur évaluation, on distingue deux catégories :

- Les tronçons qui sont à l'origine d'une défiguration du paysage pour la raison de l'installation de la route en remblai à l'intérieur d'une zone ou le terrain naturel qui sera clairement visible d'une distance éloignée.

- Les tronçons courts de l'infrastructure pour lesquels diverses solutions techniques peuvent être proposées, afin de réduire la défiguration du paysage, en général au niveaudes points de traversée des oueds ; ouvrages et échangeurs.

Le paysage autoroutier sera composé des éléments suivants :

Pente, modelage, couleur, végétation : il faudra chercher à redonner une forme naturelle aux entrées en terre.

XIII.4.2. L'impact sur la nature :

XIII.4.2.1. 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.

XIII.4.2.2. Pollution de L'air :

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence oudiesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux. La circulation routière est la principale source de CO_2.

XIII.4.2.3. La faune :

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y a la présence d'animaux sauvages et domestiques sur les abords.

XIII.4.2.4. Impacte sur la flore :

La mise en place d'une infrastructure routière s'accompagne également avec une modification de la terre qui entoure l'infrastructure, une diminution de couvert végétale et les terrassements du sol qui conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines ainsi leurs développements, Donc une connaissance locale de la végétation est obligatoire pour orienter le choix des espèces à planté sur les talus.

XIII.4.3. Impact sur le cadre humain :

XIII.4.3.1 Le bruit :

Provenant du moteur et déroulement, les moyens de lutte contre le bruit routier sont multiples, à savoir :

- Réduction du trafic par report sur in ave ou il sera moins nuisant
- Interdiction du trafic poids lourds
- Réduction de la vitesse
- Amélioration de la fluidité
- Eloignement de la voie projetée des zones habitées dès le premier stade du projet
- Utilisation de revêtement moins bruyant (BB très minces, les enrobés drainants...)

XIII.4.3.2 La destruction :

Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

XIII.5. Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs :

Pour réparer ou atténuer la conséquence dommageable d'un projet sur l'environnement faut toujours définir d'une manière détaillée les mesures qui seront pris, dans ce tableau on résume les mesures les plus courantes :

L'impacts sur :	Mesures
Eaux superficielles	✓ Etanchéité du fossé
Eaux souterraines	✓ Etanchéité de la plate-forme ✓ Construction des bassins de traitement des eaux de chaussées
L'air	✓ Eviter les opérations de chargement et de déchargement de matériaux par vent fort ✓ Arrosage des pistes, notamment par vent fort et temps sec pour limiter les envols de poussière
La faune et la flore	✓ Planification du chantier en tenant compte du cycle biologique des espèces animales plus fragiles ✓ Limitation de la surface d'occupation ✓ La végétation des talus ✓ Eviter les incendies des forets
Paysage	✓ Plantation des abords et aménagement esthétique

La destruction	✓ Eviter le passage par les propriétés privées
Le bruit	✓ Localisation du chantier loin des habitations et interdire le travail de nuit et jours fériés dans la phase d'exécution ✓ Réduction de la vitesse ✓ Construction des buttes de terre et des murs antibruit ✓ Isolation des bâtiments

Tableau XIII.1 : Les mesures prise pour minimiser les impacts négatifs.

XIII.6. Conclusion :

Il faut améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement.

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

- Sa conception.
- Sa construction.
- Son exploitation.

DEVIS QUANTITATIF

ET

ESTIMATIF

Devis quantitatif et estimatif

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Prix Total (DA)
1. Opérations préliminaires				
Installation du chantier	Forfait	3% (2+3+4)	/	206 511 026
			Total partiel 1	206 511 026
2. Travaux de préparation				
Préparation du terrain	m2	390 000	1 200	468 000 000
			Total partiel 2	468 000 000
3. Terrassements				
Décapage de terre végétale sur 25 cm	m3	95 543.7	150	14 331 555
Mise en place des remblais	m3	80 700	1 200	96 840 000
Extraction des déblais	m3	668 526.1	1 000	668 526 100
			Total partiel 3	779 697 655
4. Construction de corps de chaussée				
F.M.O d'une couche de Forme. (60 cm TVC)	m3	136 281.6	2 500	340 704 000
Couche de fondation (30 cm GNT) 1.7 t/m3	m3	80 682.7	3 000	242 048 100
F.M.O d'une couche de base en (20 cm GB) 2.3 t/m3	T	124 248.99	7 000	869 742 930
F.M.O d'une couche de revêtement en (8 cm BB) 2.34 t/m3	T	54 952.56	8 500	467 096 760

Couche d'imprégnation 1.5 t/m3	T	37 128.922	80 000	2 970 313 728
Matériaux de berme en (Mélange grave et terrain végétale)	$m3$	5 865.4124	600	3 519 247.44
Couche d'accrochage 0.3 t/m3	T	9 282.2304	80 000	742 578 432
			Total partiel 4	5 636 003 197
5. Assainissement				
Fossés trapézoïdaux en béton (b=50 cm, h=50 cm) ép=10cm	ml	16 937.98	500	8 468 990
Buse Φ 2000 y compris Tête de buse	ml	350	20 000	7 000 000
Buse Φ 1500 y compris Tête de buse	ml	247	10 000	2 470 000
Buse Φ 1500 y compris Tête de buse	ml	247	10 000	2 470 000
Dalots (2*2) en béton armé dosé 350 kg/m3	$m3$	470	50 000	23 500 000
			Total partiel 5	43 908 990
6. Signalisation et équipements				
Ligne continué (délimitant les chaussées et le TPC)	ml	19 377.98	250	4 844 495
Ligne discontinué(T1)	ml	38 755.596	250	9 688 899
Ligne discontinue (T3)	ml	19 377.98	250	4 844 495

Pose de séparateur en béton (DBA)	ml	19 377.98	6 500	125 956 870
Panneau type A	U	21	800	16 800
Panneau type B	U	15	800	12 000
Panneau type C	U	4	800	3 200
			Total partiel 6	145 366 759
7. Ouvrage d'art				
Ouvrage d'art	m2	22 400	250 000	5 600 000 000
			Total partiel 7	5 600 000 000
8. Environnement et paysage				
Impact sur l'environnement	Forfait	3% (2+3+4)	/	206 511 026
			Total partiel 8	206 511 026
9. Contrôle				
Contrôle (Bureau d'Etudes et Laboratoire)	Forfait	2% (2+3+4)	/	137674 017
			Total partiel 9	137674 017
Total HT				13 223 672 669.64
TVA 19 %				2 512 497 807.23
TOTAL TTC				15 736 170 476.87

Quinze milliards sept cent trente-six millions cent soixante-dix mille quatre cent soixante-seize dinars algériens.

Conclusion générale

Notre projet est une étude en APD d'un tronçon de 11 Km de la liaison autoroutière reliant la wilaya de BATNA - à l'autoroute Est–Ouest du PK 11+000 au PK 22+000 avec la conception d'un échangeur qui relie la liaison à la CW07.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier. Elle a été l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le COVADIS et l'AUTOCAD, Global mapper, Ge studio sloop, Autopiste, Alize LCPC, 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.

Recherche bibliographie :

Fissuration des chaussées souples

1. Introduction

La fissuration des chaussées routières est un phénomène inévitable qui se produit à mesure que le trafic routier, les conditions météorologiques et la qualité des matériaux utilisés affectent la surface de la chaussée.

Ces fissures peuvent varier en taille et en profondeur et ont un impact significatif sur la sécurité et les variations de température, les intempéries et d'autres facteurs naturels et artificiels affectent l'état de la chaussée.

Les fissures se forment lorsque la surface de la chaussée subit une contrainte excessive, ce qui entraîne une séparation de la couche de revêtement. Si elles ne sont pas traitées rapidement, les fissures peuvent s'agrandir et s'étendre sur l'ensemble de la chaussée, ce qui peut entraîner des dégradations importantes de la surface de la route et des risques pour la sécurité des usagers.

Pour maintenir la qualité et la durabilité des chaussées, il est important d'adopter des méthodes efficaces de prévention et de traitement des fissures.

2. Les caractéristiques de fissures :

- La surface couverte (en m2) La longueur, la largeur et la profondeur.
- La forme.
- L'espacement entre elles.

3. Les types de fissuration Pour les chaussées souples :

La fissuration des chaussées peut concerner non seulement leurs surfaces mais également leurs corps (superstructures), et les types rencontrés sont aussi diverses que leurs causes

a) Fissures longitudinales :

Ce sont des lignes de rupture fines parallèles à l'axe de la route et apparaissant le plus souvent dans les traces de roues ou en bord de revêtement.



FIGURES.1: Fissures longitudinales ;

❖ **Les causses posssible :**

- Fatigue de la chaussée
- Conditions de trafic particulières
- Assèchement
- Mauvaise construction du joint longitudinal entre deux bandes d'enrobés
- Sous-dimensionnement des couches inférieures
- Faute de fabrication ou de mise en œuvre des matériaux
- Manque de stabilité de chaussée sur les rives
- Insuffisance de butée du corps de chaussée

b) Fissures transversales :

Elles sont perpendiculaires à la chaussée et la traversent complètement ou partiellement généralement à intervalles irréguliers, leur espacement varie de 5 à 20 m.



Figure.2 : Fissures transversales

❖ **Les causses posssible :**

- Abaissement subit de la température provocant un retrait du revêtement
- Retrait hydraulique des couches traitées
- Défaut de colmatage du joint
- Etude Fissures sous
- Jacentes Infiltration de l'eau dans les sols
- Mouvement des couches inférieures dont les tassements non uniformes

c) Faïençage :

Il consiste plus ou moins à un croisement de fissures longitudinales et fissures transversales formant ainsi un réseau irrégulier, et parfois très serré de fissures arrivant rapidement à en compromettre l'imperméabilité du revêtement. Son degré de gravité est apprécié par la dimension des mailles et l'existence d'arrachements au niveau des lèvres de fissures



Figure.3 : Faïençage.

❖ **Les causses posssible :**

- Fatigue intense de la chaussée et notamment des couches supérieures en matériaux bitumineux
- Manque d'imperméabilité de la couche de surface
- Remontées d'eau dans le corps de la chaussée

d) Les fissures polygonales :

Il s'agit de réseau de fissures constituant des polygones de 7 à 20 cm de diamètre. Elles sont surtout observées sous le passage des roues et sont en général dues à un défaut de résistance de la couche de base.



Figure.4 : fissures polygonales.

❖ **Les causses posssible :**

- Défaut de résistance de la couche de base
- Fatigue de la chaussée due à une répétition des charges trop lourdes ou dépassant celles qui ont été prévues

e) Réseaux de fissures paraboliques :

Réseaux constitués de fissures en forme de paraboles résultant de très importants mouvements de revêtement et, pouvant dans des cas extrêmes évoluer vers de larges déchirures.

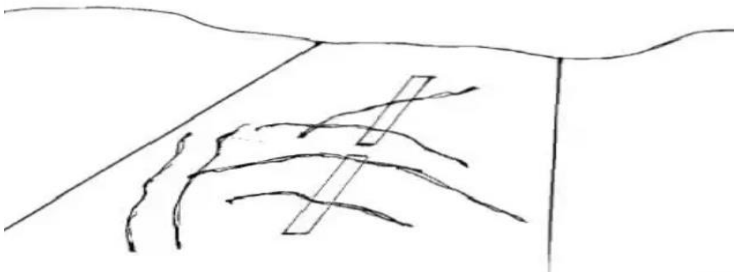


Figure.5 : fissures paraboliques.

❖ **Les causses posssible :**

- Collage défectueux sur la couche de base
- Stabilité ou épaisseur insuffisante pour les charges supportées d'une couche de surface en enrobés mince

f) Lézardes :

Fissures en général longitudinales et réparties au hasard. Cependant les lézardes sont à distinguer des fissures longitudinales du centre et les fissures latérales (longitudinales de rive)



Figure.6 : Lézardes.

❖ **Les Causes possibles :**

- Infiltration de l'eau.
- Tassement différentiel surtout aux endroits où de la terre végétale ou arable a été laissée en place car il s'agit là de sols très compressibles.
- Perte de capacité de support d'un sol sensible en présence d'eau (par suite d'un mauvais drainage) et fluage de ce dernier sur les côtés.

g) Fissures en forme de croissant :

Ce sont en général des fissures de glissement. Leur forme indique la direction de la poussée exercée par les roues.



Figure.7 : Fissures en forme de croissant.

❖ **Les Causes possibles :**

- Manque d'adhérence (dû à la poussière, l'huile, l'eau, au caoutchouc, la saleté, ou tout autre matériau non adhésif) entre la couche de surface et la couche sous-jacente.
- Mélange avec une haute teneur en sable.
- Mauvais compactage lors de la construction.

4. Les solutions possibles :

Voici quelques-unes des solutions possibles pour prévenir la fissuration des chaussées souples de la route :

4.1. Utiliser des matériaux de qualité : Il est important d'utiliser des matériaux de qualité, comme les agrégats, les liants et les additifs, pour la construction de la chaussée. Les matériaux de qualité peuvent aider à réduire les risques de fissuration.

4.2. Assurer un drainage adéquat : Les problèmes de drainage peuvent également causer des fissures sur les chaussées souples. Il est important de concevoir la chaussée pour assurer un drainage adéquat des eaux de ruissellement et de les évacuer rapidement.

4.3. Effectuer un entretien régulier : L'entretien régulier de la chaussée peut aider à identifier et à réparer rapidement les problèmes qui pourraient causer des fissures. Les activités d'entretien peuvent inclure le remplissage des fissures existantes, l'application de scellant pour imperméabiliser la surface de la chaussée, et le retrait des débris qui peuvent endommager la surface.

4.4. Renforcer la chaussée avec des géotextiles : Des géotextiles peuvent être placés sous la surface de la chaussée pour aider à réduire les risques de fissuration. Les géotextiles peuvent aider à renforcer la chaussée et à minimiser les effets de la circulation des véhicules et des conditions environnementales.

Bibliographie

Mémoire de fin d'études

- Ancien projet de fin d'étude : W2954-22, W2274-16, W2950-22
- ICTAAL 2000
- B40 (Normes technique d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1,2 et 3(CTTP 2001).
- Les cours de l'école pendant 3ans (hydraulique, Route, Esquisse, GTR,).
- ICTAAL 2000 Guide Echangeur, SETRA.
- Guide des terrassements routiers GTR.
- Cours De Routes Conception Des Tracés Routiers - Norme
- Guide technique Assainissement routier.

WEBOGRAPHIE :

http://www.mtp.gov.dz carte réseau routier de la wilaya de BATNA

Logiciels utilisés :

- Logiciel Ge studio sloop
- Auto cade 2016
- Alize LCPC Recherche
- Covadis. Autopiste 2016 et 2017
- Global Mapper

Annexes

Axe En Plan

Nom du dessin	FINAL.dwg
Nom de l'axe	PFE 2023 - Axe 01
Table associée	ICTAAL L1
Date du listing	01/06/2023 à 22:34:33

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	29.77gr	1241,116	11+000.000	255667,767	3962653,682
Arc 1	Rayon	2000.000 m	1178,225	12+241.116	256227,137	3963761,596
	Centre X	254441.786 m				
	Centre Y	3964662.995 m				
Droite 2	Gisement	392.26gr	209,557	13+419.341	256427,026	3964905,524
Arc 2	Rayon	1800.000 m	1331,353	13+628.899	256401,614	3965113,535
	Centre X	254614.898 m				
	Centre Y	3964895.259 m				
Droite 3	Gisement	345.17gr	2052,039	14+960.251	255787,642	3966260,789
Clothoïde 1	Paramètre	-333,333	111,111	17+012.290	254230,908	3967597,742
Arc 3	Rayon	-1000.000 m	108,448	17+123.401	254147,983	3967671,672
	Centre X	254840.626 m				
	Centre Y	3968392.952 m				
Clothoïde 2	Paramètre	333,333	111,111	17+231.849	254073,984	3967750,877
Droite 4	Gisement	359.15gr	762,463	17+342.960	254005,855	3967838,631
Clothoïde 3	Paramètre	-273,679	93,625	18+105.423	253549,510	3968449,449
Arc 4	Rayon	-800.000 m	70,959	18+199.048	253494,955	3968525,520
	Centre X	254162.750 m				
	Centre Y	3968966.032 m				
Clothoïde 4	Paramètre	273,679	93,625	18+270.007	253458,559	3968586,407
Droite 5	Gisement	372.25gr	1313,831	18+363.632	253417,385	3968670,477
Arc 5	Rayon	1600.000 m	101,211	19+677.463	252862,633	3969861,443
	Centre X	251412.259 m				
	Centre Y	3969185.859 m				
Droite 6	Gisement	368.22gr	890,321	19+778.674	252817,025	3969951,777
				20+668.995	252390,829	3970733,460
Longueur totale de l'axe 9668.995 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Nom du dessin	FINAL.dwg
Nom de l'axe	PFE 2023 - Axe 01
Table associée	ICTAAL L1
Date du listing	01/06/2023 à 22:34:33

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-0.72 %	1323,126	11+000.000	814,447
Parabole 1	Rayon	10000.000 m	228,549	12+323.126	804,898
	Sommet Absc.	12+395.291 m			
	Sommet Alt.	804.638 m			
Pente 2	Pente	1.56 %	500,281	12+551.675	805,861
Parabole 2	Rayon	-18000.000 m	396,087	13+051.956	813,684
	Sommet Absc.	13+333.449 m			
	Sommet Alt.	815.886 m			
Pente 3	Pente	-0.64 %	1665,167	13+448.044	815,521
Parabole 3	Rayon	-13000.000 m	2,772	15+113.211	804,920
	Sommet Absc.	15+030.448 m			
	Sommet Alt.	805.183 m			
Pente 4	Pente	-0.66 %	220,703	15+115.983	804,902
Parabole 4	Rayon	45000.000 m	826,628	15+336.686	803,450
	Sommet Absc.	15+632.769 m			
	Sommet Alt.	802.476 m			
Pente 5	Pente	1.18 %	519,606	16+163.314	805,603
Parabole 5	Rayon	6000.000 m	205,815	16+682.920	811,729
	Sommet Absc.	16+612.181 m			
	Sommet Alt.	811.312 m			
Pente 6	Pente	4.61 %	386,101	16+888.735	817,686
Parabole 6	Rayon	-12550.000 m	750,328	17+274.836	835,482
	Sommet Absc.	17+853.295 m			
	Sommet Alt.	848.813 m			
Pente 7	Pente	-1.37 %	280,096	18+025.164	847,636
Pente 8	Pente	-0.73 %	1061,295	18+305.260	843,801
Parabole 7	Rayon	-20000.000 m	186,508	19+366.555	836,079
	Sommet Absc.	19+221.048 m			
	Sommet Alt.	836.609 m			
Pente 9	Pente	-1.66 %	1115,931	19+553.064	833,853
				20+668.995	815,327
Longueur totale de l'axe 9668.995 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 9670.137 mètre(s)					

Profils En Travers

Nom du dessin	FINAL 2000.dwg
Nom de l'axe	PFE 2023 - Axe 01
Table associée	ICTAAL L1
Date du listing	04/06/2023 à 00:20:46
Convention de signe des dévers :	

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente
									Gauche	Droite	long.
PK +01	11+000.000	Droite 1	Pente 1	814.447	814.447	129.77	255667.767	3962653.682	2.50	-2.50	-0.72
PK +02	11+025.000	Droite 1	Pente 1	814.490	814.266	129.77	255679.034	3962675.999	2.50	-2.50	-0.72
PK +03	11+050.000	Droite 1	Pente 1	814.491	814.086	129.77	255690.302	3962698.316	2.50	-2.50	-0.72
PK +04	11+075.000	Droite 1	Pente 1	814.523	813.905	129.77	255701.569	3962720.632	2.50	-2.50	-0.72
PK +05	11+100.000	Droite 1	Pente 1	814.573	813.725	129.77	255712.837	3962742.949	2.50	-2.50	-0.72
PK +06	11+125.000	Droite 1	Pente 1	814.607	813.545	129.77	255724.104	3962765.266	2.50	-2.50	-0.72
PK +07	11+150.000	Droite 1	Pente 1	814.717	813.364	129.77	255735.372	3962787.583	2.50	-2.50	-0.72
PK +08	11+175.000	Droite 1	Pente 1	814.763	813.184	129.77	255746.639	3962809.900	2.50	-2.50	-0.72
PK +09	11+200.000	Droite 1	Pente 1	814.727	813.003	129.77	255757.907	3962832.217	2.50	-2.50	-0.72
PK +10	11+225.000	Droite 1	Pente 1	814.675	812.823	129.77	255769.174	3962854.534	2.50	-2.50	-0.72
PK +11	11+250.000	Droite 1	Pente 1	814.531	812.643	129.77	255780.442	3962876.851	2.50	-2.50	-0.72
PK +12	11+275.000	Droite 1	Pente 1	814.384	812.462	129.77	255791.709	3962899.168	2.50	-2.50	-0.72
PK +13	11+300.000	Droite 1	Pente 1	814.176	812.282	129.77	255802.977	3962921.484	2.50	-2.50	-0.72
PK +14	11+325.000	Droite 1	Pente 1	813.960	812.101	129.77	255814.244	3962943.801	2.50	-2.50	-0.72
PK +15	11+350.000	Droite 1	Pente 1	813.710	811.921	129.77	255825.512	3962966.118	2.50	-2.50	-0.72
PK +16	11+375.000	Droite 1	Pente 1	813.386	811.740	129.77	255836.779	3962988.435	2.50	-2.50	-0.72
PK +17	11+400.000	Droite 1	Pente 1	812.964	811.560	129.77	255848.046	3963010.752	2.50	-2.50	-0.72
PK +18	11+425.000	Droite 1	Pente 1	812.510	811.380	129.77	255859.314	3963033.069	2.50	-2.50	-0.72
PK +19	11+450.000	Droite 1	Pente 1	812.006	811.199	129.77	255870.581	3963055.386	2.50	-2.50	-0.72
PK +20	11+475.000	Droite 1	Pente 1	811.649	811.019	129.77	255881.849	3963077.703	2.50	-2.50	-0.72
PK +21	11+500.000	Droite 1	Pente 1	811.429	810.838	129.77	255893.116	3963100.020	2.50	-2.50	-0.72
PK +22	11+525.000	Droite 1	Pente 1	811.207	810.658	129.77	255904.384	3963122.337	2.50	-2.50	-0.72
PK +23	11+550.000	Droite 1	Pente 1	811.033	810.478	129.77	255915.651	3963144.653	2.50	-2.50	-0.72
PK +24	11+575.000	Droite 1	Pente 1	811.078	810.297	129.77	255926.919	3963166.970	2.50	-2.50	-0.72
PK +25	11+600.000	Droite 1	Pente 1	810.898	810.117	129.77	255938.186	3963189.287	2.50	-2.50	-0.72
PK +26	11+625.000	Droite 1	Pente 1	810.649	809.936	129.77	255949.454	3963211.604	2.50	-2.50	-0.72
PK +27	11+650.000	Droite 1	Pente 1	810.181	809.756	129.77	255960.721	3963233.921	2.50	-2.50	-0.72
PK +28	11+675.000	Droite 1	Pente 1	809.582	809.576	129.77	255971.989	3963256.238	2.50	-2.50	-0.72
PK +29	11+700.000	Droite 1	Pente 1	808.998	809.395	129.77	255983.256	3963278.555	2.50	-2.50	-0.72
PK +30	11+725.000	Droite 1	Pente 1	808.650	809.215	129.77	255994.524	3963300.872	2.50	-2.50	-0.72
PK +31	11+750.000	Droite 1	Pente 1	808.443	809.034	129.77	256005.791	3963323.189	2.50	-2.50	-0.72
PK +32	11+775.000	Droite 1	Pente 1	808.093	808.854	129.77	256017.059	3963345.505	2.50	-2.50	-0.72
PK +33	11+800.000	Droite 1	Pente 1	807.713	808.674	129.77	256028.326	3963367.822	2.50	-2.50	-0.72

PK +34	11+825.000	Droite 1	Pente 1	807.219	808.493	129.77	256039.594	3963390.139	2.50	-2.50	-0.72
PK +35	11+850.000	Droite 1	Pente 1	806.755	808.313	129.77	256050.861	3963412.456	2.50	-2.50	-0.72
PK +36	11+875.000	Droite 1	Pente 1	806.464	808.132	129.77	256062.129	3963434.773	2.50	-2.50	-0.72
PK +37	11+900.000	Droite 1	Pente 1	806.255	807.952	129.77	256073.396	3963457.090	2.50	-2.50	-0.72
PK +38	11+925.000	Droite 1	Pente 1	806.119	807.771	129.77	256084.664	3963479.407	2.50	-2.50	-0.72
PK +39	11+950.000	Droite 1	Pente 1	806.032	807.591	129.77	256095.931	3963501.724	2.50	-2.50	-0.72
PK +40	11+975.000	Droite 1	Pente 1	806.028	807.411	129.77	256107.199	3963524.041	2.50	-2.50	-0.72
PK +41	11+1000.000	Droite 1	Pente 1	806.013	807.230	129.77	256118.466	3963546.358	2.50	-2.50	-0.72
PK +42	12+025.000	Droite 1	Pente 1	806.126	807.050	129.77	256129.734	3963568.674	2.50	-2.50	-0.72
PK +43	12+050.000	Droite 1	Pente 1	806.152	806.869	129.77	256141.001	3963590.991	2.50	-2.50	-0.72
PK +44	12+075.000	Droite 1	Pente 1	806.212	806.689	129.77	256152.269	3963613.308	2.50	-2.50	-0.72
PK +45	12+100.000	Droite 1	Pente 1	806.469	806.509	129.77	256163.536	3963635.625	2.50	-2.50	-0.72
PK +46	12+125.000	Droite 1	Pente 1	806.890	806.328	129.77	256174.804	3963657.942	2.50	-2.50	-0.72
PK +47	12+150.000	Droite 1	Pente 1	807.261	806.148	129.77	256186.071	3963680.259	2.50	-2.50	-0.72
PK +48	12+175.000	Droite 1	Pente 1	807.711	805.967	129.77	256197.339	3963702.576	2.50	-2.50	-0.72
PK +49	12+200.000	Droite 1	Pente 1	808.214	805.787	129.77	256208.606	3963724.893	2.50	-2.50	-0.72
PK +50	12+225.000	Droite 1	Pente 1	808.558	805.607	129.77	256219.874	3963747.210	2.50	-2.50	-0.72
PK +51	12+250.000	Arc 1	Pente 1	808.607	805.426	129.48	256231.123	3963769.535	2.50	-2.50	-0.72
PK +52	12+275.000	Arc 1	Pente 1	808.204	805.246	128.69	256242.152	3963791.971	2.50	-2.50	-0.72
PK +53	12+300.000	Arc 1	Pente 1	807.429	805.065	127.89	256252.898	3963814.543	2.50	-2.50	-0.72
PK +54	12+325.000	Arc 1	Parabole 1	806.429	804.885	127.09	256263.362	3963837.248	2.50	-2.50	-0.70
PK +55	12+350.000	Arc 1	Parabole 1	805.522	804.741	126.30	256273.542	3963860.082	2.50	-2.50	-0.45
PK +56	12+375.000	Arc 1	Parabole 1	805.079	804.659	125.50	256283.435	3963883.041	2.50	-2.50	-0.20
PK +57	12+400.000	Arc 1	Parabole 1	804.969	804.639	124.71	256293.040	3963906.122	2.50	-2.50	0.05
PK +58	12+425.000	Arc 1	Parabole 1	804.820	804.682	123.91	256302.356	3963929.321	2.50	-2.50	0.30
PK +59	12+437.401	Arc 1	Parabole 1	804.760	804.727	123.52	256306.869	3963940.871	2.50	-2.50	0.42
PK +60	12+450.000	Arc 1	Parabole 1	804.786	804.788	123.12	256311.381	3963952.635	2.50	-2.50	0.55
PK +61	12+475.000	Arc 1	Parabole 1	804.876	804.956	122.32	256320.115	3963976.059	2.50	-2.50	0.80
PK +62	12+500.000	Arc 1	Parabole 1	804.878	805.186	121.52	256328.554	3963999.592	2.50	-2.50	1.05
PK +63	12+525.000	Arc 1	Parabole 1	804.953	805.479	120.73	256336.699	3964023.227	2.50	-2.50	1.30
PK +64	12+550.000	Arc 1	Parabole 1	805.111	805.835	119.93	256344.548	3964046.963	2.50	-2.50	1.55
PK +65	12+575.000	Arc 1	Pente 2	805.463	806.226	119.14	256352.100	3964070.795	2.50	-2.50	1.56
PK +66	12+600.000	Arc 1	Pente 2	805.876	806.617	118.34	256359.353	3964094.720	2.50	-2.50	1.56
PK +67	12+625.000	Arc 1	Pente 2	806.374	807.008	117.55	256366.306	3964118.733	2.50	-2.50	1.56
PK +68	12+650.000	Arc 1	Pente 2	806.944	807.398	116.75	256372.959	3964142.832	2.50	-2.50	1.56
PK +69	12+675.000	Arc 1	Pente 2	807.533	807.789	115.95	256379.310	3964167.011	2.50	-2.50	1.56
PK +70	12+700.000	Arc 1	Pente 2	808.095	808.180	115.16	256385.358	3964191.268	2.50	-2.50	1.56
PK +71	12+725.000	Arc 1	Pente 2	808.746	808.571	114.36	256391.103	3964215.599	2.50	-2.50	1.56
PK +72	12+750.000	Arc 1	Pente 2	809.315	808.962	113.57	256396.543	3964240.000	2.50	-2.50	1.56
PK +73	12+775.000	Arc 1	Pente 2	809.977	809.353	112.77	256401.677	3964264.467	2.50	-2.50	1.56
PK +74	12+800.000	Arc 1	Pente 2	810.741	809.744	111.98	256406.506	3964288.996	2.50	-2.50	1.56
PK +75	12+825.000	Arc 1	Pente 2	811.387	810.135	111.18	256411.027	3964313.584	2.50	-2.50	1.56
PK +76	12+850.000	Arc 1	Pente 2	811.945	810.526	110.38	256415.241	3964338.226	2.50	-2.50	1.56
PK +77	12+875.000	Arc 1	Pente 2	812.494	810.917	109.59	256419.146	3964362.919	2.50	-2.50	1.56
PK +78	12+900.000	Arc 1	Pente 2	813.064	811.308	108.79	256422.742	3964387.659	2.50	-2.50	1.56
PK +79	12+925.000	Arc 1	Pente 2	813.712	811.699	108.00	256426.029	3964412.441	2.50	-2.50	1.56
PK +80	12+950.000	Arc 1	Pente 2	814.316	812.090	107.20	256429.006	3964437.263	2.50	-2.50	1.56
PK +81	12+975.000	Arc 1	Pente 2	815.070	812.481	106.40	256431.672	3964462.121	2.50	-2.50	1.56
PK +82	13+000.000	Arc 1	Pente 2	815.684	812.872	105.61	256434.028	3964487.009	2.50	-2.50	1.56

PK +83	13+025.000	Arc 1	Pente 2	816.573	813.263	104.81	256436.072	3964511.925	2.50	-2.50	1.56
PK +84	13+050.000	Arc 1	Pente 2	817.661	813.654	104.02	256437.804	3964536.865	2.50	-2.50	1.56
PK +85	13+075.000	Arc 1	Parabole 2	818.865	814.030	103.22	256439.225	3964561.825	2.50	-2.50	1.44
PK +86	13+100.000	Arc 1	Parabole 2	818.372	814.372	102.43	256440.334	3964586.800	2.50	-2.50	1.30
PK +87	13+125.000	Arc 1	Parabole 2	818.049	814.679	101.63	256441.130	3964611.787	2.50	-2.50	1.16
PK +88	13+150.000	Arc 1	Parabole 2	817.779	814.951	100.83	256441.614	3964636.782	2.50	-2.50	1.02
PK +89	13+175.000	Arc 1	Parabole 2	817.622	815.188	100.04	256441.785	3964661.781	2.50	-2.50	0.88
PK +90	13+200.000	Arc 1	Parabole 2	817.410	815.391	99.24	256441.644	3964686.781	2.50	-2.50	0.74
PK +91	13+225.000	Arc 1	Parabole 2	817.079	815.559	98.45	256441.191	3964711.776	2.50	-2.50	0.60
PK +92	13+250.000	Arc 1	Parabole 2	816.782	815.692	97.65	256440.425	3964736.765	2.50	-2.50	0.46
PK +93	13+275.000	Arc 1	Parabole 2	816.463	815.791	96.86	256439.346	3964761.741	2.50	-2.50	0.32
PK +94	13+300.000	Arc 1	Parabole 2	816.475	815.854	96.06	256437.956	3964786.702	2.50	-2.50	0.19
PK +95	13+325.000	Arc 1	Parabole 2	816.519	815.884	95.26	256436.254	3964811.644	2.50	-2.50	0.05
PK +96	13+350.000	Arc 1	Parabole 2	816.448	815.878	94.47	256434.240	3964836.563	2.50	-2.50	-0.09
PK +97	13+375.000	Arc 1	Parabole 2	816.351	815.838	93.67	256431.915	3964861.454	2.50	-2.50	-0.23
PK +98	13+400.000	Arc 1	Parabole 2	816.297	815.763	92.88	256429.279	3964886.315	2.50	-2.50	-0.37
PK +99	13+425.000	Droite 2	Parabole 2	816.216	815.653	92.26	256426.340	3964911.141	2.50	-2.50	-0.51
PK +100	13+450.000	Droite 2	Pente 3	816.118	815.508	92.26	256423.308	3964935.957	2.50	-2.50	-0.64
PK +101	13+475.000	Droite 2	Pente 3	816.080	815.349	92.26	256420.277	3964960.772	2.50	-2.50	-0.64
PK +102	13+500.000	Droite 2	Pente 3	816.180	815.190	92.26	256417.245	3964985.588	2.50	-2.50	-0.64
PK +103	13+525.000	Droite 2	Pente 3	816.352	815.031	92.26	256414.213	3965010.403	2.50	-2.50	-0.64
PK +104	13+550.000	Droite 2	Pente 3	816.621	814.872	92.26	256411.182	3965035.219	2.50	-2.50	-0.64
PK +105	13+575.000	Droite 2	Pente 3	816.677	814.713	92.26	256408.150	3965060.034	2.50	-2.50	-0.64
PK +106	13+600.000	Droite 2	Pente 3	816.475	814.553	92.26	256405.119	3965084.850	2.50	-2.50	-0.64
PK +107	13+625.000	Droite 2	Pente 3	816.384	814.394	92.26	256402.087	3965109.665	2.50	-2.50	-0.64
PK +108	13+650.000	Arc 2	Pente 3	815.833	814.235	91.51	256398.933	3965134.465	2.50	-2.50	-0.64
PK +109	13+675.000	Arc 2	Pente 3	815.346	814.076	90.63	256395.438	3965159.220	2.50	-2.50	-0.64
PK +110	13+700.000	Arc 2	Pente 3	814.940	813.917	89.75	256391.601	3965183.923	2.50	-2.50	-0.64
PK +111	13+725.000	Arc 2	Pente 3	814.894	813.758	88.86	256387.420	3965208.571	2.50	-2.50	-0.64
PK +112	13+750.000	Arc 2	Pente 3	814.858	813.598	87.98	256382.898	3965233.158	2.50	-2.50	-0.64
PK +113	13+775.000	Arc 2	Pente 3	815.106	813.439	87.09	256378.034	3965257.680	2.50	-2.50	-0.64
PK +114	13+800.000	Arc 2	Pente 3	815.409	813.280	86.21	256372.831	3965282.133	2.50	-2.50	-0.64
PK +115	13+825.000	Arc 2	Pente 3	815.838	813.121	85.33	256367.288	3965306.510	2.50	-2.50	-0.64
PK +116	13+850.000	Arc 2	Pente 3	816.137	812.962	84.44	256361.408	3965330.809	2.50	-2.50	-0.64
PK +117	13+875.000	Arc 2	Pente 3	816.010	812.803	83.56	256355.190	3965355.023	2.50	-2.50	-0.64
PK +118	13+900.000	Arc 2	Pente 3	815.282	812.643	82.67	256348.637	3965379.149	2.50	-2.50	-0.64
PK +119	13+925.000	Arc 2	Pente 3	813.947	812.484	81.79	256341.749	3965403.181	2.50	-2.50	-0.64
PK +120	13+950.000	Arc 2	Pente 3	813.369	812.325	80.90	256334.528	3965427.115	2.50	-2.50	-0.64
PK +121	13+975.000	Arc 2	Pente 3	813.713	812.166	80.02	256326.976	3965450.947	2.50	-2.50	-0.64
PK +122	14+000.000	Arc 2	Pente 3	813.348	812.007	79.14	256319.093	3965474.671	2.50	-2.50	-0.64
PK +123	14+025.000	Arc 2	Pente 3	811.895	811.848	78.25	256310.881	3965498.284	2.50	-2.50	-0.64
PK +124	14+050.000	Arc 2	Pente 3	810.508	811.688	77.37	256302.343	3965521.780	2.50	-2.50	-0.64
PK +125	14+075.000	Arc 2	Pente 3	809.137	811.529	76.48	256293.479	3965545.156	2.50	-2.50	-0.64
PK +126	14+100.000	Arc 2	Pente 3	807.950	811.370	75.60	256284.291	3965568.406	2.50	-2.50	-0.64
PK +127	14+125.000	Arc 2	Pente 3	806.739	811.211	74.72	256274.781	3965591.527	2.50	-2.50	-0.64
PK +128	14+150.000	Arc 2	Pente 3	805.808	811.052	73.83	256264.951	3965614.513	2.50	-2.50	-0.64
PK +129	14+175.000	Arc 2	Pente 3	805.107	810.893	72.95	256254.802	3965637.360	2.50	-2.50	-0.64
PK +130	14+200.000	Arc 2	Pente 3	804.512	810.734	72.06	256244.337	3965660.064	2.50	-2.50	-0.64
PK +131	14+225.000	Arc 2	Pente 3	803.445	810.574	71.18	256233.558	3965682.621	2.50	-2.50	-0.64
PK +132	14+250.000	Arc 2	Pente 3	802.450	810.415	70.29	256222.467	3965705.025	2.50	-2.50	-0.64
PK +133	14+275.000	Arc 2	Pente 3	801.531	810.256	69.41	256211.065	3965727.274	2.50	-2.50	-0.64
PK +134	14+300.000	Arc 2	Pente 3	800.709	810.097	68.53	256199.356	3965749.362	2.50	-2.50	-0.64

PK +135	14+325.000	Arc 2	Pente 3	800.042	809.938	67.64	256187.341	3965771.285	2.50	-2.50	-0.64
PK +136	14+350.000	Arc 2	Pente 3	799.387	809.779	66.76	256175.023	3965793.039	2.50	-2.50	-0.64
PK +137	14+375.000	Arc 2	Pente 3	799.021	809.619	65.87	256162.403	3965814.621	2.50	-2.50	-0.64
PK +138	14+400.000	Arc 2	Pente 3	798.781	809.460	64.99	256149.486	3965836.024	2.50	-2.50	-0.64
PK +139	14+425.000	Arc 2	Pente 3	798.669	809.301	64.10	256136.272	3965857.247	2.50	-2.50	-0.64
PK +140	14+450.000	Arc 2	Pente 3	798.585	809.142	63.22	256122.765	3965878.283	2.50	-2.50	-0.64
PK +141	14+475.000	Arc 2	Pente 3	798.478	808.983	62.34	256108.967	3965899.130	2.50	-2.50	-0.64
PK +142	14+500.000	Arc 2	Pente 3	798.421	808.824	61.45	256094.880	3965919.784	2.50	-2.50	-0.64
PK +143	14+525.000	Arc 2	Pente 3	798.382	808.664	60.57	256080.508	3965940.240	2.50	-2.50	-0.64
PK +144	14+550.000	Arc 2	Pente 3	798.341	808.505	59.68	256065.854	3965960.494	2.50	-2.50	-0.64
PK +145	14+575.000	Arc 2	Pente 3	798.292	808.346	58.80	256050.920	3965980.543	2.50	-2.50	-0.64
PK +146	14+600.000	Arc 2	Pente 3	798.231	808.187	57.92	256035.708	3966000.382	2.50	-2.50	-0.64
PK +147	14+625.000	Arc 2	Pente 3	798.190	808.028	57.03	256020.223	3966020.009	2.50	-2.50	-0.64
PK +148	14+650.000	Arc 2	Pente 3	798.187	807.869	56.15	256004.466	3966039.418	2.50	-2.50	-0.64
PK +149	14+675.000	Arc 2	Pente 3	798.245	807.710	55.26	255988.441	3966058.606	2.50	-2.50	-0.64
PK +150	14+700.000	Arc 2	Pente 3	798.373	807.550	54.38	255972.152	3966077.571	2.50	-2.50	-0.64
PK +151	14+725.000	Arc 2	Pente 3	798.529	807.391	53.49	255955.601	3966096.307	2.50	-2.50	-0.64
PK +152	14+750.000	Arc 2	Pente 3	798.703	807.232	52.61	255938.791	3966114.811	2.50	-2.50	-0.64
PK +153	14+775.000	Arc 2	Pente 3	798.861	807.073	51.73	255921.725	3966133.080	2.50	-2.50	-0.64
PK +154	14+800.000	Arc 2	Pente 3	798.803	806.914	50.84	255904.408	3966151.111	2.50	-2.50	-0.64
PK +155	14+825.000	Arc 2	Pente 3	798.845	806.755	49.96	255886.842	3966168.899	2.50	-2.50	-0.64
PK +156	14+850.000	Arc 2	Pente 3	798.904	806.595	49.07	255869.030	3966186.441	2.50	-2.50	-0.64
PK +157	14+875.000	Arc 2	Pente 3	799.267	806.436	48.19	255850.976	3966203.735	2.50	-2.50	-0.64
PK +158	14+900.000	Arc 2	Pente 3	799.635	806.277	47.30	255832.685	3966220.776	2.50	-2.50	-0.64
PK +159	14+925.000	Arc 2	Pente 3	800.036	806.118	46.42	255814.158	3966237.561	2.50	-2.50	-0.64
PK +160	14+950.000	Arc 2	Pente 3	800.445	805.959	45.54	255795.400	3966254.087	2.50	-2.50	-0.64
PK +161	14+975.000	Droite 3	Pente 3	800.870	805.800	45.17	255776.453	3966270.398	2.50	-2.50	-0.64
PK +162	15+000.000	Droite 3	Pente 3	801.307	805.640	45.17	255757.487	3966286.686	2.50	-2.50	-0.64
PK +163	15+025.000	Droite 3	Pente 3	801.783	805.481	45.17	255738.522	3966302.974	2.50	-2.50	-0.64
PK +164	15+050.000	Droite 3	Pente 3	802.213	805.322	45.17	255719.556	3966319.262	2.50	-2.50	-0.64
PK +165	15+075.000	Droite 3	Pente 3	802.589	805.163	45.17	255700.590	3966335.550	2.50	-2.50	-0.64
PK +166	15+100.000	Droite 3	Pente 3	802.966	805.004	45.17	255681.624	3966351.838	2.50	-2.50	-0.64
PK +167	15+125.000	Droite 3	Pente 4	803.075	804.842	45.17	255662.659	3966368.126	2.50	-2.50	-0.66
PK +168	15+150.000	Droite 3	Pente 4	802.877	804.678	45.17	255643.693	3966384.414	2.50	-2.50	-0.66
PK +169	15+175.000	Droite 3	Pente 4	802.269	804.513	45.17	255624.727	3966400.703	2.50	-2.50	-0.66
PK +170	15+200.000	Droite 3	Pente 4	801.713	804.349	45.17	255605.762	3966416.991	2.50	-2.50	-0.66
PK +171	15+225.000	Droite 3	Pente 4	801.188	804.184	45.17	255586.796	3966433.279	2.50	-2.50	-0.66
PK +172	15+250.000	Droite 3	Pente 4	800.845	804.020	45.17	255567.830	3966449.567	2.50	-2.50	-0.66
PK +173	15+275.000	Droite 3	Pente 4	800.732	803.855	45.17	255548.865	3966465.855	2.50	-2.50	-0.66
PK +174	15+300.000	Droite 3	Pente 4	800.700	803.691	45.17	255529.899	3966482.143	2.50	-2.50	-0.66
PK +175	15+325.000	Droite 3	Pente 4	800.674	803.526	45.17	255510.933	3966498.431	2.50	-2.50	-0.66
PK +176	15+350.000	Droite 3	Parabole 4	800.684	803.364	45.17	255491.968	3966514.719	2.50	-2.50	-0.63
PK +177	15+375.000	Droite 3	Parabole 4	800.720	803.214	45.17	255473.002	3966531.007	2.50	-2.50	-0.57
PK +178	15+400.000	Droite 3	Parabole 4	800.745	803.078	45.17	255454.036	3966547.296	2.50	-2.50	-0.52
PK +179	15+425.000	Droite 3	Parabole 4	800.882	802.955	45.17	255435.070	3966563.584	2.50	-2.50	-0.46
PK +180	15+450.000	Droite 3	Parabole 4	801.170	802.847	45.17	255416.105	3966579.872	2.50	-2.50	-0.41
PK +181	15+475.000	Droite 3	Parabole 4	801.575	802.752	45.17	255397.139	3966596.160	2.50	-2.50	-0.35
PK +182	15+500.000	Droite 3	Parabole 4	801.981	802.671	45.17	255378.173	3966612.448	2.50	-2.50	-0.30
PK +183	15+525.000	Droite 3	Parabole 4	803.338	802.605	45.17	255359.208	3966628.736	2.50	-2.50	-0.24
PK +184	15+550.000	Droite 3	Parabole 4	803.588	802.552	45.17	255340.242	3966645.024	2.50	-2.50	-0.18
PK +185	15+575.000	Droite 3	Parabole 4	804.710	802.513	45.17	255321.276	3966661.312	2.50	-2.50	-0.13

PK +186	15+600.000	Droite 3	Parabole 4	805.810	802.487	45.17	255302.311	3966677.600	2.50	-2.50	-0.07
PK +187	15+625.000	Droite 3	Parabole 4	806.537	802.476	45.17	255283.345	3966693.889	2.50	-2.50	-0.02
PK +188	15+650.000	Droite 3	Parabole 4	806.717	802.479	45.17	255264.379	3966710.177	2.50	-2.50	0.04
PK +189	15+675.000	Droite 3	Parabole 4	806.466	802.495	45.17	255245.414	3966726.465	2.50	-2.50	0.09
PK +190	15+700.000	Droite 3	Parabole 4	804.900	802.526	45.17	255226.448	3966742.753	2.50	-2.50	0.15
PK +191	15+725.000	Droite 3	Parabole 4	804.523	802.570	45.17	255207.482	3966759.041	2.50	-2.50	0.20
PK +192	15+750.000	Droite 3	Parabole 4	804.460	802.628	45.17	255188.516	3966775.329	2.50	-2.50	0.26
PK +193	15+775.000	Droite 3	Parabole 4	804.205	802.700	45.17	255169.551	3966791.617	2.50	-2.50	0.32
PK +194	15+800.000	Droite 3	Parabole 4	803.979	802.786	45.17	255150.585	3966807.905	2.50	-2.50	0.37
PK +195	15+825.000	Droite 3	Parabole 4	803.963	802.886	45.17	255131.619	3966824.193	2.50	-2.50	0.43
PK +196	15+850.000	Droite 3	Parabole 4	803.980	803.000	45.17	255112.654	3966840.481	2.50	-2.50	0.48
PK +197	15+875.000	Droite 3	Parabole 4	803.926	803.127	45.17	255093.688	3966856.770	2.50	-2.50	0.54
PK +198	15+900.000	Droite 3	Parabole 4	803.889	803.269	45.17	255074.722	3966873.058	2.50	-2.50	0.59
PK +199	15+925.000	Droite 3	Parabole 4	803.949	803.424	45.17	255055.757	3966889.346	2.50	-2.50	0.65
PK +200	15+950.000	Droite 3	Parabole 4	804.031	803.594	45.17	255036.791	3966905.634	2.50	-2.50	0.70
PK +201	15+975.000	Droite 3	Parabole 4	804.046	803.777	45.17	255017.825	3966921.922	2.50	-2.50	0.76
PK +202	15+1000.000	Droite 3	Parabole 4	804.159	803.974	45.17	254998.860	3966938.210	2.50	-2.50	0.82
PK +203	16+025.000	Droite 3	Parabole 4	804.300	804.185	45.17	254979.894	3966954.498	2.50	-2.50	0.87
PK +204	16+050.000	Droite 3	Parabole 4	804.361	804.410	45.17	254960.928	3966970.786	2.50	-2.50	0.93
PK +205	16+075.000	Droite 3	Parabole 4	804.501	804.649	45.17	254941.962	3966987.074	2.50	-2.50	0.98
PK +206	16+100.000	Droite 3	Parabole 4	804.695	804.901	45.17	254922.997	3967003.363	2.50	-2.50	1.04
PK +207	16+125.000	Droite 3	Parabole 4	804.882	805.168	45.17	254904.031	3967019.651	2.50	-2.50	1.09
PK +208	16+150.000	Droite 3	Parabole 4	805.119	805.448	45.17	254885.065	3967035.939	2.50	-2.50	1.15
PK +209	16+175.000	Droite 3	Pente 5	805.376	805.741	45.17	254866.100	3967052.227	2.50	-2.50	1.18
PK +210	16+200.000	Droite 3	Pente 5	805.587	806.036	45.17	254847.134	3967068.515	2.50	-2.50	1.18
PK +211	16+225.000	Droite 3	Pente 5	805.910	806.330	45.17	254828.168	3967084.803	2.50	-2.50	1.18
PK +212	16+250.000	Droite 3	Pente 5	806.052	806.625	45.17	254809.203	3967101.091	2.50	-2.50	1.18
PK +213	16+275.000	Droite 3	Pente 5	806.122	806.920	45.17	254790.237	3967117.379	2.50	-2.50	1.18
PK +214	16+300.000	Droite 3	Pente 5	806.598	807.215	45.17	254771.271	3967133.667	2.50	-2.50	1.18
PK +215	16+325.000	Droite 3	Pente 5	806.882	807.509	45.17	254752.306	3967149.956	2.50	-2.50	1.18
PK +216	16+350.000	Droite 3	Pente 5	807.252	807.804	45.17	254733.340	3967166.244	2.50	-2.50	1.18
PK +217	16+375.000	Droite 3	Pente 5	807.521	808.099	45.17	254714.374	3967182.532	2.50	-2.50	1.18
PK +218	16+400.000	Droite 3	Pente 5	807.855	808.394	45.17	254695.408	3967198.820	2.50	-2.50	1.18
PK +219	16+425.000	Droite 3	Pente 5	808.163	808.688	45.17	254676.443	3967215.108	2.50	-2.50	1.18
PK +220	16+450.000	Droite 3	Pente 5	808.511	808.983	45.17	254657.477	3967231.396	2.50	-2.50	1.18
PK +221	16+475.000	Droite 3	Pente 5	808.870	809.278	45.17	254638.511	3967247.684	2.50	-2.50	1.18
PK +222	16+500.000	Droite 3	Pente 5	809.225	809.573	45.17	254619.546	3967263.972	2.50	-2.50	1.18
PK +223	16+525.000	Droite 3	Pente 5	809.739	809.867	45.17	254600.580	3967280.260	2.50	-2.50	1.18
PK +224	16+550.000	Droite 3	Pente 5	810.104	810.162	45.17	254581.614	3967296.549	2.50	-2.50	1.18
PK +225	16+575.000	Droite 3	Pente 5	810.636	810.457	45.17	254562.649	3967312.837	2.50	-2.50	1.18
PK +226	16+600.000	Droite 3	Pente 5	811.158	810.752	45.17	254543.683	3967329.125	2.50	-2.50	1.18
PK +227	16+625.000	Droite 3	Pente 5	811.792	811.046	45.17	254524.717	3967345.413	2.50	-2.50	1.18
PK +228	16+650.000	Droite 3	Pente 5	812.442	811.341	45.17	254505.752	3967361.701	2.50	-2.50	1.18
PK +229	16+675.000	Droite 3	Pente 5	813.157	811.636	45.17	254486.786	3967377.989	2.50	-2.50	1.18
PK +230	16+700.000	Droite 3	Parabole 5	813.824	811.955	45.17	254467.820	3967394.277	2.50	-2.50	1.46
PK +231	16+725.000	Droite 3	Parabole 5	814.487	812.373	45.17	254448.854	3967410.565	2.50	-2.50	1.88

PK +232	16+750.000	Droite 3	Parabole 5	815.150	812.895	45.17	254429.889	3967426.853	2.50	-2.50	2.30
PK +233	16+775.000	Droite 3	Parabole 5	815.721	813.521	45.17	254410.923	3967443.142	2.50	-2.50	2.71
PK +234	16+800.000	Droite 3	Parabole 5	816.483	814.252	45.17	254391.957	3967459.430	2.50	-2.50	3.13
PK +235	16+825.000	Droite 3	Parabole 5	817.190	815.086	45.17	254372.992	3967475.718	2.50	-2.50	3.55
PK +236	16+850.000	Droite 3	Parabole 5	817.864	816.025	45.17	254354.026	3967492.006	2.50	-2.50	3.96
PK +237	16+875.000	Droite 3	Parabole 5	818.546	817.068	45.17	254335.060	3967508.294	2.50	-2.50	4.38
PK +238	16+900.000	Droite 3	Pente 6	819.311	818.205	45.17	254316.095	3967524.582	2.50	-2.50	4.61
PK +239	16+925.000	Droite 3	Pente 6	820.029	819.357	45.17	254297.129	3967540.870	2.50	-2.50	4.61
PK +240	16+950.000	Droite 3	Pente 6	820.699	820.510	45.17	254278.163	3967557.158	2.50	-2.50	4.61
PK +241	16+975.000	Droite 3	Pente 6	821.625	821.662	45.17	254259.198	3967573.446	2.50	-2.50	4.61
PK +242	16+1000.000	Droite 3	Pente 6	822.170	822.814	45.17	254240.232	3967589.734	2.50	-2.50	4.61
PK +243	17+025.000	Clothoïde 1	Pente 6	822.195	823.966	45.22	254221.268	3967606.025	2.50	-2.50	4.61
PK +244	17+050.000	Clothoïde 1	Pente 6	824.107	825.119	45.58	254202.353	3967622.372	2.50	-2.50	4.61
PK +245	17+075.000	Clothoïde 1	Pente 6	824.989	826.271	46.30	254183.577	3967638.878	2.50	-2.50	4.61
PK +246	17+100.000	Clothoïde 1	Pente 6	825.991	827.423	47.38	254165.036	3967655.648	2.50	-2.50	4.61
PK +247	17+125.000	Arc 3	Pente 6	826.904	828.576	48.81	254146.830	3967672.780	2.50	-2.50	4.61
PK +248	17+150.000	Arc 3	Pente 6	827.611	829.728	50.40	254129.045	3967690.348	2.50	-2.50	4.61
PK +249	17+175.000	Arc 3	Pente 6	828.355	830.880	52.00	254111.704	3967708.355	2.50	-2.50	4.61
PK +250	17+200.000	Arc 3	Pente 6	829.149	832.033	53.59	254094.818	3967726.790	2.50	-2.50	4.61
PK +251	17+225.000	Arc 3	Pente 6	830.073	833.185	55.18	254078.399	3967745.642	2.50	-2.50	4.61
PK +252	17+250.000	Clothoïde 2	Pente 6	831.092	834.337	56.68	254062.449	3967764.892	2.50	-2.50	4.61
PK +253	17+275.000	Clothoïde 2	Parabole 6	831.979	835.490	57.83	254046.905	3967784.472	2.50	-2.50	4.61
PK +254	17+300.000	Clothoïde 2	Parabole 6	833.555	836.617	58.62	254031.662	3967804.287	2.50	-2.50	4.41
PK +255	17+325.000	Clothoïde 2	Parabole 6	834.993	837.694	59.06	254016.611	3967824.248	2.50	-2.50	4.21
PK +256	17+350.000	Droite 4	Parabole 6	836.412	838.721	59.15	254001.641	3967844.271	2.50	-2.50	4.01
PK +257	17+375.000	Droite 4	Parabole 6	837.766	839.699	59.15	253986.678	3967864.299	2.50	-2.50	3.81
PK +258	17+400.000	Droite 4	Parabole 6	839.132	840.627	59.15	253971.715	3967884.327	2.50	-2.50	3.61
PK +259	17+425.000	Droite 4	Parabole 6	840.216	841.505	59.15	253956.752	3967904.354	2.50	-2.50	3.41
PK +260	17+450.000	Droite 4	Parabole 6	841.590	842.333	59.15	253941.790	3967924.382	2.50	-2.50	3.21
PK +261	17+475.000	Droite 4	Parabole 6	842.833	843.112	59.15	253926.827	3967944.410	2.50	-2.50	3.01
PK +262	17+500.000	Droite 4	Parabole 6	843.931	843.840	59.15	253911.864	3967964.438	2.50	-2.50	2.82
PK +263	17+525.000	Droite 4	Parabole 6	844.976	844.519	59.15	253896.901	3967984.466	2.50	-2.50	2.62
PK +264	17+550.000	Droite 4	Parabole 6	846.219	845.148	59.15	253881.938	3968004.493	2.50	-2.50	2.42
PK +265	17+575.000	Droite 4	Parabole 6	848.906	845.728	59.15	253866.975	3968024.521	2.50	-2.50	2.22
PK +266	17+600.000	Droite 4	Parabole 6	852.744	846.257	59.15	253852.012	3968044.549	2.50	-2.50	2.02
PK +267	17+625.000	Droite 4	Parabole 6	856.127	846.737	59.15	253837.050	3968064.577	2.50	-2.50	1.82
PK +268	17+650.000	Droite 4	Parabole 6	858.529	847.167	59.15	253822.087	3968084.605	2.50	-2.50	1.62
PK +269	17+675.000	Droite 4	Parabole 6	858.878	847.547	59.15	253807.124	3968104.632	2.50	-2.50	1.42
PK +270	17+700.000	Droite 4	Parabole 6	859.350	847.877	59.15	253792.161	3968124.660	2.50	-2.50	1.22
PK +271	17+725.000	Droite 4	Parabole 6	859.222	848.157	59.15	253777.198	3968144.688	2.50	-2.50	1.02
PK +272	17+750.000	Droite 4	Parabole 6	858.554	848.388	59.15	253762.235	3968164.716	2.50	-2.50	0.82
PK +273	17+775.000	Droite 4	Parabole 6	858.126	848.569	59.15	253747.272	3968184.744	2.50	-2.50	0.62
PK +274	17+800.000	Droite 4	Parabole 6	856.987	848.700	59.15	253732.310	3968204.771	2.50	-2.50	0.42
PK +275	17+825.000	Droite 4	Parabole 6	856.008	848.781	59.15	253717.347	3968224.799	2.50	-2.50	0.23
PK +276	17+850.000	Droite 4	Parabole 6	855.022	848.813	59.15	253702.384	3968244.827	2.50	-2.50	0.03
PK +277	17+875.000	Droite 4	Parabole 6	854.436	848.794	59.15	253687.421	3968264.855	2.50	-2.50	-0.17
PK +278	17+900.000	Droite 4	Parabole 6	854.433	848.726	59.15	253672.458	3968284.883	2.50	-2.50	-0.37
PK +279	17+925.000	Droite 4	Parabole 6	853.433	848.608	59.15	253657.495	3968304.910	2.50	-2.50	-0.57
PK +280	17+950.000	Droite 4	Parabole 6	852.218	848.441	59.15	253642.532	3968324.938	2.50	-2.50	-0.77
PK +281	17+975.000	Droite 4	Parabole 6	851.063	848.223	59.15	253627.570	3968344.966	2.50	-2.50	-0.97
PK +282	18+000.000	Droite 4	Parabole 6	850.002	847.956	59.15	253612.607	3968364.994	2.50	-2.50	-1.17
PK +283	18+025.000	Droite 4	Parabole 6	848.954	847.639	59.15	253597.644	3968385.022	2.50	-2.50	-1.37
PK +284	18+050.000	Droite 4	Pente 7	848.672	847.296	59.15	253582.681	3968405.049	2.50	-2.50	-1.37
PK +285	18+075.000	Droite 4	Pente 7	848.483	846.954	59.15	253567.718	3968425.077	2.50	-2.50	-1.37
PK +286	18+100.000	Droite 4	Pente 7	847.843	846.612	59.15	253552.755	3968445.105	2.50	-2.50	-1.37
PK +287	18+125.000	Clothoïde 3	Pente 7	847.104	846.269	59.31	253537.806	3968465.143	1.10	-2.50	-1.37
PK +288	18+150.000	Clothoïde 3	Pente 7	846.285	845.927	60.00	253522.988	3968485.278	-0.68	-2.50	-1.37
PK +289	18+175.000	Clothoïde 3	Pente 7	846.011	845.584	61.21	253508.471	3968505.631	-2.47	-2.50	-1.37

PK +290	18+200.000	Arc 4	Pente 7	845.753	845.242	62.95	253494.432	3968526.316	-4.19	-4.19	-1.37
PK +291	18+225.000	Arc 4	Pente 7	845.356	844.900	64.94	253481.019	3968547.412	-4.19	-4.19	-1.37
PK +292	18+250.000	Arc 4	Pente 7	844.972	844.557	66.93	253468.272	3968568.917	-4.19	-4.19	-1.37
PK +293	18+275.000	Clothoïde 4	Pente 7	844.365	844.215	68.91	253456.203	3968590.809	-3.83	-3.83	-1.37
PK +294	18+300.000	Clothoïde 4	Pente 7	843.539	843.873	70.53	253444.771	3968613.042	-2.05	-2.50	-1.37
PK +295	18+325.000	Clothoïde 4	Pente 8	844.456	843.657	71.61	253433.813	3968635.512	-0.26	-2.50	-0.73
PK +296	18+350.000	Clothoïde 4	Pente 8	845.663	843.475	72.17	253423.146	3968658.122	1.53	-2.50	-0.73
PK +297	18+375.000	Droite 5	Pente 8	846.761	843.293	72.25	253412.585	3968680.782	2.50	-2.50	-0.73
PK +298	18+400.000	Droite 5	Pente 8	847.041	843.111	72.25	253402.029	3968703.444	2.50	-2.50	-0.73
PK +299	18+425.000	Droite 5	Pente 8	846.758	842.929	72.25	253391.473	3968726.106	2.50	-2.50	-0.73
PK +300	18+450.000	Droite 5	Pente 8	846.583	842.747	72.25	253380.917	3968748.768	2.50	-2.50	-0.73
PK +301	18+475.000	Droite 5	Pente 8	846.408	842.566	72.25	253370.361	3968771.430	2.50	-2.50	-0.73
PK +302	18+500.000	Droite 5	Pente 8	846.324	842.384	72.25	253359.805	3968794.092	2.50	-2.50	-0.73
PK +303	18+525.000	Droite 5	Pente 8	846.281	842.202	72.25	253349.249	3968816.754	2.50	-2.50	-0.73
PK +304	18+550.000	Droite 5	Pente 8	845.244	842.020	72.25	253338.693	3968839.416	2.50	-2.50	-0.73
PK +305	18+575.000	Droite 5	Pente 8	844.289	841.838	72.25	253328.137	3968862.078	2.50	-2.50	-0.73
PK +306	18+600.000	Droite 5	Pente 8	843.261	841.656	72.25	253317.581	3968884.741	2.50	-2.50	-0.73
PK +307	18+625.000	Droite 5	Pente 8	842.423	841.474	72.25	253307.025	3968907.403	2.50	-2.50	-0.73
PK +308	18+650.000	Droite 5	Pente 8	842.730	841.292	72.25	253296.469	3968930.065	2.50	-2.50	-0.73
PK +309	18+675.000	Droite 5	Pente 8	842.587	841.111	72.25	253285.913	3968952.727	2.50	-2.50	-0.73
PK +310	18+700.000	Droite 5	Pente 8	842.687	840.929	72.25	253275.357	3968975.389	2.50	-2.50	-0.73
PK +311	18+725.000	Droite 5	Pente 8	843.073	840.747	72.25	253264.801	3968998.051	2.50	-2.50	-0.73
PK +312	18+750.000	Droite 5	Pente 8	842.380	840.565	72.25	253254.245	3969020.713	2.50	-2.50	-0.73
PK +313	18+775.000	Droite 5	Pente 8	841.564	840.383	72.25	253243.689	3969043.375	2.50	-2.50	-0.73
PK +314	18+800.000	Droite 5	Pente 8	840.811	840.201	72.25	253233.133	3969066.037	2.50	-2.50	-0.73
PK +315	18+825.000	Droite 5	Pente 8	840.059	840.019	72.25	253222.577	3969088.699	2.50	-2.50	-0.73
PK +316	18+850.000	Droite 5	Pente 8	839.306	839.837	72.25	253212.021	3969111.362	2.50	-2.50	-0.73
PK +317	18+875.000	Droite 5	Pente 8	838.932	839.655	72.25	253201.465	3969134.024	2.50	-2.50	-0.73
PK +318	18+900.000	Droite 5	Pente 8	838.569	839.474	72.25	253190.909	3969156.686	2.50	-2.50	-0.73
PK +319	18+925.000	Droite 5	Pente 8	838.207	839.292	72.25	253180.353	3969179.348	2.50	-2.50	-0.73
PK +320	18+950.000	Droite 5	Pente 8	837.823	839.110	72.25	253169.797	3969202.010	2.50	-2.50	-0.73
PK +321	18+975.000	Droite 5	Pente 8	837.718	838.928	72.25	253159.241	3969224.672	2.50	-2.50	-0.73
PK +322	19+000.000	Droite 5	Pente 8	837.613	838.746	72.25	253148.685	3969247.334	2.50	-2.50	-0.73
PK +323	19+025.000	Droite 5	Pente 8	837.541	838.564	72.25	253138.129	3969269.996	2.50	-2.50	-0.73
PK +324	19+050.000	Droite 5	Pente 8	837.486	838.382	72.25	253127.573	3969292.658	2.50	-2.50	-0.73
PK +325	19+075.000	Droite 5	Pente 8	837.386	838.200	72.25	253117.017	3969315.320	2.50	-2.50	-0.73
PK +326	19+100.000	Droite 5	Pente 8	837.263	838.019	72.25	253106.461	3969337.983	2.50	-2.50	-0.73
PK +327	19+125.000	Droite 5	Pente 8	837.139	837.837	72.25	253095.905	3969360.645	2.50	-2.50	-0.73
PK +328	19+150.000	Droite 5	Pente 8	837.016	837.655	72.25	253085.349	3969383.307	2.50	-2.50	-0.73
PK +329	19+175.000	Droite 5	Pente 8	836.897	837.473	72.25	253074.793	3969405.969	2.50	-2.50	-0.73
PK +330	19+200.000	Droite 5	Pente 8	836.788	837.291	72.25	253064.237	3969428.631	2.50	-2.50	-0.73
PK +331	19+225.000	Droite 5	Pente 8	836.694	837.109	72.25	253053.681	3969451.293	2.50	-2.50	-0.73
PK +332	19+250.000	Droite 5	Pente 8	836.605	836.927	72.25	253043.125	3969473.955	2.50	-2.50	-0.73
PK +333	19+275.000	Droite 5	Pente 8	836.517	836.745	72.25	253032.569	3969496.617	2.50	-2.50	-0.73
PK +334	19+300.000	Droite 5	Pente 8	836.428	836.563	72.25	253022.013	3969519.279	2.50	-2.50	-0.73
PK +335	19+325.000	Droite 5	Pente 8	835.511	836.382	72.25	253011.457	3969541.941	2.50	-2.50	-0.73
PK +336	19+350.000	Droite 5	Pente 8	835.746	836.200	72.25	253000.901	3969564.604	2.50	-2.50	-0.73
PK +337	19+375.000	Droite 5	Parabole 7	836.076	836.016	72.25	252990.345	3969587.266	2.50	-2.50	-0.77
PK +338	19+400.000	Droite 5	Parabole 7	835.949	835.808	72.25	252979.789	3969609.928	2.50	-2.50	-0.89
PK +339	19+425.000	Droite 5	Parabole 7	835.752	835.569	72.25	252969.233	3969632.590	2.50	-2.50	-1.02

PK +340	19+450.000	Droite 5	Parabole 7	835.504	835.298	72.25	252958.677	3969655.252	2.50	-2.50	-1.14
PK +341	19+475.000	Droite 5	Parabole 7	835.165	834.996	72.25	252948.121	3969677.914	2.50	-2.50	-1.27
PK +342	19+500.000	Droite 5	Parabole 7	834.656	834.663	72.25	252937.565	3969700.576	2.50	-2.50	-1.39
PK +343	19+525.000	Droite 5	Parabole 7	834.337	834.299	72.25	252927.009	3969723.238	2.50	-2.50	-1.52
PK +344	19+550.000	Droite 5	Parabole 7	834.016	833.903	72.25	252916.453	3969745.900	2.50	-2.50	-1.64
PK +345	19+575.000	Droite 5	Pente 9	833.749	833.489	72.25	252905.897	3969768.562	2.50	-2.50	-1.66
PK +346	19+600.000	Droite 5	Pente 9	833.255	833.073	72.25	252895.341	3969791.224	2.50	-2.50	-1.66
PK +347	19+625.000	Droite 5	Pente 9	832.714	832.658	72.25	252884.785	3969813.887	2.50	-2.50	-1.66
PK +348	19+650.000	Droite 5	Pente 9	832.285	832.243	72.25	252874.229	3969836.549	2.50	-2.50	-1.66
PK +349	19+675.000	Droite 5	Pente 9	831.747	831.828	72.25	252863.673	3969859.211	2.50	-2.50	-1.66
PK +350	19+700.000	Arc 5	Pente 9	831.257	831.413	71.35	252852.973	3969881.805	2.50	-2.50	-1.66
PK +351	19+725.000	Arc 5	Pente 9	830.957	830.998	70.36	252841.924	3969904.230	2.50	-2.50	-1.66
PK +352	19+750.000	Arc 5	Pente 9	830.497	830.583	69.36	252830.525	3969926.480	2.50	-2.50	-1.66
PK +353	19+775.000	Arc 5	Pente 9	829.978	830.168	68.37	252818.780	3969948.550	2.50	-2.50	-1.66
PK +354	19+800.000	Droite 6	Pente 9	829.713	829.753	68.22	252806.816	3969970.501	2.50	-2.50	-1.66
PK +355	19+825.000	Droite 6	Pente 9	829.661	829.338	68.22	252794.849	3969992.450	2.50	-2.50	-1.66
PK +356	19+850.000	Droite 6	Pente 9	829.346	828.923	68.22	252782.881	3970014.400	2.50	-2.50	-1.66
PK +357	19+875.000	Droite 6	Pente 9	828.830	828.508	68.22	252770.914	3970036.349	2.50	-2.50	-1.66
PK +358	19+900.000	Droite 6	Pente 9	828.293	828.093	68.22	252758.946	3970058.299	2.50	-2.50	-1.66
PK +359	19+925.000	Droite 6	Pente 9	827.710	827.678	68.22	252746.979	3970080.248	2.50	-2.50	-1.66
PK +360	19+950.000	Droite 6	Pente 9	827.142	827.263	68.22	252735.011	3970102.198	2.50	-2.50	-1.66
PK +361	19+975.000	Droite 6	Pente 9	826.478	826.848	68.22	252723.044	3970124.147	2.50	-2.50	-1.66
PK +362	19+1000.000	Droite 6	Pente 9	825.991	826.433	68.22	252711.077	3970146.097	2.50	-2.50	-1.66
PK +363	20+025.000	Droite 6	Pente 9	825.623	826.018	68.22	252699.109	3970168.046	2.50	-2.50	-1.66
PK +364	20+050.000	Droite 6	Pente 9	825.701	825.603	68.22	252687.142	3970189.996	2.50	-2.50	-1.66
PK +365	20+075.000	Droite 6	Pente 9	825.657	825.188	68.22	252675.174	3970211.945	2.50	-2.50	-1.66
PK +366	20+100.000	Droite 6	Pente 9	825.403	824.773	68.22	252663.207	3970233.895	2.50	-2.50	-1.66
PK +367	20+125.000	Droite 6	Pente 9	825.088	824.358	68.22	252651.239	3970255.844	2.50	-2.50	-1.66
PK +368	20+150.000	Droite 6	Pente 9	824.305	823.943	68.22	252639.272	3970277.794	2.50	-2.50	-1.66
PK +369	20+175.000	Droite 6	Pente 9	823.528	823.528	68.22	252627.304	3970299.743	2.50	-2.50	-1.66
PK +370	20+200.000	Droite 6	Pente 9	822.783	823.113	68.22	252615.337	3970321.693	2.50	-2.50	-1.66
PK +371	20+225.000	Droite 6	Pente 9	822.080	822.698	68.22	252603.369	3970343.642	2.50	-2.50	-1.66
PK +372	20+250.000	Droite 6	Pente 9	821.632	822.283	68.22	252591.402	3970365.592	2.50	-2.50	-1.66
PK +373	20+275.000	Droite 6	Pente 9	821.128	821.868	68.22	252579.434	3970387.541	2.50	-2.50	-1.66
PK +374	20+300.000	Droite 6	Pente 9	820.837	821.453	68.22	252567.467	3970409.491	2.50	-2.50	-1.66
PK +375	20+325.000	Droite 6	Pente 9	820.607	821.038	68.22	252555.499	3970431.440	2.50	-2.50	-1.66
PK +376	20+350.000	Droite 6	Pente 9	820.404	820.623	68.22	252543.532	3970453.389	2.50	-2.50	-1.66
PK +377	20+375.000	Droite 6	Pente 9	820.158	820.208	68.22	252531.564	3970475.339	2.50	-2.50	-1.66
PK +378	20+400.000	Droite 6	Pente 9	819.842	819.793	68.22	252519.597	3970497.288	2.50	-2.50	-1.66
PK +379	20+425.000	Droite 6	Pente 9	819.638	819.378	68.22	252507.629	3970519.238	2.50	-2.50	-1.66
PK +380	20+450.000	Droite 6	Pente 9	819.307	818.963	68.22	252495.662	3970541.187	2.50	-2.50	-1.66
PK +381	20+475.000	Droite 6	Pente 9	818.989	818.548	68.22	252483.694	3970563.137	2.50	-2.50	-1.66
PK +382	20+500.000	Droite 6	Pente 9	818.687	818.133	68.22	252471.727	3970585.086	2.50	-2.50	-1.66
PK +383	20+525.000	Droite 6	Pente 9	818.434	817.718	68.22	252459.760	3970607.036	2.50	-2.50	-1.66
PK +384	20+550.000	Droite 6	Pente 9	818.174	817.303	68.22	252447.792	3970628.985	2.50	-2.50	-1.66
PK +385	20+575.000	Droite 6	Pente 9	817.911	816.888	68.22	252435.825	3970650.935	2.50	-2.50	-1.66
PK +386	20+600.000	Droite 6	Pente 9	817.628	816.473	68.22	252423.857	3970672.884	2.50	-2.50	-1.66
PK +387	20+625.000	Droite 6	Pente 9	817.479	816.058	68.22	252411.890	3970694.834	2.50	-2.50	-1.66
PK +388	20+650.000	Droite 6	Pente 9	817.205	815.643	68.22	252399.922	3970716.783	2.50	-2.50	-1.66
PK +389	20+668.995	Droite 6	Pente 9	817.267	815.327	68.22	252390.829	3970733.460	2.50	-2.50	-1.66

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Nom du dessin	FINAL 2000.dwg
Nom de l'axe	PFE 2023 - Axe 01
Table associée	ICTAAL L1
Date du listing	04/06/2023 à 00:20:46

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
PK +01	11+000.000	12.500	33.49	0.09	418.7	1.2	418.7	1.2
PK +02	11+025.000	25.000	42.15	0.09	1053.7	2.3	1472.4	3.5
PK +03	11+050.000	25.000	49.00	0.09	1225.0	2.3	2697.4	5.9
PK +04	11+075.000	25.000	57.20	0.09	1429.9	2.3	4127.3	8.2
PK +05	11+100.000	25.000	66.28	0.09	1657.1	2.3	5784.4	10.6
PK +06	11+125.000	25.000	74.91	0.09	1872.8	2.3	7657.2	12.9
PK +07	11+150.000	25.000	86.79	0.09	2169.9	2.3	9827.0	15.2
PK +08	11+175.000	25.000	96.19	0.09	2404.7	2.3	12231.7	17.6
PK +09	11+200.000	25.000	102.75	0.09	2568.8	2.3	14800.5	19.9
PK +10	11+225.000	25.000	107.95	0.09	2698.7	2.3	17499.2	22.3
PK +11	11+250.000	25.000	109.56	0.09	2739.0	2.3	20238.2	24.6
PK +12	11+275.000	25.000	111.03	0.09	2775.7	2.3	23014.0	27.0
PK +13	11+300.000	25.000	109.95	0.09	2748.6	2.3	25762.6	29.3
PK +14	11+325.000	25.000	108.31	0.09	2707.8	2.3	28470.4	31.6
PK +15	11+350.000	25.000	105.08	0.09	2627.0	2.3	31097.4	34.0
PK +16	11+375.000	25.000	99.27	0.09	2481.8	2.3	33579.2	36.3
PK +17	11+400.000	25.000	89.12	0.09	2228.0	2.3	35807.1	38.7
PK +18	11+425.000	25.000	77.85	0.09	1946.1	2.3	37753.3	41.0
PK +19	11+450.000	25.000	64.77	0.09	1619.3	2.3	39372.6	43.4
PK +20	11+475.000	25.000	57.85	0.09	1446.1	2.4	40818.7	45.7
PK +21	11+500.000	25.000	56.25	0.09	1406.2	2.3	42224.9	48.1
PK +22	11+525.000	25.000	54.63	0.09	1365.8	2.3	43590.7	50.4
PK +23	11+550.000	25.000	55.84	0.09	1396.1	2.4	44986.8	52.8
PK +24	11+575.000	25.000	63.82	0.09	1595.4	2.3	46582.3	55.1
PK +25	11+600.000	25.000	63.99	0.09	1599.6	2.3	48181.9	57.5
PK +26	11+625.000	25.000	61.34	0.09	1533.5	2.3	49715.4	59.8
PK +27	11+650.000	25.000	50.03	0.09	1250.8	2.3	50966.2	62.1
PK +28	11+675.000	25.000	34.07	0.09	851.8	2.3	51817.9	64.5
PK +29	11+700.000	25.000	19.41	0.39	485.2	9.7	52303.1	74.2
PK +30	11+725.000	25.000	13.39	0.53	334.7	13.4	52637.8	87.6
PK +31	11+750.000	25.000	12.12	0.68	302.9	17.0	52940.8	104.6
PK +32	11+775.000	25.000	7.26	1.57	181.4	39.3	53122.2	143.9
PK +33	11+800.000	25.000	2.95	4.08	73.7	102.0	53195.9	245.9
PK +34	11+825.000	25.000	0.55	12.76	13.7	319.0	53209.6	564.9
PK +35	11+850.000	25.000	0.56	22.46	13.9	561.6	53223.5	1126.5
PK +36	11+875.000	25.000	0.55	26.77	13.8	669.3	53237.3	1795.9
PK +37	11+900.000	25.000	0.55	27.93	13.7	698.3	53251.0	2494.2
PK +38	11+925.000	25.000	0.55	26.31	13.7	657.8	53264.7	3151.9
PK +39	11+950.000	25.000	0.55	22.94	13.8	573.5	53278.5	3725.4
PK +40	11+975.000	25.000	0.55	16.66	13.7	416.5	53292.2	4141.9
PK +41	11+1000.000	25.000	0.55	10.70	13.8	267.5	53306.0	4409.4
PK +42	12+025.000	25.000	2.87	2.69	71.8	67.2	53377.8	4476.6
PK +43	12+050.000	25.000	8.01	0.66	200.3	16.5	53578.1	4493.1
PK +44	12+075.000	25.000	16.45	0.37	411.2	9.1	53989.3	4502.2
PK +45	12+100.000	25.000	32.34	0.09	808.6	2.3	54797.9	4504.6

PK +46	12+125.000	25.000	55.45	0.09	1386.4	2.3	56184.3	4506.9
PK +47	12+150.000	25.000	77.67	0.09	1941.9	2.3	58126.1	4509.2
PK +48	12+175.000	25.000	104.09	0.09	2602.1	2.4	60728.3	4511.6
PK +49	12+200.000	25.000	134.00	0.09	3349.9	2.3	64078.2	4513.9
PK +50	12+225.000	25.000	157.73	0.09	3943.2	2.3	68021.4	4516.3
PK +51	12+250.000	25.000	168.06	0.09	4199.2	2.3	72220.6	4518.6
PK +52	12+275.000	25.000	157.35	0.09	3932.1	2.3	76152.7	4520.9
PK +53	12+300.000	25.000	130.28	0.09	3256.3	2.3	79409.0	4523.2
PK +54	12+325.000	25.000	94.84	0.09	2370.5	2.3	81779.5	4525.6
PK +55	12+350.000	25.000	63.67	0.09	1591.4	2.4	83370.9	4527.9
PK +56	12+375.000	25.000	49.54	0.09	1237.9	2.3	84608.8	4530.3
PK +57	12+400.000	25.000	46.00	0.09	1149.7	2.3	85758.5	4532.6
PK +58	12+425.000	18.700	39.03	0.09	729.7	1.8	86488.2	4534.4
PK +59	12+437.401	12.500	35.52	0.09	443.8	1.2	86932.0	4535.5
PK +60	12+450.000	18.800	34.14	0.09	641.7	1.8	87573.7	4537.3
PK +61	12+475.000	25.000	30.68	0.09	766.9	2.4	88340.6	4539.7
PK +62	12+500.000	25.000	22.33	0.09	557.9	2.3	88898.5	4542.0
PK +63	12+525.000	25.000	14.69	0.30	366.9	7.7	89265.4	4549.7
PK +64	12+550.000	25.000	8.42	0.45	210.0	11.2	89475.4	4560.9
PK +65	12+575.000	25.000	7.25	0.55	180.6	13.8	89656.0	4574.8
PK +66	12+600.000	25.000	8.73	0.92	217.2	23.2	89873.3	4598.0
PK +67	12+625.000	25.000	12.31	0.64	306.7	16.1	90179.9	4614.1
PK +68	12+650.000	25.000	18.26	0.40	455.1	10.1	90635.0	4624.2
PK +69	12+675.000	25.000	25.08	0.42	625.4	10.6	91260.4	4634.8
PK +70	12+700.000	25.000	31.61	0.44	788.4	11.1	92048.8	4645.9
PK +71	12+725.000	25.000	40.72	0.09	1016.2	2.3	93064.9	4648.3
PK +72	12+750.000	25.000	47.64	0.09	1189.0	2.3	94253.9	4650.6
PK +73	12+775.000	25.000	58.40	0.09	1457.9	2.4	95711.8	4653.0
PK +74	12+800.000	25.000	72.96	0.09	1821.8	2.3	97533.6	4655.3
PK +75	12+825.000	25.000	83.76	0.09	2091.8	2.3	99625.4	4657.7
PK +76	12+850.000	25.000	90.07	0.09	2249.7	2.3	101875.1	4660.0
PK +77	12+875.000	25.000	96.95	0.09	2421.4	2.3	104296.4	4662.4
PK +78	12+900.000	25.000	104.29	0.09	2604.5	2.4	106900.9	4664.7
PK +79	12+925.000	25.000	116.66	0.09	2913.9	2.4	109814.8	4667.1
PK +80	12+950.000	25.000	125.34	0.09	3130.0	2.3	112944.8	4669.4
PK +81	12+975.000	25.000	142.28	0.10	3552.7	2.4	116497.5	4671.8
PK +82	13+000.000	25.000	157.85	0.10	3940.6	2.4	120438.1	4674.2
PK +83	13+025.000	25.000	181.57	0.10	4533.6	2.4	124971.7	4676.6
PK +84	13+050.000	25.000	209.99	0.09	5243.7	2.2	130215.5	4678.8
PK +85	13+075.000	25.000	232.29	0.09	5804.3	2.1	136019.8	4680.9
PK +86	13+100.000	25.000	211.94	0.09	5301.0	2.2	141320.8	4683.1
PK +87	13+125.000	25.000	182.56	0.09	4569.0	2.2	145889.8	4685.3
PK +88	13+150.000	25.000	154.21	0.10	3860.4	2.4	149750.2	4687.7
PK +89	13+175.000	25.000	135.26	0.09	3386.0	2.3	153136.2	4689.9
PK +90	13+200.000	25.000	116.50	0.09	2916.5	2.4	156052.8	4692.3
PK +91	13+225.000	25.000	95.28	0.09	2385.5	2.4	158438.3	4694.6
PK +92	13+250.000	25.000	77.19	0.09	1932.7	2.4	160371.1	4697.0
PK +93	13+275.000	25.000	59.99	0.09	1502.7	2.3	161873.8	4699.3
PK +94	13+300.000	25.000	58.05	0.09	1454.3	2.3	163328.1	4701.7
PK +95	13+325.000	25.000	59.06	0.09	1479.4	2.4	164807.4	4704.1

PK +96	13+350.000	25.000	56.32	0.09	1410.7	2.4	166218.2	4706.4
PK +97	13+375.000	25.000	54.21	0.09	1357.9	2.4	167576.1	4708.8
PK +98	13+400.000	25.000	54.92	0.09	1375.8	2.4	168951.9	4711.1
PK +99	13+425.000	25.000	56.22	0.09	1406.2	2.4	170358.1	4713.5
PK +100	13+450.000	25.000	57.53	0.09	1438.3	2.3	171796.5	4715.8
PK +101	13+475.000	25.000	61.03	0.09	1525.8	2.3	173322.3	4718.2
PK +102	13+500.000	25.000	72.80	0.09	1820.0	2.3	175142.3	4720.5
PK +103	13+525.000	25.000	86.90	0.09	2172.6	2.4	177314.8	4722.9
PK +104	13+550.000	25.000	104.31	0.09	2607.6	2.3	179922.5	4725.1
PK +105	13+575.000	25.000	113.11	0.09	2827.7	2.3	182750.1	4727.4
PK +106	13+600.000	25.000	111.41	0.09	2785.1	2.3	185535.3	4729.7
PK +107	13+625.000	25.000	109.13	0.09	2728.6	2.3	188263.9	4732.0
PK +108	13+650.000	25.000	96.70	0.09	2417.0	2.3	190680.9	4734.3
PK +109	13+675.000	25.000	83.51	0.09	2087.1	2.3	192768.0	4736.7
PK +110	13+700.000	25.000	73.79	0.09	1844.0	2.3	194612.1	4739.0
PK +111	13+725.000	25.000	78.28	0.09	1956.2	2.3	196568.2	4741.4
PK +112	13+750.000	25.000	83.28	0.09	2081.0	2.3	198649.2	4743.7
PK +113	13+775.000	25.000	99.98	0.09	2498.5	2.3	201147.7	4746.1
PK +114	13+800.000	25.000	119.49	0.09	2986.0	2.3	204133.6	4748.4
PK +115	13+825.000	25.000	145.77	0.09	3643.1	2.3	207776.7	4750.8
PK +116	13+850.000	25.000	167.40	0.09	4184.4	2.3	211961.1	4753.1
PK +117	13+875.000	25.000	172.26	0.10	4306.8	2.4	216267.9	4755.5
PK +118	13+900.000	25.000	138.62	0.09	3469.2	2.4	219737.1	4757.8
PK +119	13+925.000	25.000	83.18	0.10	2083.7	2.6	221820.8	4760.4
PK +120	13+950.000	25.000	79.11	0.08	1978.8	2.1	223799.7	4762.5
PK +121	13+975.000	25.000	96.21	0.09	2405.1	2.1	226204.8	4764.6
PK +122	14+000.000	25.000	86.02	0.09	2150.5	2.2	228355.3	4766.8
PK +123	14+025.000	25.000	34.39	0.09	859.9	2.1	229215.2	4768.9
PK +124	14+050.000	25.000	0.56	9.50	13.9	237.2	229229.1	5006.1
PK +125	14+075.000	25.000	0.54	50.04	13.5	1250.2	229242.6	6256.3
PK +126	14+100.000	25.000	0.54	89.42	13.6	2234.2	229256.2	8490.5
PK +127	14+125.000	25.000	0.61	132.11	15.2	3300.4	229271.4	11790.9
PK +128	14+150.000	25.000	0.69	174.12	17.2	4348.8	229288.6	16139.7
PK +129	14+175.000	25.000	1.00	209.17	24.9	5223.9	229313.5	21363.6
PK +130	14+200.000	25.000	1.03	237.67	25.6	5936.8	229339.0	27300.4
PK +131	14+225.000	25.000	0.00	186.75	0.0	4668.6	229339.0	31969.0
PK +132	14+250.000	25.000	0.00	208.27	0.0	5206.6	229339.0	37175.7
PK +133	14+275.000	25.000	0.00	228.03	0.0	5700.6	229339.0	42876.3
PK +134	14+300.000	25.000	0.00	245.25	0.0	6131.1	229339.0	49007.3
PK +135	14+325.000	25.000	0.00	258.44	0.0	6460.9	229339.0	55468.3
PK +136	14+350.000	25.000	0.00	271.27	0.0	6781.6	229339.0	62249.9
PK +137	14+375.000	25.000	0.00	276.58	0.0	6914.3	229339.0	69164.2
PK +138	14+400.000	25.000	0.00	278.67	0.0	6966.7	229339.0	76130.8
PK +139	14+425.000	25.000	0.00	277.49	0.0	6937.2	229339.0	83068.0
PK +140	14+450.000	25.000	0.00	275.68	0.0	6892.0	229339.0	89960.0
PK +141	14+475.000	25.000	0.00	274.30	0.0	6857.4	229339.0	96817.4
PK +142	14+500.000	25.000	0.00	271.65	0.0	6791.2	229339.0	103608.6
PK +143	14+525.000	25.000	0.00	268.55	0.0	6713.7	229339.0	110322.3
PK +144	14+550.000	25.000	0.00	265.43	0.0	6635.8	229339.0	116958.1
PK +145	14+575.000	25.000	0.00	262.48	0.0	6562.1	229339.0	123520.1
PK +146	14+600.000	25.000	0.00	259.97	0.0	6499.1	229339.0	130019.3
PK +147	14+625.000	25.000	0.00	256.96	0.0	6424.0	229339.0	136443.2
PK +148	14+650.000	25.000	0.00	253.01	0.0	6325.2	229339.0	142768.5
PK +149	14+675.000	25.000	0.00	247.27	0.0	6181.9	229339.0	148950.4
PK +150	14+700.000	25.000	0.00	239.79	0.0	5994.7	229339.0	154945.0

PK +151	14+725.000	25.000	0.00	231.51	0.0	5787.8	229339.0	160732.9
PK +152	14+750.000	25.000	0.00	222.84	0.0	5571.0	229339.0	166303.8
PK +153	14+775.000	25.000	0.00	214.68	0.0	5367.2	229339.0	171671.0
PK +154	14+800.000	25.000	0.00	212.06	0.0	5301.6	229339.0	176972.6
PK +155	14+825.000	25.000	0.00	206.87	0.0	5171.7	229339.0	182144.2
PK +156	14+850.000	25.000	0.00	201.13	0.0	5028.4	229339.0	187172.6
PK +157	14+875.000	25.000	0.00	187.57	0.0	4689.2	229339.0	191861.8
PK +158	14+900.000	25.000	0.00	173.75	0.0	4343.7	229339.0	196205.5
PK +159	14+925.000	25.000	0.00	159.32	0.0	3983.0	229339.0	200188.6
PK +160	14+950.000	25.000	0.00	144.53	0.0	3613.3	229339.0	203801.9
PK +161	14+975.000	25.000	0.00	129.35	0.0	3233.8	229339.0	207035.7
PK +162	15+000.000	25.000	0.54	134.39	13.6	3359.8	229352.6	210395.5
PK +163	15+025.000	25.000	0.54	107.30	13.6	2682.5	229366.2	213078.0
PK +164	15+050.000	25.000	0.55	82.51	13.7	2062.7	229379.9	215140.7
PK +165	15+075.000	25.000	0.51	61.21	12.8	1530.1	229392.6	216670.8
PK +166	15+100.000	25.000	0.51	42.81	12.7	1070.2	229405.3	217741.0
PK +167	15+125.000	25.000	0.50	31.50	12.4	787.6	229417.8	218528.6
PK +168	15+150.000	25.000	0.52	33.47	13.1	836.8	229430.8	219365.4
PK +169	15+175.000	25.000	0.52	49.22	13.0	1230.5	229443.9	220595.9
PK +170	15+200.000	25.000	0.53	64.33	13.2	1608.4	229457.1	222204.3
PK +171	15+225.000	25.000	0.56	78.74	13.9	1968.5	229471.0	224172.8
PK +172	15+250.000	25.000	0.54	83.46	13.6	2086.6	229484.6	226259.4
PK +173	15+275.000	25.000	0.55	82.74	13.8	2068.4	229498.4	228327.8
PK +174	15+300.000	25.000	0.55	77.51	13.7	1937.9	229512.1	230265.7
PK +175	15+325.000	25.000	0.55	71.80	13.7	1795.0	229525.8	232060.6
PK +176	15+350.000	25.000	0.55	64.96	13.7	1624.1	229539.5	233684.7
PK +177	15+375.000	25.000	0.55	58.02	13.7	1450.6	229553.1	235135.3
PK +178	15+400.000	25.000	0.55	51.55	13.7	1288.6	229566.9	236424.0
PK +179	15+425.000	25.000	0.57	41.53	14.1	1038.3	229581.0	237462.2
PK +180	15+450.000	25.000	0.55	26.99	13.9	674.9	229594.9	238137.1
PK +181	15+475.000	25.000	0.55	8.97	13.9	224.2	229608.7	238361.3
PK +182	15+500.000	25.000	14.57	0.28	364.3	6.9	229973.0	238368.2
PK +183	15+525.000	25.000	54.13	0.09	1353.2	2.1	231326.3	238370.3
PK +184	15+550.000	25.000	74.84	0.09	1871.0	2.3	233197.3	238372.7
PK +185	15+575.000	25.000	121.13	0.09	3028.2	2.3	236225.5	238375.0
PK +186	15+600.000	25.000	173.03	0.09	4325.7	2.3	240551.2	238377.3
PK +187	15+625.000	25.000	212.89	0.09	5322.1	2.3	245873.3	238379.6
PK +188	15+650.000	25.000	213.34	0.09	5333.6	2.3	251206.9	238381.9
PK +189	15+675.000	25.000	202.20	0.09	5055.0	2.3	256261.9	238384.2
PK +190	15+700.000	25.000	132.19	0.10	3304.7	2.4	259566.6	238386.6
PK +191	15+725.000	25.000	116.02	0.10	2900.6	2.4	262467.1	238389.0
PK +192	15+750.000	25.000	107.43	0.10	2685.8	2.4	265153.0	238391.4
PK +193	15+775.000	25.000	92.80	0.09	2320.1	2.3	267473.1	238393.7
PK +194	15+800.000	25.000	80.16	0.09	2004.1	2.3	269477.1	238396.0
PK +195	15+825.000	25.000	75.34	0.09	1883.5	2.3	271360.6	238398.4
PK +196	15+850.000	25.000	70.55	0.09	1763.8	2.3	273124.4	238400.7
PK +197	15+875.000	25.000	63.89	0.09	1597.1	2.3	274721.5	238403.1
PK +198	15+900.000	25.000	57.50	0.09	1437.5	2.4	276159.0	238405.4
PK +199	15+925.000	25.000	53.80	0.09	1344.9	2.4	277503.9	238407.8
PK +200	15+950.000	25.000	50.94	0.09	1273.4	2.4	278777.3	238410.1
PK +201	15+975.000	25.000	44.08	0.09	1101.9	2.4	279879.2	238412.5
PK +202	15+1000.000	25.000	40.31	0.09	1007.8	2.3	280887.0	238414.8
PK +203	16+025.000	25.000	37.62	0.09	940.5	2.3	281827.5	238417.1
PK +204	16+050.000	25.000	31.64	0.09	791.1	2.3	282618.6	238419.5

PK +205	16+075.000	25.000	29.96	0.09	749.0	2.4	283367.6	238421.9
PK +206	16+100.000	25.000	25.88	0.09	647.1	2.3	284014.7	238424.2
PK +207	16+125.000	25.000	22.84	0.09	571.1	2.4	284585.8	238426.6
PK +208	16+150.000	25.000	21.49	0.33	537.2	8.1	285123.0	238434.7
PK +209	16+175.000	25.000	20.25	0.35	506.1	8.8	285629.2	238443.5
PK +210	16+200.000	25.000	17.16	0.34	429.1	8.6	286058.3	238452.1
PK +211	16+225.000	25.000	17.67	0.34	441.8	8.5	286500.1	238460.5
PK +212	16+250.000	25.000	12.47	0.41	311.7	10.3	286811.8	238470.8
PK +213	16+275.000	25.000	6.00	0.46	150.0	11.6	286961.8	238482.4
PK +214	16+300.000	25.000	11.57	0.31	289.3	7.8	287251.0	238490.2
PK +215	16+325.000	25.000	11.06	0.48	276.6	12.0	287527.6	238502.2
PK +216	16+350.000	25.000	13.62	0.33	340.4	8.3	287868.0	238510.5
PK +217	16+375.000	25.000	12.83	0.30	320.8	7.4	288188.8	238517.9
PK +218	16+400.000	25.000	14.29	0.29	357.2	7.3	288546.0	238525.2
PK +219	16+425.000	25.000	14.66	0.29	366.6	7.3	288912.6	238532.6
PK +220	16+450.000	25.000	16.56	0.30	414.1	7.4	289326.6	238540.0
PK +221	16+475.000	25.000	18.79	0.33	469.8	8.3	289796.4	238548.2
PK +222	16+500.000	25.000	20.97	0.09	524.4	2.3	290320.8	238550.6
PK +223	16+525.000	25.000	28.72	0.09	718.1	2.3	291038.9	238552.9
PK +224	16+550.000	25.000	31.51	0.09	787.8	2.4	291826.7	238555.3
PK +225	16+575.000	25.000	40.23	0.09	1005.8	2.3	292832.5	238557.6
PK +226	16+600.000	25.000	48.95	0.09	1223.7	2.3	294056.2	238560.0
PK +227	16+625.000	25.000	62.35	0.09	1558.8	2.3	295615.0	238562.3
PK +228	16+650.000	25.000	76.69	0.10	1917.2	2.5	297532.2	238564.8
PK +229	16+675.000	25.000	93.96	0.09	2348.9	2.4	299881.2	238567.2
PK +230	16+700.000	25.000	110.16	0.09	2754.1	2.3	302635.3	238569.5
PK +231	16+725.000	25.000	119.90	0.09	2997.6	2.4	305632.9	238571.9
PK +232	16+750.000	25.000	126.97	0.09	3174.1	2.3	308807.0	238574.2
PK +233	16+775.000	25.000	124.77	0.09	3119.3	2.3	311926.3	238576.5
PK +234	16+800.000	25.000	123.84	0.09	3096.0	2.3	315022.3	238578.8
PK +235	16+825.000	25.000	115.35	0.09	2883.7	2.4	317906.0	238581.2
PK +236	16+850.000	25.000	107.46	0.09	2686.5	2.3	320592.6	238583.5
PK +237	16+875.000	25.000	92.51	0.09	2312.9	2.3	322905.4	238585.9
PK +238	16+900.000	25.000	76.11	0.09	1902.8	2.3	324808.2	238588.2
PK +239	16+925.000	25.000	58.20	0.09	1455.1	2.4	326263.4	238590.5
PK +240	16+950.000	25.000	42.14	0.09	1053.5	2.3	327316.9	238592.9
PK +241	16+975.000	25.000	31.12	0.09	778.1	2.3	328094.9	238595.2
PK +242	16+1000.000	25.000	13.34	0.30	333.6	7.4	328428.5	238602.6
PK +243	17+025.000	25.000	7.89	7.24	197.0	181.0	328625.5	238783.5
PK +244	17+050.000	25.000	3.91	7.78	97.3	195.1	328722.8	238978.6
PK +245	17+075.000	25.000	1.46	13.45	36.2	337.7	328759.0	239316.3
PK +246	17+100.000	25.000	0.72	19.04	17.8	478.8	328776.8	239795.1
PK +247	17+125.000	25.000	0.53	28.40	13.1	713.6	328790.0	240508.6
PK +248	17+150.000	25.000	0.55	44.03	13.8	1104.4	328803.8	241613.0
PK +249	17+175.000	25.000	0.56	59.66	14.1	1495.3	328817.8	243108.3
PK +250	17+200.000	25.000	0.56	73.23	14.1	1835.1	328831.9	244943.4
PK +251	17+225.000	25.000	0.61	82.65	15.2	2070.3	328847.1	247013.7
PK +252	17+250.000	25.000	0.61	90.34	15.3	2262.4	328862.4	249276.1
PK +253	17+275.000	25.000	0.62	93.19	15.4	2332.4	328877.8	251608.5

PK +254	17+300.000	25.000	0.57	79.07	14.3	1977.6	328892.1	253586.1
PK +255	17+325.000	25.000	0.57	65.51	14.2	1638.1	328906.3	255224.2
PK +256	17+350.000	25.000	0.56	50.47	14.0	1261.7	328920.3	256485.9
PK +257	17+375.000	25.000	0.54	36.39	13.6	909.7	328933.9	257395.7
PK +258	17+400.000	25.000	0.56	20.84	13.9	521.0	328947.9	257916.7
PK +259	17+425.000	25.000	1.42	13.22	35.6	330.6	328983.5	258247.3
PK +260	17+450.000	25.000	10.54	4.04	263.4	100.9	329246.9	258348.2
PK +261	17+475.000	25.000	24.34	0.87	608.5	21.6	329855.3	258369.8
PK +262	17+500.000	25.000	38.09	0.58	952.2	14.4	330807.6	258384.3
PK +263	17+525.000	25.000	52.95	0.60	1323.8	14.9	332131.4	258399.2
PK +264	17+550.000	25.000	76.35	0.09	1908.7	2.4	334040.1	258401.6
PK +265	17+575.000	25.000	186.06	0.22	4651.6	5.4	338691.7	258407.0
PK +266	17+600.000	25.000	360.72	0.09	9017.9	2.3	347709.6	258409.3
PK +267	17+625.000	25.000	555.32	2.07	13883.0	51.8	361592.6	258461.1
PK +268	17+650.000	25.000	695.42	0.04	17385.5	0.9	378978.1	258462.0
PK +269	17+675.000	25.000	698.57	0.04	17464.4	0.9	396442.4	258463.0
PK +270	17+700.000	25.000	695.68	0.04	17392.1	1.1	413834.5	258464.1
PK +271	17+725.000	25.000	671.08	0.04	16776.9	1.1	430611.4	258465.1
PK +272	17+750.000	25.000	609.10	0.04	15227.4	1.1	445838.8	258466.2
PK +273	17+775.000	25.000	560.18	0.04	14004.5	1.1	459843.4	258467.3
PK +274	17+800.000	25.000	471.53	0.10	11788.2	2.4	471631.6	258469.7
PK +275	17+825.000	25.000	396.10	0.10	9902.6	2.4	481534.2	258472.1
PK +276	17+850.000	25.000	336.35	0.10	8408.8	2.4	489943.0	258474.5
PK +277	17+875.000	25.000	314.68	0.10	7867.1	2.4	497810.1	258476.9
PK +278	17+900.000	25.000	307.95	0.09	7698.8	2.4	505508.9	258479.2
PK +279	17+925.000	25.000	250.86	0.10	6271.4	2.4	511780.2	258481.6
PK +280	17+950.000	25.000	199.03	0.09	4975.8	2.4	516756.0	258484.0
PK +281	17+975.000	25.000	155.23	0.10	3880.7	2.4	520636.7	258486.4
PK +282	18+000.000	25.000	123.31	0.10	3082.8	2.4	523719.5	258488.8
PK +283	18+025.000	25.000	95.03	0.10	2375.9	2.5	526095.4	258491.2
PK +284	18+050.000	25.000	86.01	0.10	2150.4	2.4	528245.7	258493.6
PK +285	18+075.000	25.000	90.24	0.09	2255.9	2.3	530501.6	258495.9
PK +286	18+100.000	25.000	77.23	0.09	1930.6	2.3	532432.2	258498.2
PK +287	18+125.000	25.000	62.26	0.09	1555.6	2.3	533987.8	258500.5
PK +288	18+150.000	25.000	41.34	0.09	1032.5	2.3	535020.4	258502.8
PK +289	18+175.000	25.000	44.77	0.52	1117.3	13.2	536137.6	258516.0
PK +290	18+200.000	25.000	50.11	0.51	1248.3	13.0	537386.0	258528.9
PK +291	18+225.000	25.000	49.37	0.70	1228.8	17.8	538614.7	258546.7
PK +292	18+250.000	25.000	47.16	0.98	1173.2	24.9	539787.9	258571.7
PK +293	18+275.000	25.000	39.41	1.43	979.2	36.4	540767.1	258608.1
PK +294	18+300.000	25.000	30.31	0.46	755.9	11.5	541523.0	258619.6
PK +295	18+325.000	25.000	64.90	0.09	1622.2	2.3	543145.2	258622.0
PK +296	18+350.000	25.000	121.97	0.09	3048.8	2.3	546194.1	258624.3
PK +297	18+375.000	25.000	179.68	0.09	4492.0	2.3	550686.1	258626.6
PK +298	18+400.000	25.000	202.52	0.09	5063.1	2.3	555749.2	258628.9
PK +299	18+425.000	25.000	200.75	0.09	5018.6	2.4	560767.8	258631.3
PK +300	18+450.000	25.000	200.58	0.09	5014.6	2.3	565782.4	258633.7
PK +301	18+475.000	25.000	200.15	0.09	5003.7	2.4	570786.0	258636.0
PK +302	18+500.000	25.000	205.12	0.09	5128.0	2.4	575914.0	258638.4
PK +303	18+525.000	25.000	209.73	0.09	5243.3	2.3	581157.3	258640.7
PK +304	18+550.000	25.000	172.50	0.09	4312.4	2.3	585469.7	258643.0
PK +305	18+575.000	25.000	134.90	0.10	3372.6	2.4	588842.3	258645.4
PK +306	18+600.000	25.000	96.62	0.10	2415.6	2.4	591257.9	258647.8
PK +307	18+625.000	25.000	74.00	0.10	1849.9	2.4	593107.8	258650.3
PK +308	18+650.000	25.000	89.88	0.09	2247.0	2.3	595354.8	258652.6
PK +309	18+675.000	25.000	93.68	0.09	2342.1	2.3	597696.9	258655.0
PK +310	18+700.000	25.000	106.77	0.10	2669.4	2.4	600366.3	258657.3
PK +311	18+725.000	25.000	129.92	0.09	3248.1	2.3	603614.3	258659.7

PK +312	18+750.000	25.000	107.34	0.09	2683.6	2.3	606297.9	258662.0
PK +313	18+775.000	25.000	80.97	0.09	2024.3	2.4	608322.2	258664.4
PK +314	18+800.000	25.000	58.00	0.09	1449.9	2.4	609772.1	258666.7
PK +315	18+825.000	25.000	36.37	0.36	909.2	9.0	610681.2	258675.8
PK +316	18+850.000	25.000	19.00	0.36	475.0	9.0	611156.2	258684.8
PK +317	18+875.000	25.000	8.07	0.69	201.7	17.3	611357.9	258702.1
PK +318	18+900.000	25.000	3.71	2.87	92.7	71.7	611450.6	258773.9
PK +319	18+925.000	25.000	0.38	10.22	9.4	255.4	611460.0	259029.3
PK +320	18+950.000	25.000	0.57	14.92	14.3	372.9	611474.3	259402.2
PK +321	18+975.000	25.000	0.78	10.48	19.6	262.1	611493.9	259664.2
PK +322	19+000.000	25.000	1.26	7.65	31.5	191.3	611525.4	259855.5
PK +323	19+025.000	25.000	1.99	4.91	49.8	122.7	611575.3	259978.3
PK +324	19+050.000	25.000	3.50	3.10	87.5	77.4	611662.8	260055.7
PK +325	19+075.000	25.000	5.68	2.29	142.0	57.3	611804.7	260113.0
PK +326	19+100.000	25.000	7.45	1.43	186.2	35.6	611991.0	260148.6
PK +327	19+125.000	25.000	9.12	0.78	227.9	19.6	612218.8	260168.2
PK +328	19+150.000	25.000	11.09	0.39	277.3	9.6	612496.2	260177.9
PK +329	19+175.000	25.000	13.58	0.35	339.4	8.7	612835.6	260186.6
PK +330	19+200.000	25.000	16.26	0.35	406.5	8.7	613242.1	260195.2
PK +331	19+225.000	25.000	19.11	0.35	477.7	8.7	613719.9	260203.9
PK +332	19+250.000	25.000	22.07	0.35	551.8	8.7	614271.6	260212.6
PK +333	19+275.000	25.000	25.24	0.35	631.1	8.7	614902.7	260221.3
PK +334	19+300.000	25.000	28.60	0.09	715.1	2.3	615617.8	260223.6
PK +335	19+325.000	25.000	5.67	0.28	141.7	7.1	615759.5	260230.7
PK +336	19+350.000	25.000	17.66	0.26	441.5	6.6	616201.0	260237.3
PK +337	19+375.000	25.000	35.87	0.09	896.7	2.3	617097.6	260239.6
PK +338	19+400.000	25.000	39.17	0.09	979.3	2.4	618076.9	260242.0
PK +339	19+425.000	25.000	40.70	0.09	1017.6	2.3	619094.5	260244.3
PK +340	19+450.000	25.000	41.55	0.09	1038.8	2.3	620133.3	260246.7
PK +341	19+475.000	25.000	40.16	0.09	1004.1	2.3	621137.4	260249.0
PK +342	19+500.000	25.000	33.56	0.09	839.1	2.4	621976.5	260251.4
PK +343	19+525.000	25.000	35.11	0.09	877.6	2.4	622854.2	260253.7

PK +344	19+550.000	25.000	38.85	0.09	971.4	2.4	623825.5	260256.1
PK +345	19+575.000	25.000	43.39	0.09	1084.8	2.3	624910.3	260258.4
PK +346	19+600.000	25.000	40.38	0.09	1009.5	2.3	625919.8	260260.8
PK +347	19+625.000	25.000	35.67	0.09	891.8	2.3	626811.6	260263.1
PK +348	19+650.000	25.000	35.17	0.09	879.2	2.3	627690.8	260265.5
PK +349	19+675.000	25.000	30.55	0.09	764.2	2.3	628455.0	260267.8
PK +350	19+700.000	25.000	28.85	0.09	722.1	2.4	629177.0	260270.2
PK +351	19+725.000	25.000	31.84	0.09	796.5	2.3	629973.5	260272.5
PK +352	19+750.000	25.000	30.00	0.09	750.5	2.3	630723.9	260274.9
PK +353	19+775.000	25.000	26.43	0.09	661.2	2.3	631385.2	260277.2
PK +354	19+800.000	25.000	32.08	0.09	802.1	2.3	632187.2	260279.5
PK +355	19+825.000	25.000	44.99	0.09	1124.8	2.3	633312.1	260281.9
PK +356	19+850.000	25.000	49.26	0.09	1231.4	2.3	634543.5	260284.2
PK +357	19+875.000	25.000	46.50	0.09	1162.5	2.3	635706.0	260286.5
PK +358	19+900.000	25.000	41.18	0.09	1029.4	2.3	636735.4	260288.8
PK +359	19+925.000	25.000	34.73	0.09	868.3	2.3	637603.7	260291.2
PK +360	19+950.000	25.000	28.99	0.09	724.8	2.4	638328.5	260293.5
PK +361	19+975.000	25.000	20.12	0.33	503.1	8.4	638831.6	260301.9
PK +362	19+1000.000	25.000	17.66	0.36	441.5	9.0	639273.1	260310.9
PK +363	20+025.000	25.000	20.07	0.36	501.7	9.0	639774.8	260320.0
PK +364	20+050.000	25.000	37.26	0.09	931.6	2.3	640706.5	260322.3
PK +365	20+075.000	25.000	52.35	0.09	1308.8	2.3	642015.3	260324.6
PK +366	20+100.000	25.000	57.81	0.09	1445.3	2.3	643460.6	260327.0
PK +367	20+125.000	25.000	61.60	0.09	1539.9	2.3	645000.6	260329.3
PK +368	20+150.000	25.000	47.17	0.09	1179.2	2.3	646179.8	260331.6
PK +369	20+175.000	25.000	33.46	0.09	836.5	2.3	647016.3	260333.9
PK +370	20+200.000	25.000	21.30	0.36	532.4	8.9	647548.7	260342.9
PK +371	20+225.000	25.000	11.30	0.51	282.6	12.7	647831.3	260355.6
PK +372	20+250.000	25.000	9.61	0.52	240.4	13.1	648071.7	260368.7
PK +373	20+275.000	25.000	7.41	0.45	185.4	11.2	648257.0	260380.0
PK +374	20+300.000	25.000	11.46	0.35	286.6	8.7	648543.7	260388.6
PK +375	20+325.000	25.000	17.92	0.35	447.9	8.7	648991.6	260397.3
PK +376	20+350.000	25.000	25.20	0.38	630.0	9.5	649621.5	260406.8
PK +377	20+375.000	25.000	31.54	0.09	788.6	2.3	650410.1	260409.1
PK +378	20+400.000	25.000	35.41	0.09	885.2	2.3	651295.3	260411.5
PK +379	20+425.000	25.000	43.01	0.09	1075.2	2.3	652370.6	260413.8
PK +380	20+450.000	25.000	46.44	0.09	1161.0	2.3	653531.6	260416.1
PK +381	20+475.000	25.000	50.24	0.09	1255.9	2.3	654787.6	260418.5
PK +382	20+500.000	25.000	54.82	0.09	1370.6	2.3	656158.1	260420.8
PK +383	20+525.000	25.000	60.83	0.09	1520.8	2.3	657678.9	260423.1
PK +384	20+550.000	25.000	67.06	0.09	1676.5	2.3	659355.4	260425.5
PK +385	20+575.000	25.000	73.26	0.09	1831.5	2.3	661186.9	260427.8
PK +386	20+600.000	25.000	78.96	0.09	1973.9	2.3	663160.8	260430.1
PK +387	20+625.000	25.000	88.46	0.09	2211.5	2.3	665372.4	260432.5
PK +388	20+650.000	21.997	95.52	0.09	2101.2	2.1	667473.6	260434.5
PK +389	20+668.995	9.497	110.82	0.09	1052.4	0.9	668526.1	260435.4

itulatif des Cubatures des Matériaux (G	
Nom du dessin	FINAL 2000.dwg
Nom de l'axe	PFE 2023 - Axe 01
Table associée	ICTAAL L1
Date du listing	07/06/2023 à 23:48:13

Matériau	Volume cumulé
BB	22896.9
BETON	119.2
GB2	54021.3
GNT_0_315	80682.7
TERRE VEGETALE	11207.7
TOUT_VENANT	176205.5