

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية
فرنسيس جانسون
École Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson



Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Routes et Ouvrages

Par : Fares Nedjmeddine

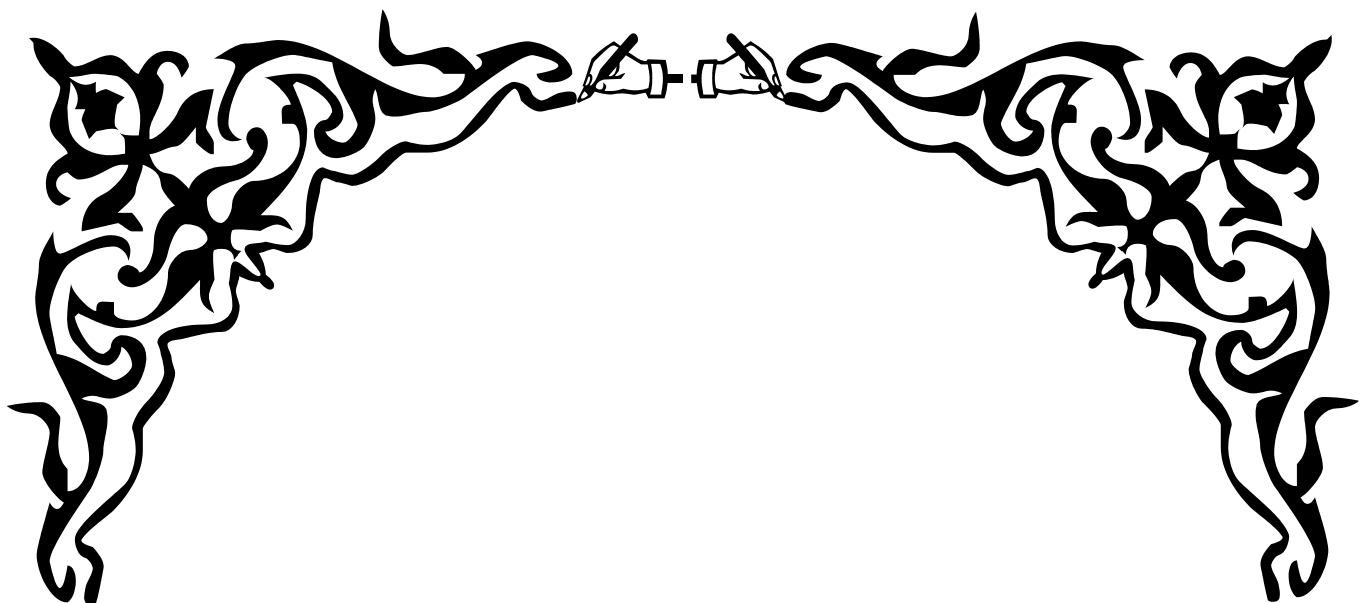
Thème

**Étude de la liaison autoroutière reliant SIDI
BELABBES, SAIDA sur 120km tronçon
PK100+000 au PK110+000 avec aménagement d'un échangeur
au PK109+800.**

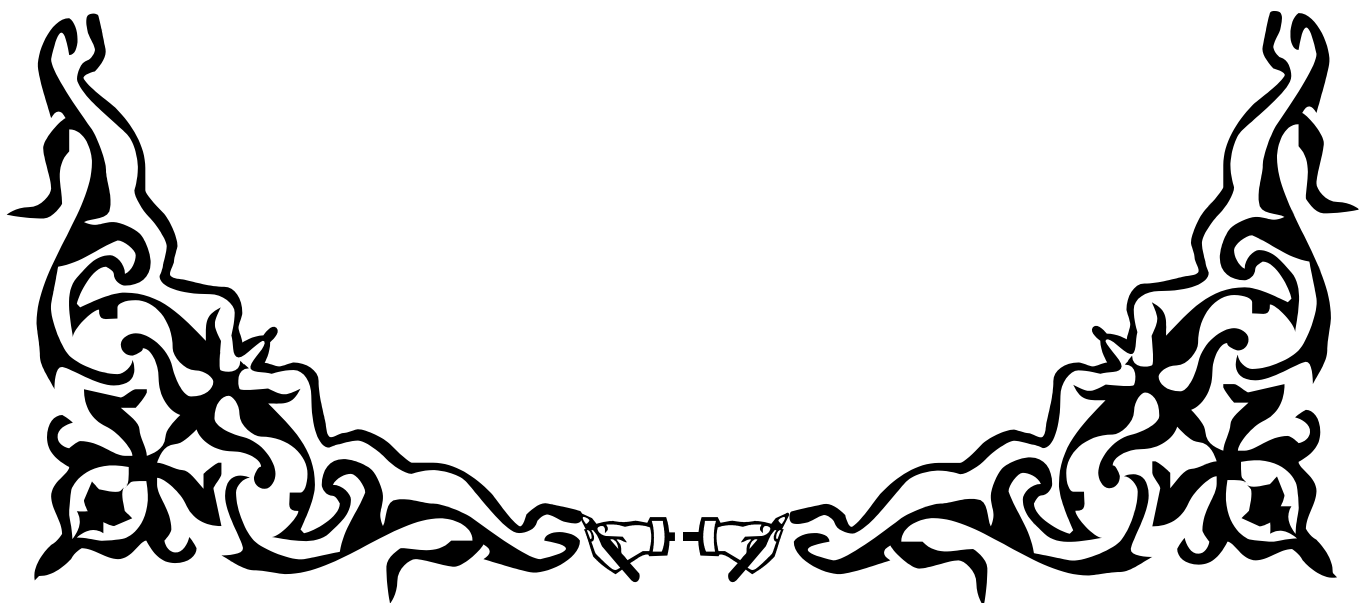
Soutenu publiquement le 23_06_2025 devant le jury composé de :

A.GOUMETRE	BET	Président
ABIDI Boubaker	Chef section technique, Cosider TP	Encadreur
S.NOUAR	SAETI	Examineur
A.MAHREZ	ENSTP	Membre
R.BAKHTI	ENSTP	Membre

Promotion 2024 / 2025



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد فهذا العمل الذي أمامك هو توفيق من الله سبحانه وحده وتكرم منه على عبديه لقوله تعالى: " وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا (سورة النساء - الآية (113))؛ فنحمد الله تعالى على فضله علينا ونشكره على نعمه الظاهرة والباطنة. فما كان في المحتوى من صواب فمن الله تعالى وما كان من خطأ فمن أنفسنا والشيطان.

ثانيا من جهة الشكر للناس ومن باب أولى للوالدين الذين هما السبب المباشر لما حصلناه ولما وصلنا إليه، فنسأل الله أن يحفظهما ويحسن خاتمتها ويسكنهما العلى من الجنة.

أيضا نتقدم بالشكر لمشائخنا وأساتذتنا الذين هم نور لنا على الدرب والدليل على الرشاد، فنرجو الله الكريم أن يعطيهم من الخير كله.

ونتوجه بالتقدير والعرفان إلى كافة أفراد العائلة، وكل الأقارب والأصحاب، على كل عون وتشجيع لإدراك هذا الخير وإتمامه.

وفي الأخير نرجو أن تصل به الثواب لنا ولوالدينا ومشائخنا والنفع لإخواننا ممن قرأه أو اطلع عليه.

وصلى الله وبارك على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه.

فارس نجم الدين

REMERCIEMENTS

Nous remercions d'abord nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faites pour que nous puissions terminer nos études.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr. ABIDI BOUBAKAR, pour tous les efforts qu'il a fournis pour nous faciliter et aider à accomplir notre travail, nous le remercions pour ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.

Nous souhaitons exprimer nos gratitude à tous les enseignants qui nous ont formés dès la 1^{ère} à la 5^{ème} Année à L'ENSTP.

Sans oublier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

الملخص

يتناول هذا المشروع دراسة طريق اجتيازي سريع يربط بين ولايتي سيدي بلعباس وسعيدة على مسافة 10 كلم. شملت الدراسة تحليل المرور، وتصميم المسار الأفقي والطولي والعرضي باستخدام برنامج Civil 3D ، وفقاً لمعايير ICTAAL كما تم إجراء دراسة جيوتقنية وهيدروليكية، وتصميم تبادل طرقي، مع دراسة الإشارات وتقييم الأثر البيئي. واختتم المشروع بإعداد جدول كمي وتقديري لتكلفة الأشغال.

الكلمات المفتاحية: طريق سريع، تبادل طرقي، تصميم الطريق، تحليل المرور، دراسة التربة.

Résumé

Le présent projet de fin d'étude s'inscrit dans le cadre des infrastructures de transport, plus précisément dans le domaine routier. Il porte sur l'étude d'une pénétrante autoroutière reliant la wilaya de Sidi Bel Abbès à celle de Saïda, sur une distance de 10 kilomètres, allant du point kilométrique PK 100+000 au PK 110+000.

L'étude a débuté par une présentation du projet, mettant en évidence son emplacement géographique ainsi que son importance stratégique pour la région. Une analyse du trafic a ensuite été effectuée, permettant de déterminer le nombre optimal de voies pour l'autoroute.

Les travaux ont porté sur les trois composantes principales de l'infrastructure :

- le tracé en plan,
- le profil en long,
- le profil en travers,

En respectant les normes en vigueur de l'ICTAAL, avec l'appui du logiciel **Autodesk Civil 3D** pour la conception assistée.

Une étude géotechnique a été menée afin de caractériser les types de sols rencontrés et d'évaluer leur aptitude à supporter les structures routières.

Le dimensionnement du corps de chaussée a été réalisé conformément au catalogue algérien de dimensionnement. Concernant l'étude hydraulique, l'utilisation de la carte de l'état-major a permis délimitation des bassins versants ainsi que l'analyse de leurs caractéristiques morphologiques.

La conception d'un échangeur autoroutier a également été abordée selon les spécifications de l'ICTAAL, en plus de l'étude de la signalisation et de l'évaluation de l'impact environnemental du projet.

Enfin, un devis quantitatif et estimatif a été établi pour évaluer les coûts du projet. Le mémoire se termine par une conclusion générale récapitulant l'ensemble des étapes réalisées et les résultats obtenus.

Mots clés : Chaussée, échangeur, Pénétrante autoroutière. Trace en plan. Profil en long. Corps de chaussée.

SOMMAIRE

الإهداء	
Remerciements	
INTRODCUTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET	
I.1. INTRODUCTION	2
I.2. OBJECTIFS DU PROJET :	2
I.3. LOCALISATION DU PROJET :	2
I.4. Description De Tracé.....	3
I.5. Présentation de la wilaya de Sidi bel Abbés et de Saida :	3
I.5.1. Wilaya de Sidi bel Abbés:	3
I.5.2. Wilaya de Saida	4
I.5.3. Géomorphologie et Topographie Générale	4
I.6. CARACTERISTIQUES DE NOTRE PROJET :	6
CHAPITRE II : DONNEES DE BASE.....	
II.1. INTRODUCTION :	8
• La liste des normes appliquées :	8
II.2. CONCEPTION GENERALE :	8
II.2.1. Classification de la route:	8
II.2.2. Nombre de voies :	8
II.2.3. Vitesse de référence :	8
II.3. ParamètresGEOMETRIQUES :	8
CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC	
III.1. INTRODUCTION	10
III.2. ANALYSE DU TRAFIC :	10
III.3. CALCUL DE LA CAPACITE :	10
III.4. PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :	10
III.4.1. Calcul Du Trafic Effectif :	11
III.4.2. Débit de pointe horaire normale:	11
III.4.3. Débit Horaire Admissible:	11
III.4.4. Détermination du Nombre Des Voies:	12
III.5. APPLICATION DU PROJET :	12
III.5.1. Les données du trafic:	12
III.5.2. Nombre de voies:	12
III.5.3. Le trafic journalier moyen annuel à la fin de vie du projet :	12

III.5.4. Le trafic effectif :	12
III.5.5. Le débit de pointe horaire normale :	13
III.5.6. Le nombre de voie :	13
III.5.7. L'année de saturation :	13
CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN	
IV.1. INTRODUCTION	17
IV.2. PARAMETRES GEOMETRIQUE DE CONCEPTION DU TRACE :	17
IV.3. Détermination Pratique Du Tracé En Plan :	17
IV.4. CONTRAINTES RENCONTREES LORS DE L'ELABORATION DE NOTRE TRACE	19
IV.5. RECOMMANDATIONS ET REGLES A SUIVRE VIS-A-VIS DE CES CONTRAINTES RENCONTREES	19
IV.6. ELEMENTS ET DESCRIPTION DU TRACE :	19
CHAPITRE V : PROFIL EN LONG	
V.1. INTRODUCTION	21
V.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DE LA LIGNE ROUGE :	21
V.3. ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :	21
V.4. DECLIVITE :	22
V.4.1. Déclivité Minimum :	22
V.4.2. Déclivité Maximum :	22
V.5. LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :	22
V.5.1. Raccordements Convexes (Angle Saillant) :	22
V.5.2. Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :	22
V.6. REDACTION DE PROFIL EN LONG :	22
V.7. DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :	22
V.7.1. Exemple De Calcul De Profil En Long:	23
V.7.2. Les point du profile en long :	23
V.8. COORDINATION ENTRE TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :	24
CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS	
VI.1. introduction	26
VI.2. ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :	27
VI.2.1. Chaussée:	27
VI.2.2. Terre-plein central:	27
VI.2.3. La bande dérasée gauche:	27
VI.2.4. La bande médiane :	27
VI.2.5. L'accotement :	27

VI.3. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :	28
VI.3.1. Profil en travers type :	28
VI.3.2. Profil en travers courant :	28
VI.4. DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS ELEMENTS :	28
VI.5. PENTE TRANSVERSALES AUTOROUTE :	29
VI.5.1. Chaussée en section droite :	29
VI.5.2. Chaussée en courbe (déversée) :	29
VI.5.3. Transition de dévers :	29
VI.6. APPLICATION SUR NOTRE PROJET :	30
CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE	
VII.1. INTRODUCTION :	32
VII.2. METHODOLOGIE DE REALISATION DES ETUDES:	32
VII.3. CONTRAINTES GEOTECHNIQUES :	32
VII.4. Description géologique du tracé :	32
VII.5. LA RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :	33
VII.5.1. Essais en laboratoire	33
VII.5.2. Essais in situ:	33
VII.6. Résultat De Puits De Reconnaissance :	34
VII.7. CLASSIFICATION DES SOLS :	35
VII.7.1. Classification GTR:	35
Paramètresdenature , Cesontlagranularité etl'argilosité;	35
Paramètresd'état:	35
VII.7.2. Classification du sol selon LCPC :	36
VII.8. CONCLUSION :	36
CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE	
VIII.1. INTRODUCTION :	37
VIII.2. DESCRIPTION DE LA METHODE PAR APPLICATION AU PROJET	37
VIII.2.1. Les données climatiques	37
VIII.2.2. Détermination du corps de chaussée	37
VIII.3. CALCUL DES DEFORMATIONS ADMISSIBLES	40
VIII.3.1. Calcule de la déformation admissible sur le sol support $\xi_{z,ad}$	40
VIII.3.2. Calcule de la déformation admissible $\xi_{t,adm}$ à la base de GB	40
VIII.3.3. Application numérique	41
VIII.4. CONCLUSION :	43
CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT	

IX.1. INTRODUCTION :	44
IX.2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT :	44
IX.3. ETUDE HYDROLOGIQUE :	44
IX.4. Délimitation Des Bassins Versants :	44
IX.5. Caractéristiques Physiques Des Bassins Versants :	45
IX.6. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT	45
IX.6.1. Estimation des débits de crues:	45
IX.6.2. Débits d'apports :	45
IX.6.3. Temps de concentration :	46
IX.6.4. Coefficient de ruissellement :	47
IX.6.5. Intensité de pluie I(t) :	48
IX.6.6. Estimation des débits de saturation Qs :	49
IX.6.7. Dimensionnement des buses :	50
IX.6.8. Détermination des dimensions du dalot	50
IX.6.9. Résultat récapitulatif de dimensionnement des ouvrages hydrauliques :	51
IX.7. SYSTEME DE DRAINAGE LONGITUDINAL:	52
IX.7.1. Estimation des débits d'apport :	52
IX.7.2. Coefficient de ruissellement :	53
IX.7.3. Calcul du débit de saturation :	54
IX.7.4. Calcul de la hauteur h :	54
CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES.....	
X.1. INTRODUCTION	56
X.2. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TYPES DE MOUVEMENTS XI.2.1. LES GLISSEMENTS	56
X.2.1. Glissement plan :	56
X.2.2. Glissement circulaire	57
X.2.3. Glissement quelconque :	57
X.3. Principales causes de glissement	57
X.3.1. Naturelle :	57
X.3.2. Anthropique :	57
X.3.3. ANALYSE DE LA STABILITE	57
X.4. CONCLUSION.....	60
CHAPITRE XI : CUBATURE	
XI.1. INTRODUCTION :	61
XI.2. DEFINITION DES CUBATURES :	61

XI.3. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :	61
XI.4. DESCRIPTION DE LA METHODE :	61
XI.5. Résultats de notre projet.....	62
CHAPITRE XII : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR	
XII.1. INTRODUCTION :	63
XII.2. ROLE DE L'ECHANGEUR :	63
XII.3. LES ELEMENTS DE L'ECHANGEUR :	63
XII.4. TYPES D'ECHANGEUR :	64
XII.5. CHOIX DU TYPE DE L'ECHANGEUR :	64
XII.5.1. APPLICATION A NOTRE PROJET :	64
XII.5.2. Conclusion :	65
XII.6. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES BRETELLES :	65
XII.6.1. Tracé des bretelles :	65
XII.6.2. Enchaînement des éléments du tracé en plan :	65
CHAPITRE XIII : OUVRAGES D'ARTS.....	
XIII.1. INTRODUCTION :	67
XIII.2. CONCEPTION DES OUVRAGES D'ARTS :	67
XIII.3. GABARIT A RESERVER :	67
XIII.4. PRESENTATION DES OUVRAGES :	67
XIII.5. LES VARIANTES RETENUES :	67
CHAPITRE XIV : SIGNALISATION.....	
XIV.1. INTRODUCTION :	67
XIV.2. OBJECTIF DE LA SIGNALISATION :	67
XIV.3. CATEGORIES DE LA SIGNALISATION :	67
XIV.4. LES SEPT PRINCIPES FONDAMENTAUX D'UNE SIGNALISATION EFFICACE :	67
XIV.5. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :	67
XIV.6. TYPES DE SIGNALISATION :	68
XIV.6.1. Signalisation Verticale :	68
XIV.6.2. Signalisation horizontale :	69
XIV.7. Application au projet :	70
XIV.7.1. Signalisation horizontale :	70
XIV.7.2.FLECHES DE SELECTION:	70
XIV.7.3. Signalisation Verticale :	71
XIV.7.4. Signalisation De Direction :	72

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	
XV.1. INTRODUCTION :	72
XV.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE :	72
XV.3. IMPACTS NEGATIFS DU PROJET :	72
XV.3.1. Impacts Sur La Nature:	72
XV.3.2. Effets sur la faune et la flore :	73
XV.4. CONCLUSION :	73
CHAPITRE XVI : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	31
XVI.1. Le Devis Quantitatif Estimatif :	74
CHAPITRE XVII : CONCLUSION	
XVII.1. CONCLUSION :	74
Annexes :	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation Du Projet	2
Figure 2 Localisation Du Projet (satellitaire).....	3
Figure 3 Situation Géographique De La Wilaya De Sidi Bel Abbes Et La Wilaya De Saida....	5
Figure 4 Découpage Administratif De La Wilaya De De Sidi Bel Abbes Et La Wilaya De Saida	5
Figure 5 Paramètres de raccordement par arc.....	18
Figure 6 Eléments géométriques du profil en long	21
Figure 7 Schéma illustratif d'un rayon concave.	23
Figure 8 Eléments constructifs du profil en travers.	27
Figure 9 Détail type de plateforme en remblai.....	29
Figure 10 Détail type de plateforme remblai-déblai.....	30
Figure 11 Relief de terrain.	32
Figure 12 Diagramme de CASAGRANDE.	36
Figure 13 les structures types proposer par la méthode du catalogue.	40
Figure 14 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC) Variant 1.....	42
Figure 15 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC) Variant 2.....	43
Figure 16 Situation de notre tracé par apport au les cours d'eau schématiser a partir la carte d'état-major de la zone du projet.....	44
Figure 17 Caractéristiques d'une buse.....	50
Figure 18 Caractéristiques d'un dalot.....	51
Figure 19 Caractéristique d'une fosse.	55
Figure 20 Glissement plan xi.2.1.2.....	56
Figure 21 Glissement circulaire	57
Figure 22 Glissements successifs emboités	57
Figure 23 Les sections d'un profil en travers.....	62
Figure 24 Différente type d'échangeur	64
Figure 25 La zone de décélération	66
Figure 26 La zone de d'accélération	66
Figure 27 signalisation de danger type A.	68
Figure 28 Signaux de prescription.....	68
Figure 29 Fleche de signalisation.....	69
Figure 30 Lignes transversales.....	70
Figure 31 Lignes Longitudinales.....	70

Figure 32 Signalisations Dans Notre Projet.....	71
Figure 33 Panneaux De Direction.	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Paramètres géométriques de l'autoroute	9
Tableau 2 Coefficient d'équivalence « P » (norme B40)	11
Tableau 3 Coefficient « K1 » (norme B40).	11
Tableau 4 Coefficient « K2 » (norme B40).	12
Tableau 5 Valeur de la capacité théorique (norme B40).	12
Tableau 6 caractéristique géométrique du tracé en plan.....	17
Tableau 7 Coordonnées des sommets à calculer.	17
Tableau 8 Les données de l'axe à calculer.	23
Tableau 9 Les éléments de profils en travers.	30
Tableau 10 Les sondages carottiers.	33
Tableau 11 Les résultats de sondage carotté.	33
Tableau 12 les essais effectués sur les échantillons et les normes.	34
Tableau 13 Localisation des puits de reconnaissances.	34
Tableau 14 Les essais physiques.	34
Tableau 15 Les essais mécaniques.	34
Tableau 16 Tableau de classification GTR.	35
Tableau 17 Classification LCPC.	36
Tableau 18 Les températures équivalentes.	37
Tableau 19 portance du sol en fonction du CBR.	39
Tableau 20 portance du sol en fonction du CBR.	39
Tableau 21 Structure du corps de chaussée par la méthode du catalogue algérien.	40
Tableau 22 Performances mécaniques des matériaux bitumineux.	41
Tableau 23 Valeurs de $t=f(r\%)$	41
Tableau 24 Comparaison des déformations admissibles (Variante1).	43
Tableau 25 Comparaison des déformations admissibles (Variante2).	43
Tableau 26 Caractéristiques morpho-métriques des bassins versants.	45
Tableau 27 Coefficient C1.	47
Tableau 28 Coefficient C2.	47
Tableau 29 Coefficient C3	47
Tableau 30 Valeurs du paramètre de montana « a »	48
Tableau 31 Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 50 ans.	49
Tableau 32 Tableau Récapitulatif De Dimensionnement Des ouvrages hydrauliques.	52
Tableau 33 Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée.	53

Tableau 34 Tableau récapitulatif des résultats des débits.....	54
Tableau 35 Les paramètres géotechniques des sols en déblai.	58
Tableau 36 Résultats des calculs de FS(déblai).	59
Tableau 37 Les paramètres géotechniques des sols en remblai.	59
Tableau 38 Résultats des calculs de FS(remblais).	60
Tableau 39 valeur limite de rayons de bretelle.	65
Tableau 40 Ouvrages de franchissement de notre tronçon.	67
Tableau 41 Propositions retenues.....	67

LISTE DES ABREVIATION

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

Symboles :

- **PL**:poids lourds.
- **n** : nombre d'année.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

INTRODCUTION GENERALE

La mise en œuvre d'un projet routier répond à un ensemble d'exigences visant à assurer la sécurité des usagers, le confort de conduite, et la fluidité du trafic, tout en maîtrisant les coûts de construction et d'entretien. Ce type de projet naît généralement d'un besoin réel sur le terrain, tel que la saturation, l'absence ou l'insuffisance des infrastructures routières existantes.

Dans le cadre de la formation dispensée par l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics, les étudiants ingénieurs sont amenés à concrétiser les connaissances acquises au fil de leur cursus à travers la réalisation d'un Projet de Fin d'Études (PFE), constituant une étape obligatoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'État en Travaux Publics.

Parmi les différents secteurs couverts par les Travaux Publics, les infrastructures routières occupent une place centrale, notamment en Algérie. Elles représentent un élément fondamental pour atteindre les objectifs de mobilité territoriale, de sécurité routière et de développement durable. De plus, elles contribuent de manière significative à l'essor économique en facilitant les échanges entre les régions.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre Projet de Fin d'Études, qui porte sur une étude détaillée (Avant-Projet Détaillé - APD) d'un tronçon de 10 km de la future pénétrante autoroutière reliant la wilaya de Sidi Bel Abbès à celle de Saïda. Ce projet comprend également la conception d'un échangeur autoroutier, en accord avec les normes techniques et réglementaires en vigueur.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

I.1. INTRODUCTION

La liaison autoroutière entre Sidi Bel Abbès et Saïda s'inscrit dans le cadre des grandes orientations du Plan National d'Aménagement du Territoire pour le Sud. Ce projet traduit la volonté de renforcer le développement des Hauts Plateaux à travers la mise en place d'infrastructures modernes. Cette autoroute vise à répondre aux nouvelles exigences en matière de transport, à améliorer la fluidité des échanges entre Sidi Bel Abbès, Saïda, les régions des Hauts Plateaux, ainsi que les zones desservies par l'autoroute Est-Ouest.



Figure 1 Localisation Du Projet

I.2. OBJECTIFS DU PROJET :

L'objectif principal du projet est d'établir une liaison efficace entre les wilayas de Sidi Bel Abbès et Saïda. Cette infrastructure vise à :

- Répondre à la demande croissante en transport et désengorger les routes existantes (RN 94, RN 92, RN 104) ;
- Améliorer la sécurité routière et réduire le temps de trajet ;
- Favoriser le développement économique local et créer des emplois durant les travaux ;
- Encourager l'investissement dans les secteurs commercial, industriel et touristique ;
- Contribuer à un aménagement équilibré du territoire et ouvrir un nouvel axe de développement pour les deux wilayas.

I.3. LOCALISATION DU PROJET :

La liaison autoroutière reliant Sidi bel abbès à Saïda sur cette carte est découpée en plusieurs tronçons selon les caractères régionaux et topographiques. Chaque tronçon est désigné par la principale localité qu'il traverse epar sa longueur en km. Notre projet appartient à la section de SAIDA, de PK 100+000 km au PK 110+000 km avec échangeur au PK 109+800.

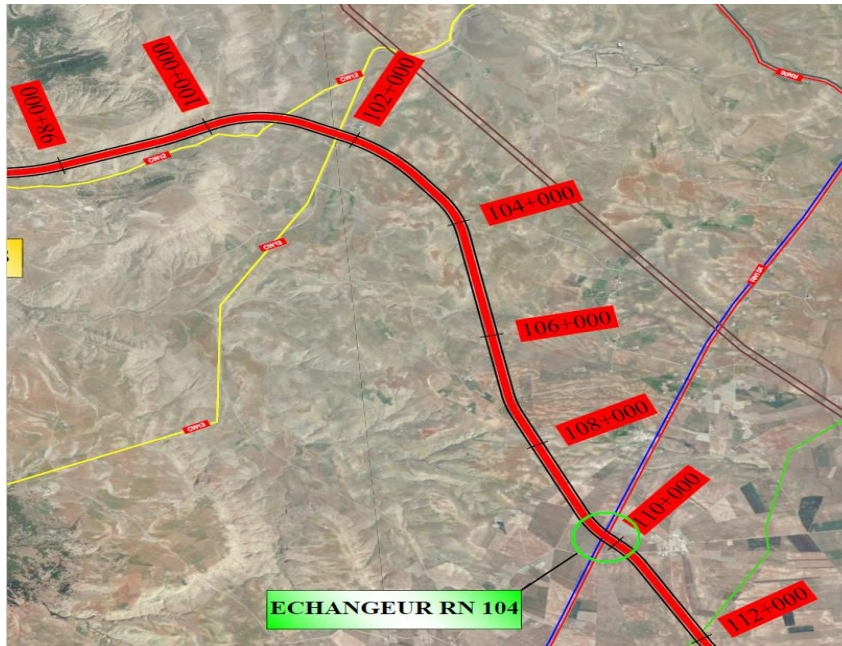


Figure 2 Localisation Du Projet (satellitaire)

I.4. D
eser

option De Tracé

Le tracé est d'une longueur d'environ 10 km se trouve au niveau de la wilaya de Saida traversant une zone dans sa majorité montagneuse.

Dans mon tronçon en objet est prévue la réalisation des ouvrages d'art suivants :

- Un Viaduc au niveau de PK100+925 de longueur 100m.
- Un Viaduc au niveau de PK101+761 de longueur 120m
- Un pont au niveau de PK107+140 de longueur de 75m.
- Un Viaduc au niveau de PK109+775 de longueur de 200 m.

Les remblais prévus en projet ont une hauteur variable entre 1m et 15m environ ; la variation des hauteurs des remblais en axe au tracé varie de 1m à 25m environ. Les excavations pour les déblais peuvent dépasser les 15m de hauteur.

I.5. Présentation de la wilaya de Sidi bel Abbés et de Saïda :

I.5.1. Wilaya de Sidi bel Abbés:

La wilaya de Sidi Bel Abbès, située dans le Nord-Ouest de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 9 150,63 km². Elle est délimitée géographiquement comme suit :

- Au nord : la wilaya d'Oran,
- Au nord-ouest : la wilaya d'Aïn Témouchent,
- Au nord-est : la wilaya de Mascara,
- À l'ouest : la wilaya de Tlemcen,
- À l'est : les wilayas de Mascara et Saïda,
- Au sud : les wilayas de Naâma et El Bayadh,
- Au sud-est : la wilaya de Saïda.

Administrativement, la wilaya est composée de 15 daïras et 52 communes.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

I.5.2. Wilaya de Saïda

La wilaya de Saïda, située dans le Nord-Ouest de l'Algérie, s'étend sur une superficie de 6 765 km². Elle est délimitée comme suit :

- Au nord : par la wilaya de Mascara,
- Au sud : par la wilaya d'El Bayadh,
- À l'est : par la wilaya de Tiaret,
- À l'ouest : par la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Sur le plan administratif, la wilaya de Saïda est composée de 6 daïras et 16 communes.

I.5.3. Géomorphologie et Topographie Générale

Le tracé du tronçon étudié traverse un terrain généralement plat à légèrement accidenté, avec des altitudes comprises entre 1 100 m et 1 160 m. Les sols en place sont principalement constitués de tufs calcaires, de marnes verdâtres à jaunâtres humides, ainsi que d'argiles.

I.5.3.1. Hydrologie Générale

La zone traversée par le projet se caractérise par un réseau hydrographique très dense, nécessitant une attention particulière lors de l'aménagement du tracé pour préserver l'équilibre hydrologique et prévenir les risques d'inondation.

I.5.3.2. Climatologie des Wilayas Concernées

- **Wilaya de Sidi Bel Abbès :**

La wilaya se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride continental, marqué par des étés très chauds et des hivers relativement froids.

- **Wilaya de Saïda :**

Le climat est de type continental, avec des étés secs et chauds et des hivers froids.

I.5.3.3 Pluviométrie et Températures Moyennes

- **Sidi Bel Abbès :**
 - Pluviométrie annuelle : 400 à 500 mm
 - Température moyenne annuelle : de 3 °C à 31 °C
- **Saïda :**
 - Pluviométrie annuelle : 200 à 600 mm
 - Température moyenne annuelle : de 0 °C à 35 °C

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

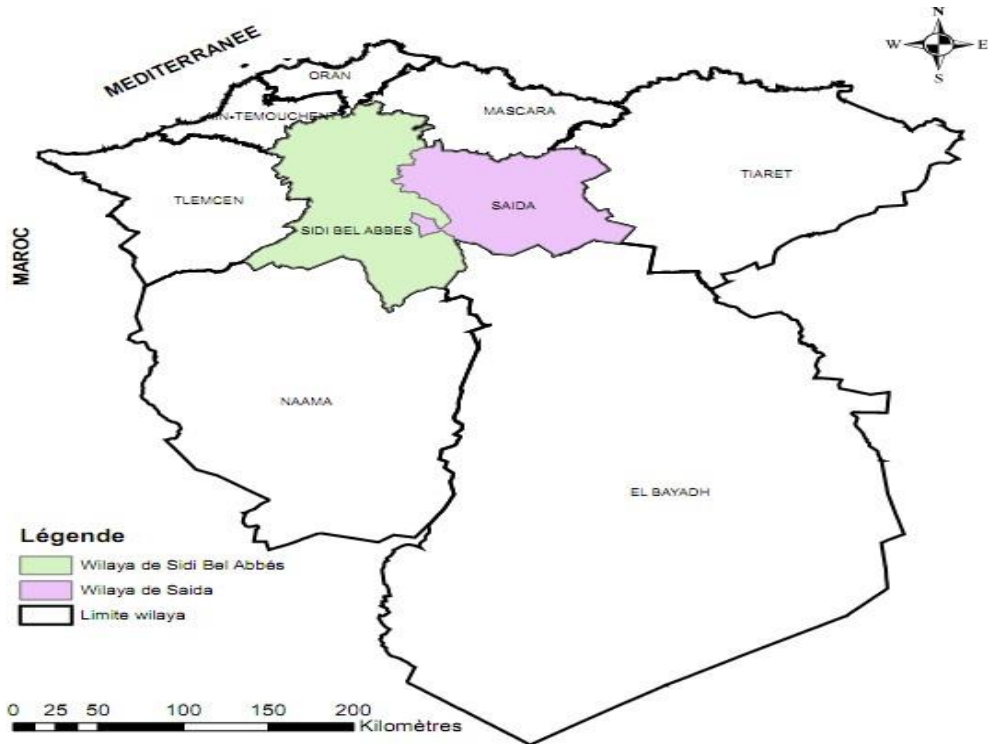


Figure 3 Situation Géographique De La Wilaya De Sidi Bel Abbès Et La Wilaya De Saïda

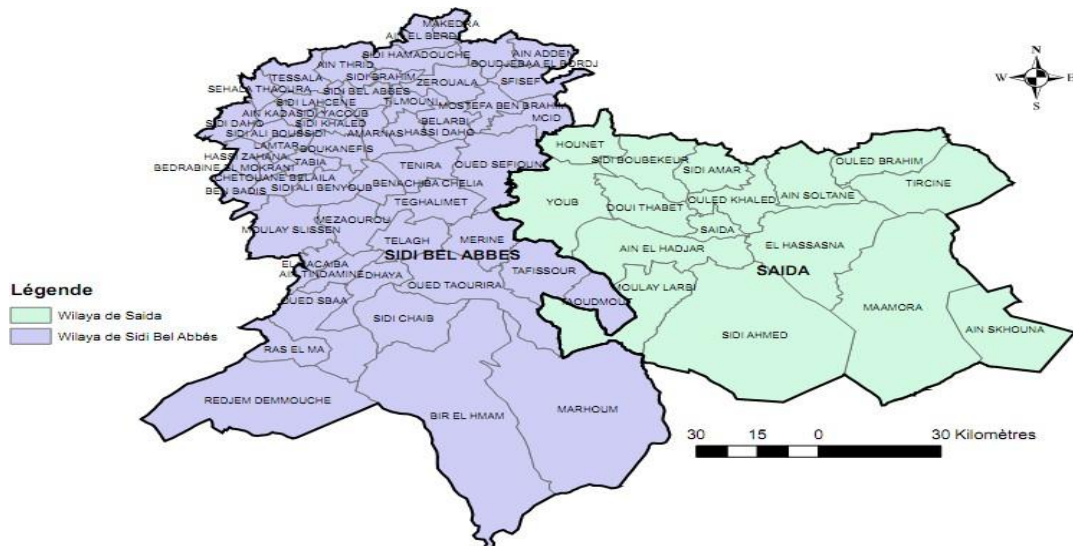


Figure 4 Découpage Administratif De La Wilaya De De Sidi Bel Abbès Et La Wilaya De Saïda

I.6. CARACTERISTIQUES DE NOTRE PROJET :

Dans le cadre de ce projet de liaison autoroutière, les travaux sont menés conformément aux Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (ICTAAL 2015).

- **Catégorie de l'Autoroute**

Étant donné que le tracé traverse un terrain plat à légèrement accidenté, le projet est classé en catégorie L1, conformément aux dispositions de l'ICTAAL 2015. Cette classification permet de concevoir une infrastructure optimisée en fonction des caractéristiques géographiques du site.

- **Vitesse de Référence**

Pour la catégorie L1, l'ICTAAL 2015 définit une vitesse de référence de 110 km/h. Cette vitesse constitue un paramètre essentiel dans la conception géométrique de l'autoroute, notamment pour le dimensionnement des courbes, des profils en long, et pour garantir la sécurité et le confort des usagers

CHAPITRE II :

DONNEES DE BASE

CHAPITRE II : DONNEES DE BASE

II.1. INTRODUCTION :

Ce chapitre présente les critères de conception de la géométrie routière applicables au tracé et aux échangeurs.

- **La liste des normes appliquées :**

Les critères proposés sont principalement basés sur les dispositions de l'ICTAAL 2000 (Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison). Dans les cas où celles-ci ne sont pas suffisamment explicites, il a été fait appel aux principes énoncés dans d'autres règlements, notamment le B40, ICTAAL 85, ICTAVRU, ICTARN, etc.

II.2. CONCEPTION GENERALE :

II.2.1. Classification de la route:

La classification de la route est déterminée par la fonction prévue, la qualité de service souhaitée et le niveau de confort recherché. La route a été classée comme autoroute, inscrite dans la catégorie 1.

II.2.2. Nombre de voies:

Le nombre de voies est fonction du trafic, qui sera analysé dans le chapitre suivant (étude de trafic).

II.2.3. Vitesse de référence :

Selon la circulaire du 12 décembre 2000, à l'article 1.2, l'ICTAAL propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes :

- Catégorie L1 : adaptée aux régions de plaine ou vallonnées où les contraintes topographiques sont modérées.
- Catégorie L2 : mieux adaptée aux sites à relief plus difficile, en tenant compte des impacts économiques et environnementaux.

Dans notre projet, le tracé autoroutier ne présente pas de contraintes majeures (terrain peu vallonné, villes dispersées, etc.). Ainsi, une vitesse de référence de 110 km/h a été retenue, conformément aux recommandations pour la catégorie L2.

II.3. PARAMETRES GEOMETRIQUES :

Les paramètres géométriques adoptées pour ce tronçon sont résumés dans le Tableau 4.1 dans notre cas la vitesse de référence est égale à 110 km/h.

CHAPITRE II : DONNEES DE BASE

Tableau 1 Paramètres géométriques de l'autoroute

Désignations des paramètres	Symbole Unité	Catégorie	
Vitesse de référence	V (km/h)	130(L1)	110
Tracé en plan			
Rayon minimum absolu	Rm(m)	600	400
Rayon minimum non déversée	Rnd(m)	1000	650
Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	1500	975
Longueur minimum de clothoïde	Ls(m)	Max(14 Δδ ;R/9)	
Profil en long			
Déclivité maximum	P(%)	5	6
Déclivité minimum	P(%)	0.2	0.2
Rayon minimal de raccordement convexe	Rv(m)	12500	6000
Rayon minimal de raccordement concave	Rv(m)	4200	3000
Profil en travers			
Nombre de voies de chaque chaussée	N	2 à 4	
Largeur de voie	L(m)	3.5	
Dévers minimum	d(%)	2.5(-)	
Dévers maximum	d(%)	7	

**CHAPITRE III :
ETUDE DE TRAFIC**

III.1. INTRODUCTION

Les études de trafic sont indispensables pour la planification et le développement des infrastructures de transport, qu'il s'agisse de l'amélioration d'un carrefour ou de la construction d'une autoroute majeure. Elles jouent un rôle crucial dans la conception, l'exploitation et la maintenance des réseaux routiers.

III.2. ANALYSE DU TRAFIC :

Pour obtenir des informations sur le volume et la composition du trafic à un endroit et à un moment précis, il est nécessaire de réaliser des comptages. Cela implique une logistique et une organisation appropriées.

Les analyses de trafic sur les différentes routes du réseau sont nécessaires pour planifier et améliorer l'infrastructure existante, déterminer les dimensions nécessaires des routes et évaluer l'utilité des projets d'ouvrages. Les éléments clés de ces analyses comprennent :

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

III.3. CALCUL DE LA CAPACITE :

La capacité est le flux maximal de véhicules qui peuvent passer chaque heure dans l'une (ou les deux) directions de la route pendant la période spécifiée. La capacité est exprimée en termes de taux horaire.

La capacité dépend :

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

III.4. PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :

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

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

Avec :

- TJMA_h: Le trafic à l'année horizon
- TJMA₀: Le trafic à l'année de référence.
- n : Nombre d'année.
- τ : Taux d'accroissement du trafic (%)

CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC

III.4.1. Calcul Du Trafic Effectif :

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

Avec:

- T : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- Z : Pourcentage des poids lourds.
- P : Coefficient d'équivalence des poids lourds.

Tableau 2 Coefficient d'équivalence « P » (norme B40)

Environnement	E1	E2	E3
Route a bonne caractéristique	2 -3	4 - 6	8 -12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3 - 6	6 -12	16 -24

III.4.2. Débit de pointe horaire normale:

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

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

Tel que :

- Q : débit de pointe horaire.
- n : nombre d'heure, (en général : $n=8$ heures).
- T_{eff} : Trafic effectif.

III.4.3. Débit Horaire Admissible:

$$Q_{ADM} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

- K_1 : Coefficient lié à l'environnement (voir Tableau ...)
- K_2 : Coefficient de réduction de capacité (Voir Tableau ...)
- C_{th} : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régimetable.

Tableau 3 Coefficient « K1 » (norme B40).

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Environnement	Catégorie de la route				
	01	02	03	04	05
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 5 Valeur de la capacité théorique (norme B40).

Route à 2voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

III.4.4. D
éter

Tableau 4 Coefficient « K2 » (norme B40).

mination du Nombre Des Voies:

- **Cas d'une chaussée à double sens** : On compare Q à Q_{adm} et on adopte le profil qui correspondant à la valeur de Q_{adm} la plus proche de Q .
 - **Cas d'une chaussée unidirectionnelle** : le nombre de voies à retenir par chaussée
- Le nombre de voies à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{ADM}$ Avec:
- Q_A : débit admissible par voie
 - S : Coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

III.5. APPLICATION DU PROJET :

III.5.1. Les données du trafic:

Selon les résultats des comptages et des prévisions, effectués par le service spécialisé SAETI :

- Le trafic journalier moyen annuel {l'année 2022, $TJMA_{2022} = 12600$ v/j}.
- Année de mise en service : 2028.
- L'environnement : E2, catégorie C1.
- Le pourcentage des poids lourds : $Z = 27.4\%$.
- Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau = 3.5\%$.
- La durée de vie : 20ans.

III.5.2. Nombre de voies:

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

$$TJMA_{2028} = TJMA_{2022}(1+\tau)^6$$

$$TJMA_{2028} = 15489 \text{ véhicules/jour}$$

III.5.3. Le trafic journalier moyen annuel à la fin de vie du projet :

$$TJMA_{2048} = TJMA_{2028}(1+\tau)^{20}$$

$$TJMA_{2048} = 30819 \text{ véhicules/jour}$$

III.5.4. Le trafic effectif :

C'est le trafic exprimé en unité de véhicule particulier uvp/j

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]TJMA_{2048}$$

$$T_{eff}^{2048} = 56152 \text{ uvp/j}$$

III.5.5. Le débit de pointe horaire normale :

$$Q = \frac{1}{n} T_{eff} = 0.12 * 56152$$
$$Q_{2048} = \mathbf{6738 \text{ uvp/h}}$$

III.5.6. Le nombre de voie :

$$N = \frac{Q}{Q_{adm}}$$
$$N = \frac{6738.28}{0.99 * 1 * 1800} = 2.96$$
$$N = \mathbf{3}$$

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

III.5.7. L'année de saturation :

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

$$Q_{saturation} = \mathbf{9088 \text{ uvp/h}}$$

$$Q_{mise\ en\ service} = T_{eff} * 2028 * 0.12$$

$$T_{eff} = [(1-Z) + PZ] T_{JMA} * 2028$$

$$T_{eff} * 2028 = \mathbf{28220 \text{ uvp/j}}$$

D'où :

$$Q_{mise\ en\ service} = \mathbf{3386 \text{ uvp/h}}$$

Donc :

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

$$N_{saturation} = \mathbf{28.69 \text{ ans}}$$

$N_{saturation} = \mathbf{29 \text{ ans}}$
--

L'année de saturation : 2057

CHAPITRE IV :

TRACE EN PLAN

CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN

IV.1. INTRODUCTION

Le projet est représenté en plan horizontal par la projection verticale de l'ensemble des points constituant l'axe de la route. Cette conception, fondée sur des relevés topographiques détaillés, a pour objectif de répondre aux exigences techniques et stratégiques du projet. Elle est conforme aux normes de dimensionnement en vigueur, garantissant ainsi aux usagers de l'autoroute un parcours confortable, sécurisé et offrant un haut niveau de qualité de service.

IV.2. PARAMETRES GEOMETRIQUE DE CONCEPTION DU TRACE:

Le tracé en plan correspond à la projection de l'axe de la chaussée sur un plan horizontal, en utilisant une combinaison d'alignements rectilignes, de courbes et de raccordements progressifs. Les paramètres géométriques adoptés visent à garantir un niveau de confort et de sécurité uniforme, en adéquation avec la catégorie L1 et une vitesse de base fixée à 110 km/h dans un environnement de type E2.

Compte tenu de cette vitesse de référence, les caractéristiques géométriques du tracé en plan sont les suivantes.

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

Tableau 6 caractéristique géométrique du tracé en plan

Symbole et unité		Valeur
Rayon Minimal	Rm(m)	600
Rayon Minimal au Dévers Normal	Rdn(m)	1000
Rayon Minimal Non Déversé	Rnd(m)	1500
Catégorie	/	L1

- **Alignements Droits :**

$$L_{\min} = 5 \times V = 5 \times \frac{V_b}{3.6} = \frac{110}{3.6} \times 5 = 153$$

$$L_{\max} = 60 \times V = 60 \times \frac{V_b}{3.6} = \frac{110}{3.6} \times 60 = 1833$$

IV.3. DETERMINATION PRATIQUE DU TRACE EN PLAN :

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

Tableau 7 Coordonnées des sommets à calculer.

Sommets	X(m)	Y(m)	R(m)	Vb(Km/h)
A(x,y)	232190.07	3850522.56	1000	110
S(x,y)	232444.53	3850363.61		
B(x,y)	232543.50	3850287.19		

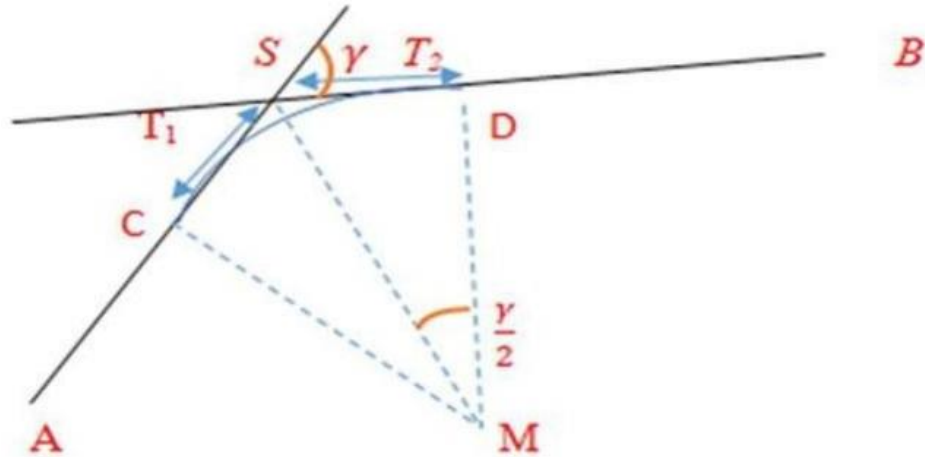


Figure 5 Paramètres de raccordement par arc.

On a les gisements :

$$G_A^S = 335.546 \text{ Grad}$$

$$G_S^B = 258.14 \text{ Grad}$$

- Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_S^B - G_A^S| = |335.546 - 258.14| = 77.41 \text{ Grad}$$

- Calcul de la tangente :

$$T_1 = T_2 = T = R \times \tan \frac{\gamma}{2}$$

$$T_1 = 1000 \times \tan \frac{77.41}{2} = 695.91 \text{ m}$$

- Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = R \times \gamma$$

$$L = 1000 \times (77.41 \times \frac{3.14}{200}) = 1215.337 \text{ m.}$$

- Calcul des coordonnées de S et D :

$$G_A^S = 335.546 \text{ Grad} \quad G_S^A = 535.546 \text{ Gard}$$

$$G_S^B = 258.14 \text{ Grad} \quad G_B^S = 458.14 \text{ Gard}$$

- Coordonnées du sommet S :

$$X_S = X_C - T \times \sin G_S^A = 231815.18 \text{ m}$$

$$Y_S = Y_C - T \times \cos G_S^A = 3850756.78 \text{ m}$$

- Coordonnées du point D :

$$X_D = X_S + T \times \sin G_A^S = 232995.34 \text{ m}$$

$$Y_D = Y_S + T \times \cos G_A^S = 3850788,9 \text{ m}$$

- Coordonnées du point M :

$$G_S^M = G_A^S + 100 = 335.546 + 100 = 435.546 \text{ Grad}$$

$$X_M = X_C + R \times \sin G_C^M = 232935.202 \text{ m}$$

CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN

$$Y_M = Y_C + R \times \cos G_C^M = 3851236.218m$$

A la fin du calcul manuel de l'axe en plan, on constate que les résultats obtenus sont compatibles avec ceux trouvés par le logiciel CIVIL3D, le listing de l'axe en plan est joint en annexe.

IV.4. CONTRAINTES RENCONTREES LORS DE L'ELABORATION DE NOTRE TRACE

- Des lignes électriques au 100+175, 101+146, 101+341, 101+635, 106+965, 109+760, 109+820
- Piste du PK107+125
- Route national (RN104) du PK109+800.
- Chemine wilaya (CW13) du PK100+925.
- Chemine wilaya (CW13) du PK101+761.
- Câbles Algérie Télécom du PK110.
- Les Ecoulement au 100+608, 104+079, 107+693, 109+273, 109+713.

IV.5. RECOMMANDATIONS ET REGLES A SUIVRE VIS-A-VIS DE CES CONTRAINTES RENCONTREES

- Eviter de passer sur les terrains agricoles et par les zones forestières
- Prévoir des ouvrages d'art pour l'autoroute est-ouest et les route national ainsi le chemin de willaya
- Rétablissement du passage (piste et autres)
- Respecter les règles et les paramètres énoncé dans l'ICTAAL cité précédemment

L'emploi des rayons supérieurs ou égaux à 1.5Rnd c'est-à-dire pour notre projet des rayons supérieurs ou égaux à 975m est souhaitable ; si cela est économiquement faisable

IV.6. ELEMENTS ET DESCRIPTION DU TRACE :

Notre projet à un linéaire de 10Km du PK100+000 au PK 110+000, le tracé débute par un alignement droit 80m.

Toute la partie du tracé est composée de courbe contre courbe en utilisant des rayons supérieurs à 1.5 Rnd.

La section de tracé se termine sur la suite de l'autoroute vers l'Est. La coordination en matière de tracé des sections suivantes a été respectée de point de vue althémétriques et en de profil en travers.

Remarque: Le Tracéenplanaétéfaitaveclelogiciel**CIVIL 3D**

CHAPITRE V :

PROFIL EN LONG

V.1. INTRODUCTION

Un profil en long est une représentation graphique d'une coupe verticale effectuée le long de l'axe d'un projet linéaire, tel qu'une route, une voie ferrée ou une canalisation. Il illustre le terrain naturel ainsi que le tracé projeté (axe du projet). Cette représentation permet d'analyser les pentes, les rampes, les points hauts (sommets) et les points bas (creux) du tracé.

V.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

Le tracé de la ligne rouge doit satisfaire plusieurs exigences liées au confort de conduite, à la visibilité, à la sécurité, ainsi qu'à la gestion des eaux pluviales. À ce titre, la conception du profil en long doit obéir aux règles suivantes :

Respect des normes techniques : Le tracé doit être conforme aux prescriptions du règlement ICTAAL 2015, notamment en ce qui concerne les déclivités maximales et minimales, ainsi que les rayons minimaux en crête (angle saillant) et en creux (angle rentrant).

Transitions adaptées : À l'amont de chaque descente, il convient de prévoir une zone de transition, notamment par l'usage de rayons de courbure progressifs pour éviter toute rupture brutale de pente.

Équilibre des terrassements : Il est souhaitable de rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et de remblais, dans le but de minimiser les coûts de terrassement et l'impact environnemental.

Gestion des points bas : L'introduction d'un point bas en déblai est à éviter, car elle complique l'évacuation des eaux et peut générer des problèmes techniques liés à l'écoulement et à la stabilité des sols.

V.3. ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

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

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

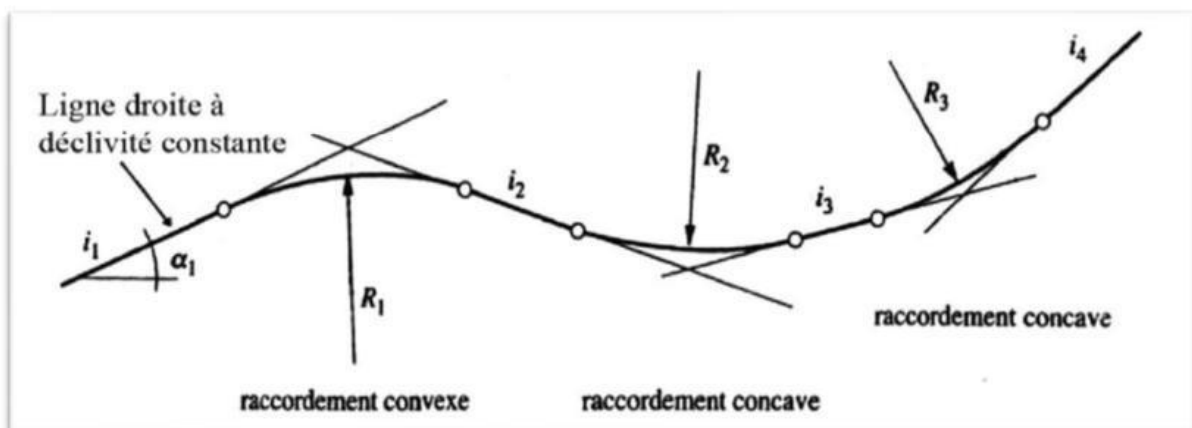


Figure 6 Eléments géométriques du profil en long

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

V.4. DECLIVITE :

V.4.1. Déclivité Minimum :

Selon ICTAAL 2015, Pour la vitesse $V_B = 110$ km/h donc la pente maximale $i_{min} = 0.5\%$

V.4.2. Déclivité Maximum :

Selon ICTAAL 2015, Pour la vitesse $V_B = 110$ km/h donc la pente maximale $i_{max} = 5\%$.

V.5. LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

L'objectif est de :

- Réduire les effets dynamiques indésirables (accélération verticales),
- Garantir une bonne visibilité au droit des changements de pente,
- Respecter les normes de sécurité routière en vigueur.

V.5.1. Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

. La conception de ces raccords doit répondre à la condition suivante :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

Selon ICTAAL 2015, rayon minimal en angle saillant : 12500m.

V.5.2. Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

Selon ICTAAL 2015, rayon minimal en angle saillant : 4200 m.

V.6. REDACTION DE PROFIL EN LONG :

La réalisation d'un profil en long est une étape essentielle dans la conception d'un projet linéaire (route, voie ferrée, canalisation, etc.). Il permet de visualiser et d'analyser la géométrie verticale du tracé en fonction du terrain naturel et des contraintes du projet.

V.7. DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

V.7.1. Exemple De Calcul De Profil En Long:

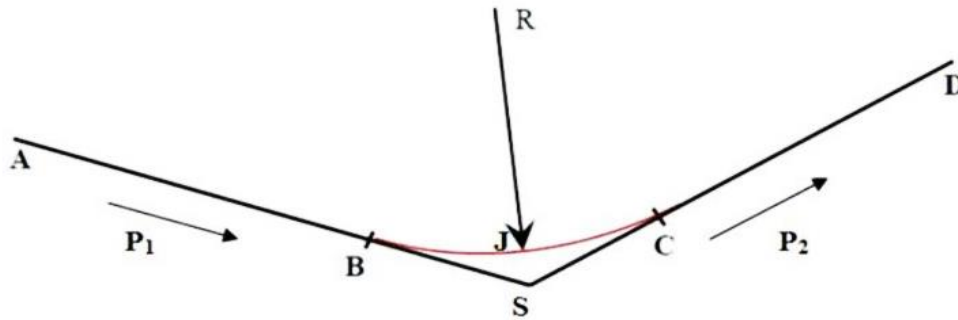


Figure 7 Schéma illustratif d'un rayon concave.

V.7.2. Les point du profile en long :

Tableau 8 Les donnees de l'axe à calculer.

Sommets	Abscisse(m)	Altitude(m)	R(m)
A	100687.87	1064.479	10500
S	101575	1026.673	
D	102502.40	1037.915	

- Calcul des pentes :

$$P1 = \frac{\Delta Z_{AS}}{\Delta X_{AS}} = \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} = 4.26\% \quad ; \quad P2 = \frac{\Delta Z_{SD}}{\Delta X_{SD}} = \frac{Z_D - Z_S}{X_D - X_S} = 1.21\%$$

- Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (P1 + P2) = 287.175$$

- Calcul de la flèche BX

$$BX = \frac{T^2}{2 \times R} = 3.93m$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- Point B:

$$XB = XS - T = 101287.83m$$

$$ZB = ZS + T \times P1 = 1038.91m$$

- Point C:

$$XC = XS + T = 101862.2m$$

$$ZC = ZS + (T \times P2) = 1030.2m.$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

- Point B:

$$XB = XS - T = 101287.83m$$

$$ZB = ZS + T \times P1 = 1038.91m$$

- Point C:

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

$$XC = XS + T = 101862.2\text{m}$$

$$ZC = ZS + (T \times P2) = 1030.2\text{m}$$

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

- **PointB:**

$$XB = XS - T = 101287.83\text{m}$$

$$ZB = ZS + T \times P1 = 1038.91\text{m}$$

- **PointC:**

$$XC = XS + T = 101862.2\text{m}$$

$$ZC = ZS + (T \times P2) = 1030.2\text{m}$$

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

$$L = 2 \times T = 574.35\text{m}$$

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

$$XJ/A = R \times P1 = 447.3\text{m}$$

$$XJ = XB + XJ/A = 101735.13\text{m}$$

$$ZJ = ZB - ZJ/A = 1029.38\text{m}$$

- **Vérification du calcul effectué :**

Les résultats de calcul automatique (CIVIL3D) sont mentionnés dans l'annexe.

V.8. COORDINATION ENTRE TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :

La coordination entre le tracé en plan et le profil en long est un élément fondamental pour garantir la sécurité, le confort de conduite et une bonne visibilité sur la route. Cette coordination doit aussi prendre en compte l'implantation des points d'échange afin d'assurer une vue satisfaisante et conforme aux normes.

- En cas de profil en long convexe, il convient d'augmenter le ripage (décalage latéral) du raccordement introduisant une courbe en plan, afin d'assurer une transition plus douce.
- Avant un point haut (sommet de pente), il faut amorcer la courbe en plan en avance, pour que le tracé en plan prépare le conducteur à la variation d'altitude.

Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe, faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et ceux du profil en long en respectant la condition $R_{\text{vertical}} > 6R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.

CHAPITRE VI :

PROFIL EN TRAVERS

VI.1. INTRODUCTION

Le profil en long est une représentation graphique en coupe verticale suivant l'axe d'une route. Il indique les altitudes du terrain naturel et du projet (ligne rouge) tout au long du tracé, permettant ainsi d'illustrer les variations de pente, les remblais, déblais, et les points caractéristiques comme les changements de pente, les ouvrages d'art ou les carrefours.

Pour faciliter le dessin et la lecture des profils en travers, on utilise un profil en travers type. Il s'agit d'un modèle standard qui rassemble toutes les dimensions et spécifications constructives essentielles : largeur des voies, accotements, bandes d'arrêt d'urgence, pentes transversales, talus, épaisseurs des différentes couches de la chaussée (fondation, base, revêtement), dispositifs de drainage, etc. Grâce à ce profil type, il devient inutile de répéter ces informations sur chaque profil en travers particulier, ce qui simplifie la conception et assure l'uniformité du projet.

CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS

VI.2. ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :

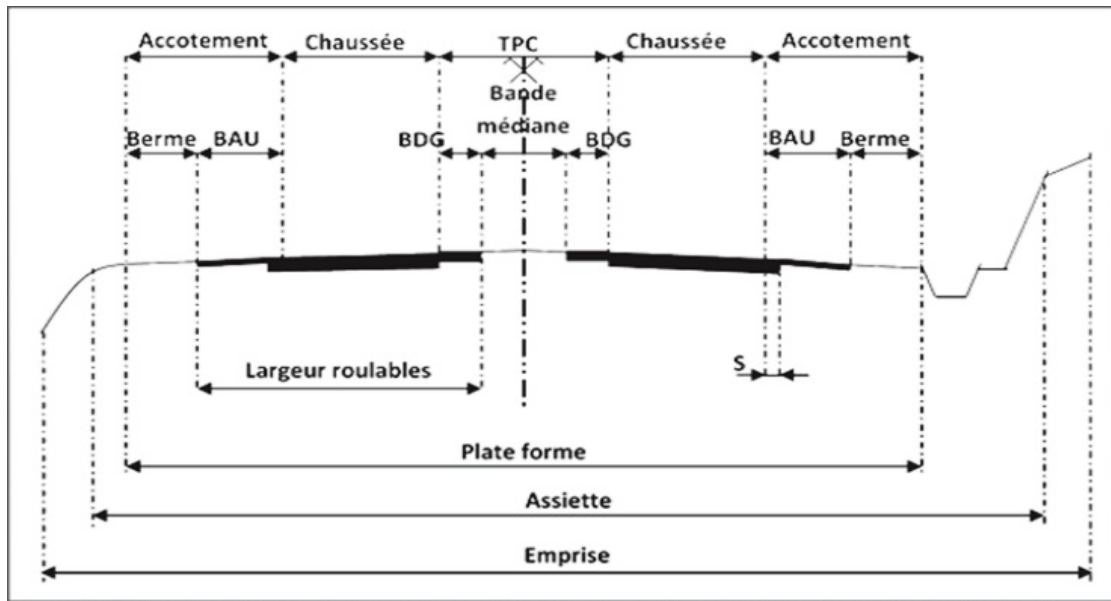


Figure 8 Eléments constructifs du profil en travers.

VI.2.1. Chaussée:

Chaque chaussée comporte un nombre de voies de 3.5 m de larges.

VI.2.2. Terre-plein central:

Le terre-plein central assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane

VI.2.3. La bande dérasée gauche:

Sa fonction est de permettre des ajustements mineurs de trajectoire et d'éviter un effet de paroi causé par les barrières de sécurité. Dans les virages à gauche, elle contribue au respect des règles de visibilité. Elle est dégagée de tout obstacle, pavée et se connecte à la chaussée sans aucun changement de niveau. Sa largeur est de 1,00 mètre.

VI.2.4. La bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et, le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers. Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

VI.2.5. L'accotement :

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

- **La bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa

CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS

trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitations a une largeur est de **2,50m**, ou de **3,00m**.

- **Laberme:**

Elle joue un rôle dans la création de zones dégagées pour une meilleure visibilité et permet la mise en place d'équipements tels que des barrières de sécurité et des panneaux de signalisation. Sa largeur minimale est de 1,00 mètre, mais elle peut également être intégrée à un système d'assainissement avec une pente maximale de 25%. La largeur dépend principalement de l'espace nécessaire au bon fonctionnement de la barrière de sécurité choisie.

VI.3. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Il existe deux types principaux de profils en travers dans un projet routier :

VI.3.1. Profil en travers type :

Le profil en travers type est un dessin standard qui définit les caractéristiques géométriques et techniques de la future route, indépendamment du relief du terrain (en remblai, en déblai ou mixte).

Il intègre tous les éléments nécessaires à la construction, tels que :

- La largeur des voies,
- Les accotements,
- Les pentes transversales,
- Les talus,
- Les couches de la chaussée,
- Les dispositifs de drainage, etc.

Ce profil sert de référence générale pour l'ensemble du projet. En l'appliquant sur le terrain, il permet de déterminer les dimensions précises de la plateforme et de calculer les volumes de terrassement.

VI.3.2. Profil en travers courant :

Le profil en travers courant est un dessin spécifique, levé ou généré à intervalles réguliers (souvent tous les 10, 15, 20 ou 25 mètres) le long de l'axe de la route. Chaque profil courant représente une coupe réelle du terrain naturel et du projet à cet emplacement. Ces profils servent principalement :

- À calculer les cubatures de terrassement (volumes de déblais et de remblais),
- À adapter localement le profil type aux contraintes du terrain.

VI.4. DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS ELEMENTS :

Le choix des dimensions des composants du profil en travers (chaussée, largeur roulable, terre-plein central, accotements) doit répondre à un ensemble de critères fonctionnels, sécuritaires, environnementaux et économiques, tels que :

- L'écoulement du trafic,
- La sécurité des usagers et riverains,

- L'implantation des ouvrages d'art et de l'éclairage,
- L'assainissement et les équipements d'exploitation,

VI.5. PENTE TRANSVERSALES AUTOROUTE :

VI.5.1. Chaussée en section droite :

- Pente transversale standard : 2,5 % vers l'extérieur pour assurer le drainage.
- BAU (bordure d'arrêt d'urgence) : pente portée à 4 %.
- Berme extérieure : pente de 8 %, pouvant atteindre 25 % si intégrée au dispositif d'assainissement.

VI.5.2. Chaussée en courbe (déversée) :

- Pente variable selon $1/R$, de 2,5 % (rayon normal) à 6 % (rayon minimum).
- BAU/BDD intérieure : même pente que la chaussée.

BAU/BDD extérieure : pente standard si dévers ≤ 4 %, 1,5 % en sens inverse si > 4 %, sauf surlargeur qui suit la pente de la chaussée.

VI.5.3. Transition de dévers :

- Conforme à l'article 4.6.3 de l'ICTAAL 2000.
- Une pente minimale de 0,5 % doit être maintenue sur l'ensemble de la chaussée pour assurer l'évacuation des eaux en zone de transition.

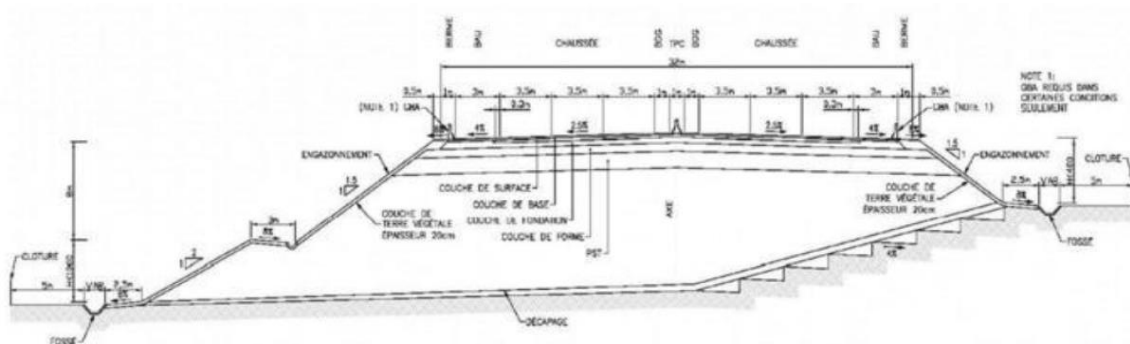


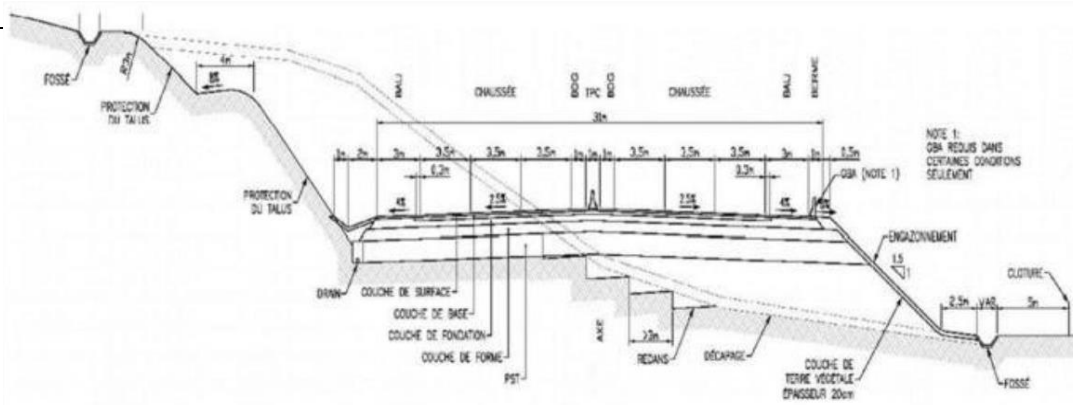
Figure 9 Détail type de plateforme en remblai.

CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS

VI.6.
P
P
L
I
C
A

ATION SUR NOTRE PROJET :

Figure 10 Détail type de plateforme remblai-déblai.



La pénétrante de sidi bel abbes vers saida s comporte un profil en travers type, qui contient :

- Deux chaussées de trois voies de 3.5m chacune : $(3 \times 3.5) \times 2 = 21.00\text{m}$
- Un terre-plein central de 4 m, composé de deux bandes dérasées de gauche (BDG) stabilisées et revêtues d'une largeur de 1 m chacune, plus une bande médiane d'une largeur de 2 m également stabilisée et revêtue.

Accotement de 4m pour chaque côté, comprend une bande d'arrêt d'urgence (BAU) de 3m bordée à l'extérieur d'une berme de 1 m.

Tableau 9 Les éléments de profils en travers.

Les éléments de profils en travers			
Description	Largeur(m)	nombre	largeur total(m)
Voie de circulation 2x3	3.5	6	21
Terre-plein central (T.P.C):	4	1	4
- Bande dérasée gauche (B.D.G)	1	2	2
- Bande médiane (B.M)	2	1	2
Accotement:	4	2	8
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3	2	6
- La berme	1	2	2
Totale		33	

DEVERS PROPOSES	
- Chaussée	2,5% vers l'extérieur
-(B.D.G)	2,5% vers l'extérieur
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	2.5% vers l'extérieur
- Berme extérieure	8% vers l'extérieur

CHAPITRE VII :
ETUDE GEOTECHNIQUE

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1. INTRODUCTION :

La géotechnique routière est la discipline qui étudie les sols dans le cadre des projets routiers (remblais, fondations, couches de chaussée). Elle permet d'identifier les différentes couches du sol et d'en caractériser les propriétés physiques et mécaniques.

VII.2. METHODOLOGIE DE REALISATION DES ETUDES:

La méthodologie retenue pour la réalisation des études géotechniques a compris

- La revue des informations géologiques et géotechniques disponibles ;
- L'inspection préliminaire du tracé ;
- La cartographie détaillée du tracé ;
- L'établissement d'un programme géotechnique in situ et en laboratoire ;
- La réalisation des essais in situ et en laboratoire ;
- La rédaction des rapports géotechniques

VII.3. CONTRAINTES GEOTECHNIQUES :

Les contraintes identifiées sur le site sont liées à plusieurs facteurs :

- **Géomorphologiques** : relief modérément vallonné entre le PK 80 et le PK 120 ;
- **Hydrologiques** : réseau hydrographique très dense ;
- **Géologiques** : présence de massifs rocheux (grès, calcaire, etc.) ;
- **Géotechniques** : zones inondables localisées en début de projet.



Figure 11 Relief de terrain.

VII.4. DESCRIPTION GEOLOGIQUE DU TRACE :

La portion finale du tracé, comprise entre Oued Taourira et la rocade des Hauts Plateaux, traverse un relief vallonné qui s'aplanit progressivement pour devenir plat à l'approche des Hauts Plateaux. Ce secteur est fréquemment interrompu par des cours d'eau de largeur et d'importance variables.

Sur le plan géologique, le tracé traverse :

- Des formations du Jurassique supérieur : dolomies, grès, calcaires, argiles ;
- Des formations du Crétacé inférieur : calcaires et grès ;
- Des terrains mio-pliocènes en couverture : argiles, conglomérats, calcaires lacustres.

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.5. LA RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

VII.5.1. Essais en laboratoire

VII.5.1.1. Essais physico-chimiques :

Analyses granulométriques et sédimentométriques, mesures des densités sèche (γ_s), humide (γ_n) et du degré de saturation (Sr), limites d'Atterberg (W, W_L , I_p), essai au bleu de méthylène (argilosité), analyses chimiques sommaires (agressivité du sol).

VII.5.1.2. Essais mécaniques :

Chaussée : Proctor modifié (teneur en eau optimale, densité maximale), CBR (portance du sol).

Terrassement et ouvrages d'art : Cisaillement triaxial UU (non drainé, non consolidé) et CD (consolidé drainé), compressibilité à l'odomètre pour sols meubles (argile, limon, vase).

Gîtes à matériaux : Essais Los Angeles (LA) et Micro Deval (MDE) pour granulats, équivalent de sable

VII.5.2. Essais in situ:

Pour déterminer la nature géologique du terrain et ses caractéristiques géotechniques, le programme de reconnaissance comprend :

- Sondages carottés ;
- Puits de reconnaissance.

VII.5.2.1. Sondage Carotté:

Sont réalisés à l'aide d'un carottier qui sera filetés à la tête de la machine avec une réduction. Grâce au système de rotation de la machine et sa pression Hydraulique, et aussi avec le fluide (eau) qui sert en générale à refroidir l'outil de perforation (Couronne).

On constate l'enfoncement du carottier dans le sol, et au fur et mesure de l'avancement, on raccorde le carottier à des tiges pour arriver à la côte souhaitée

Tableau 10 Les sondages carottiers.

N°	PK	Typezone	Hauteur
SC.9	100+250	Déblai	25
SC.10	105+150	Déblai	20
SC.11	105+875	Déblai	15

Tableau 11 Les résultats de sondage carotté.

Sondage	PK	Profondeur	Nature
Sondagecarotté9	100+250	0,00 à0,40 m	Terre végétale
		0,40 à0,80 m	Argiles limoneuses de couleur brunâtre
		0,80 à25,00m	Argiles marneuses de couleur verdâtre à violacée
Sondagecarotté10	105+150	0,00 à0,40 m	Terre végétale brunâtre
		0,40 à20,00 m	Marne jaunâtre à verdâtre admettant une passée graveleuse
Sondagecarotté11	105+875	0,00 à0,20 m	Terre végétale

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

		0,40 à 15,00 m	Marne jaunâtre à verdâtre admettant une passée rougeâtre entre 8m et 9m.
--	--	----------------	--

VII.5.2.2. Puits de reconnaissance :

Les échantillons prélevés ont été soumis aux essais de laboratoire suivants :

Tableau 12 les essais effectués sur les échantillons et les normes.

Essais physiques	
Essais	Normes
Teneur en eau naturelle (V _v)	NP-94-050
Masse volumique des particules solides des sols	NP-94-054
Masse volumique des sols fins	NP-94-053
Limites d'Atterberg (WL)	NP-94-051 ou NFP94-052-1
Analyse granulométrique (tamisage à sec)	NP-94-056
Analyse granulométrique (par sédimentométrie)	NP-94-057
Teneur en carbonates (CaCO ₃)	NP-94-048
Équivalent sable (ES)	NP-18-598
Essais mécaniques	
Essais	Normes
Essai Proctor normal et modifié	NP-94-093
Portance CDR imbibé et immédiat	NFP-94-078

Tableau 13 Localisation des puits de reconnaissances.

Puit N°	PK	Hauteur	X	Y
1	104+375	3	233478,1419	3846736,6788
2	110+000	3	231855,5276	3841448,7903

VII.6. RESULTAT DE PUIITS DE RECONNAISSANCE :

Tableau 14 Les essais physiques.

PK	Granulométrie (%)			Limites d'Atterberg (%)			VBS	Teneur en eau W _n (%)
	D _{max} (mm)	<2mm	<0.08mm	WL (%)	WP (%)	IP (%)		
104+375	–	–	100	55,40	28,8	26,6	3,33	–
110+000	–	–	100	33,50	16,7	16,8	0,67	24,45

Tableau 15 Les essais mécaniques.

PK	Proctor modifiée		Proctor normal		CBR
	W _{opt} (%)	γ _{opt} (t/m ³)	W _{opt} (%)	γ _{opt} (t/m ³)	
104+375	12	1,74	13,50	1,60	3,10
110+000	9,80	1,62	12,20	1,55	6,40

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.7. CLASSIFICATION DES SOLS :

VII.7.1. Classification GTR:

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

Paramètres de nature, Cesont la granularité et l'argilosité;

Paramètres d'état:

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

Tableau 16 Tableau de classification GTR.

PK	Condition	Classification GTR	Nature desol
104+375	D_{max}<50mm et tamisat à 80µm >35% VBS<8 25<I_p<40	A2	Marne
110+000	D_{max}<50mm et tamisat à 80µm >35% VBS<2.5	A1ts	Tuf calcaire

CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.7.2. Classification du sol selon LCPC :

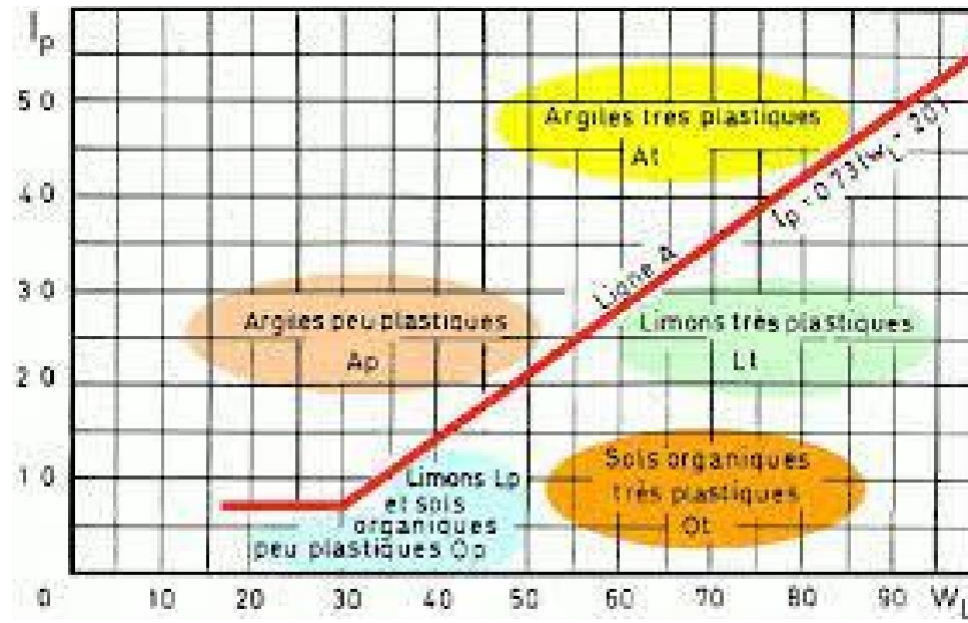


Figure 12 Diagramme de CASAGRANDE.

Tableau 17 Classification LCPC.

PK	Condition	Classification LCPC	Nature De Sol
104+375	WL=55.4; IP=26.6	AP	Argile peu plastique
110+000	WL=33.5; IP=16.8	AP	Argile peu plastique

VII.8. CONCLUSION :

L'analyse des résultats issus de la campagne d'investigation géotechnique révèle que le terrain est majoritairement composé d'argiles limoneuses peu plastiques.

Compte tenu de la portance moyenne à faible de ces sols, la mise en place d'une couche de forme est indispensable avant la réalisation du corps de chaussée, afin d'assurer la stabilité et la durabilité de l'infrastructure.

En ce qui concerne les matériaux réutilisables, leur taux de réemploi sera déterminé par le projeteur, sur la base :

- Des observations faites lors des visites de site,
- Des résultats des sondages, et des essais géotechniques réalisés

CHAPITRE VIII :
DIMENSIONNEMENT DU CORPS
DE LA CHAUSSEE

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

VIII.1. INTRODUCTION :

Le dimensionnement d'une chaussée a pour objectif de déterminer les épaisseurs optimales des différentes couches de matériaux qui la composent, de manière à garantir sa résistance aux sollicitations mécaniques induites par le trafic tout au long de sa durée de vie. Ces sollicitations se traduisent principalement par :

- Un endommagement progressif pouvant entraîner une rupture par fatigue ;
- Une accumulation de déformations permanentes menant à un orniéage excessif.

Une fois construite, l'autoroute doit être capable de supporter les contraintes extérieures telles que les variations de température, les précipitations (pluie, neige), ainsi que les charges dynamiques imposées par la circulation, notamment celles des poids lourds.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Elle repose avant tout sur une bonne connaissance du sol support, ainsi que sur un choix judicieux et adapté des matériaux de mise en œuvre.

VIII.2. DESCRIPTION DE LA METHODE PAR APPLICATION AU PROJET

VIII.2.1. Les données climatiques

VIII.2.1.1. Classification de la zone d'étude :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique II

VIII.2.1.2. La température équivalente :

D'après le fascicule 01 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (page 15), la température équivalente correspondant à la wilaya de Saïda, située en zone II, est de 20 °C.

Tableau 18 Les températures équivalentes.

Zone climatique			
Température Équivalente θ_{eq} (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

VIII.2.2. Détermination du corps de chaussée

VIII.2.2.1. Type de réseau principal :

Plusieurs éléments permettent de classer notre projet dans la catégorie des réseaux principaux de type RP1 :

Le trafic journalier estimé est de 12 600 véhicules par jour, ce qui est largement supérieur au seuil de 1500v/j requis pour cette classification.

Le projet assure la liaison entre deux chefs-lieux de wilaya, à savoir Sidi Bel Abbès et Saïda.

Ce projet présente une importance stratégique, tant sur le plan économique que socioéconomique, ce qui renforce la pertinence de son intégration dans un réseau principal de type RP1.

VIII.2.2.2. Détermination e la classe de trafic TPLi :

- **Données du projet :**

- Letraficjournaliermoyenannuel{l'année2022, TJMA2022=12600v/j}.
- Annéedemiseenservice:2028.
- L'environnement:E2,catégorieC1.
- Lepourcentagedes poids lourds: Z=27.4%.
- Tauxdecroissance annuellede trafic: $\tau = 3.5\%$.
- Laduréedevie: 20ans.

On a:

$$TPL_{2028} = TJMA_{2028} \times Z \quad TPL_{2028} = 15489 \times 0.274 \times 0.5$$

$$TPL_{2028} = \mathbf{2122 \text{ PL/J/sens/vpc}}$$

Pour une chaussée unidirectionnelle à 3 voies, nous avons 80% du trafic poids lourds sur la voie lente de droite

Donc :

$$TPL_{2028} = 2122 \times 0.8$$

$$TPL_{2028} = \mathbf{1698 \text{ PL/J/sens / vpc}}$$

On a un réseau principal numéro 1 (RP1), d'après le fascicule 01 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

On a 1698 appartient [1500-3000] alors : La classe de trafic est **TPL6**

VIII.2.2.3. Le trafic Cumulé des poids lourds TCi :

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

Tel que :

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

- n:Duréedevie,n=20ans
- i:tauxd'accroissement i=3.5%

$$TCi = \mathbf{17.523 \times 10^6 \text{ PL/J/sens}}$$

VIII.2.2.4. Le trafic équivalent cumulé :

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

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

Tel que: A: coefficient d'agressivitédespoids lourds

Ce coefficient est donné dans le tableau suivant selon réseau principal et type de matériaux

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

$$TCE = \mathbf{10.516 \times 10^6}$$

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

VIII.2.2.5. Classe de portance du sol pour le dimensionnement :

$$(MPA)=5 \times I_{CBR}$$

Tableau 19 portance du sol en fonction du CBR.

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

Pour notre cas, on a un **CBR=3.10** alors **E=15.7MPA**, donc on dispose d'un sol de portance S4

VIII.2.2.6. Amélioration de la portance du sol support.

Dans le cadre de notre projet, une couche de forme de 60 cm d'épaisseur est mise en œuvre pour renforcer la structure. Elle est constituée de matériaux sélectionnés à bonne portance, en particulier des Graves Non Traitées (GNT). Cette couche est réalisée en deux passes successives de 30 cm chacune, et la compaction est assurée conformément aux résultats

Tableau 20 portance du sol en fonction du CBR.

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

obtenus par le test Proctor modifié

VIII.2.2.7. Structure du corps de la chaussée :

Nous sommes dans le réseau principal **RP1**, la zone climatique **II**, durée de vie de **20** ans, taux d'accroissement **3.5%**, portance de sol **S2** et une classe de trafic **TPL6**.

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

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7		8 BB 14 GB 15 GB	8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB
	3000			
	3000			
1500 TPL6		8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB	8 BB 10 GB 10 GB
	1500			
	1500			
600 TPL5		6 BB 11 GB 12 GB	6 BB 10 GB 10 GB	
	600			
	600			
300 TPL4		6 BB 10 GB 10 GB		
	300			
	300			
150 TPL3				
	150			

Figure 13 les structures types proposer par la méthode du catalogue.

- D'après la fiche structure, on choisit (Variante1):

8BB+12 GB+ 13GB avec une couche de forme de 60cm de TVC en deux couches.

Tableau 21 Structure du corps de chaussée par la méthode du catalogue algérien.

Structure1	Epaisseur et matériau
Couche de roulement	BB.=8cm
Couche de base	GB=12cm
Couche de fondation	GNT=13cm

VIII.3. CALCUL DES DEFORMATIONS ADMISSIBLES

VIII.3.1. Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\xi_{z,ad}$

A partir des études sur des chaussées algériennes on a la relation empirique suivante :

$$\xi_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times T_{CEi}^{-0.235}$$

$$\xi_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (10.516 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\xi_{z,ad} = 4.92 \times 10^{-4}$$

VIII.3.2. Calcul de la déformation admissible $\xi_{t,adm}$ à la base de GB

Les déformations admissibles de traction $\xi_{t,adm}$ à la base des couches bitumineuses est donnée par la relation suivante :

$$\xi_{t,adm} = \xi_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

K_{θ} : facteur lié à la température ;

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}}$$

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

- $E(10^\circ\text{C})$: Module complexe de matériau bitumineux à 10°C
- $E(\theta_{\text{eq}})$: Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalent.
- K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée,

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \frac{c}{b}Sh^2}$$

- K_r : facteur lié au risque et aux dispersions, $K_r = 10^{-tb\delta}$, avec : δ : f (dispersion)

Avec :

- SN : dispersion sur la loi de fatigue ;
- Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm) ;
- C : coefficient égal à 0.02 ;
- t : fractile de la loi normale, en fonction du risque adopté (r%).
- K_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée avec
- $\epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz})$: déformation limite détenue au bout de 10^6 cycles avec une Probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.

VIII.3.3. Application numérique

Tableau 22 Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

Matériau (MTB)	E(30°C, 10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) (10^{-6})$	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	k_c Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

$$\epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) = 100$$

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right) 1^b$$

$$\text{gntq} - 1/b = 6.84$$

$$b = -0.146$$

$$K_{ne} = 0.71$$

$$K_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{\text{eq}})}}$$

$$E(20^\circ\text{C}, 10\text{Hz}) = 7000\text{Mpa} \text{ et } E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz}) = 12500\text{Mpa}$$

$$E(\theta_{\text{eq}}) = 20^\circ\text{C}; K_\theta = 1.33$$

$$k_r = 10^{-tb\delta} t_q = -1.645 \text{ avec } r = 5\%$$

Tableau 23 Valeurs de $t=f(r\%)$

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

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \frac{c}{b}Sh^2} = 0.61$$

$$K_r = 10^{-1.645 \times 0.146 \times 0.61} = 0.713$$

- $K_c = 1.3$

$$\begin{aligned} \epsilon_{t,adm} &= \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k \times k_r \times k_c = \\ &= 100 \times 10^{-6} \times 0.71 \times 1.33 \times 0.713 \times 1.3 \end{aligned}$$

$$\epsilon_{t,adm} = 87.5 \times 10^{-6}$$

Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC (variante1 et variante2)

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

$$\epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$$

$$\epsilon_z < \epsilon_{z,ad}$$

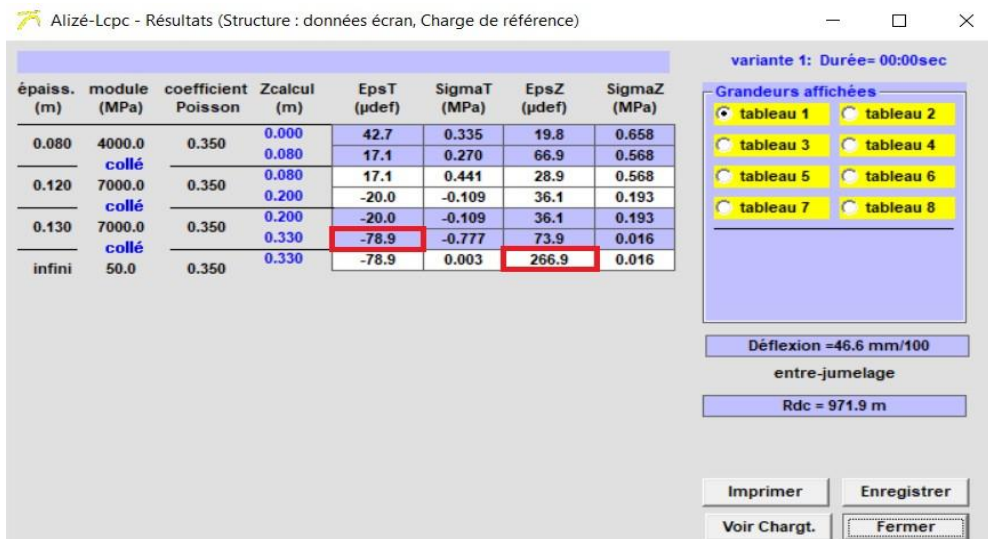


Figure 14 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC) Variant1.

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

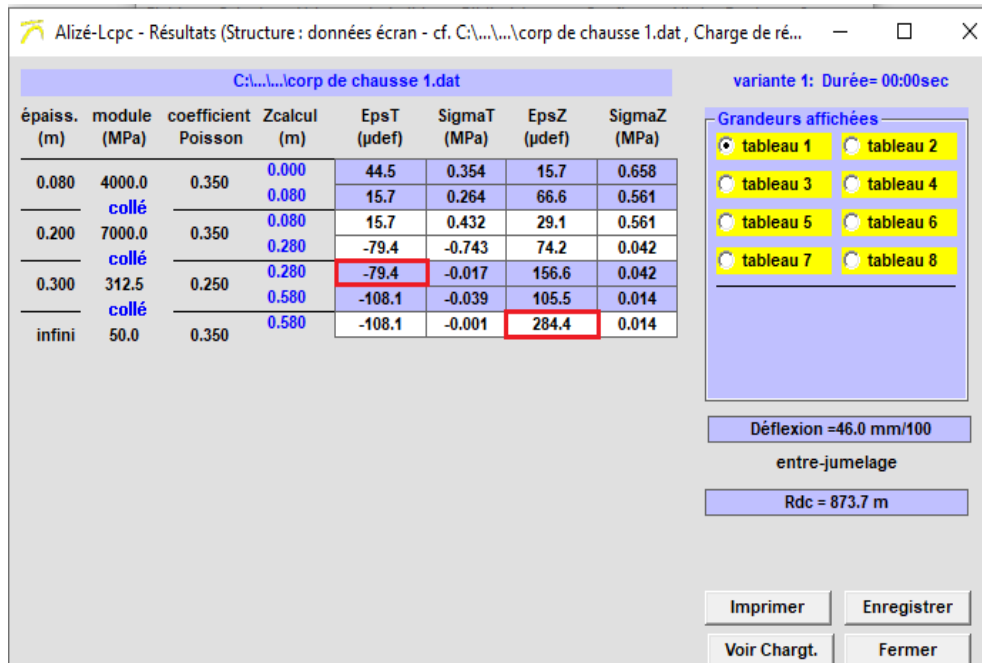


Tableau 24 Comparaison des déformations admissibles (Variante1).

Figure 15 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC) Variante2.

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ϵ_z	266.6×10^{-6}	492×10^{-6}
ϵ_t	-78.9×10^{-6}	87.5×10^{-6}

La structure (Variante1) est donc vérifiée

Tableau 25 Comparaison des déformations admissibles (Variante2).

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ϵ_z	284.4×10^{-6}	492×10^{-6}
ϵ_t	79.4×10^{-6}	87.5×10^{-6}

La structure (Variante2) est donc vérifiée

Donc on choisit la variante 2

VIII.4. CONCLUSION :

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est fondée sur les lois de comportement mécanique de la structure routière, tout en intégrant les paramètres essentiels tels que le trafic, les conditions climatiques, les caractéristiques des matériaux et les normes techniques en vigueur en Algérie.

Dans ce cadre, nous avons adopté les épaisseurs de chaussée recommandées par cette méthode, en veillant à ce qu'elles garantissent une durabilité et une performance adéquates. Les calculs de vérification ont montré que les déformations enregistrées restent inférieures aux limites admissibles fixées par la réglementation, confirmant ainsi la validité du dimensionnement proposé.

Par conséquent, la structure de chaussée retenue est la suivante :

8BB+ 20GB +30GNT+ 60TUF

**CHAPITRE IX :
ASSAINISSEMENT**

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

IX.1. INTRODUCTION :

L'assainissement routier joue un rôle clé dans la conception et l'exploitation des infrastructures linéaires. Il vise à assurer l'écoulement maîtrisé des eaux de ruissellement afin de prévenir les inondations, l'érosion des terrains, et les infiltrations nuisibles à la stabilité de la chaussée. Le réseau, généralement gravitaire, collecte les eaux depuis les bassins versants et talus pour les acheminer vers des exutoires à l'aide d'ouvrages adaptés.

IX.2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement routier vise plusieurs objectifs essentiels :

- Évacuer rapidement les eaux de pluie tombant sur la chaussée.
- Éviter la stagnation de l'eau et les risques d'aquaplanage.
- Drainer les infiltrations pour prévenir le ramollissement du sol et les effets du gel.
- Protéger les ressources en eau et les écosystèmes, dans une optique de développement durable.

IX.3. ETUDE HYDROLOGIQUE :

L'étude hydrologique permet de déterminer les débits de crue à chaque point de franchissement de l'infrastructure. Ces données sont indispensables pour dimensionner correctement les ouvrages hydrauliques (ponts, buses, dalots, etc.) Elle englobe l'analyse des précipitations et des facteurs influençant la relation pluie-débit. Lorsqu'ils sont disponibles, les débits mesurés dans les oueds doivent être privilégiés pour un dimensionnement fiable.

IX.4. DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS :

Bassin versant, c'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou ligne de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

Le bassin de drainage d'un oued, a une fonction de collecteur, il recueille les pluies et les transforme en écoulement à l'exécutoire. Cette transformation est en fonction des conditions



Figure 16 Situation de notre tracé par rapport au les cours d'eau schématiser a partir la carte d'état-major de la zone du projet.

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

climatiques et des caractéristiques physiques du bassin versant.

IX.5. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS VERSANTS :

Tableau 26 Caractéristiques morpho-métriques des bassins versants.

N°	PK	Surface A(km ²)	Longueur du courtd'eau L(km)	Hmax(m)	Hmin(m)	Pente
133	100+000	0,07	0,285	1234	1111	0,227
134	100+533	0,34	0,819	1234	1060	0,105
135	100+968	0,85	1,333	1234	1032	0,125
136	101+675	0,79	1,560	1170	1021	0,085
137	102+177	5,84	3,636	1170	1019	0,076
138	102+564	0,05	0,165	1043	1034	0,035
139	102+895	0,24	0,395	1092	1039	0,074
140	103+630	0,28	0,332	1117	1063	0,062
141	104+000	0,48	0,779	1170	1065	0,068
142	104+480	0,15	0,344	1170	1085	0,097
143	104+622	0,17	0,296	1170	1093	0,076
144	104+878	0,08	0,104	1170	1116	0,101
145	105+502	0,82	0,682	1158	1118	0,054

IX.6. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Le dimensionnement du réseau repose sur l'estimation des débits de crue à chaque point de franchissement du tracé routier. Ainsi, tous les oueds rencontrés doivent être rétablis à l'aide d'ouvrages hydrauliques appropriés (ponts, dalots, buses, etc.).

Pour ce travail, les calculs ont été réalisés à partir des sources suivantes :

- Données topographiques ;
- Données hydrologiques ;
- Cartes d'état-major à l'échelle 1/50 000.

IX.6.1. Estimation des débits de crues:

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

$Q_a = Q_s$; Avec Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m³ /s). Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³ /s).

IX.6.2. Débits d'apports :

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

$Q_a = K.C.I.A$

- K: coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).
 - I: intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).
 - C: coefficient de ruissellement.
 - A: aire du bassin versant (m²).
- Remarque: D'après SETRA, la formule: $Q_a = K.C.I.A$ est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :
- En (m³/s) valable pour: I en (mm/h), A en (km²) et K = 0.278.
 - En (l/s) valable pour: I en (mm/h); A en (ha) et K = 2.78.

NB:

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

IX.6.3. Temps de concentration :

Le temps de concentration correspond à la durée nécessaire pour que la première goutte d'eau, tombée au point le plus éloigné hydrologiquement du bassin versant, atteigne l'exutoire. Ce paramètre est essentiel pour l'estimation du débit de crue.

Sa valeur dépend principalement de la morphologie et des caractéristiques physiques du bassin versant (pente, forme, rugosité, etc.). Elle peut être estimée à l'aide de différentes formules empiriques, notamment celles proposées par Ventura, Passini et Giandotti.

- La formule de VENTURA lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$:

$$T_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{I}}$$

- La formule de PASSINI lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$T_c = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

- La formule de GIANDOTTI lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{H_{moy}}}$$

- T_c: Temps de concentration (heure).
 - A: Superficie du bassin versant (km²).
 - L: Longueur de bassin versant (km).
 - P: Pente moyenne du bassin versant (m/m).
 - H: La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (km).
- La formule de VENTURA lorsque $A < 5 \text{ km}^2$:

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{I}}$$

- La formule de PASSINI lorsque $5\text{km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$Tc = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

- La formule de GIANDOTTI lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$Tc = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{H_{moy}}}$$

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

IX.6.4. Coefficient de ruissellement :

Pour l'estimation de ce coefficient, la méthode de Kenessey est souvent utilisée. Elle consiste à sommer trois coefficients partiels :

- C₁ : lié à la pente du bassin versant,
- C₂ : lié à la nature et la perméabilité du sol,
- C₃ : lié à la couverture végétale

Tableau 27 Coefficient C1.

Pente	C1		
≤3.5%	0.01	0.03	0.05
Entre 3.5 et 11%	0.06	0.08	0.10
Entre 11 et 35 %	0.12	0.16	0.20
>à 35%	0.22	0.26	0.30

Tableau 28 Coefficient C2.

Nature du sol	C2		
Imperméable	0.22	0.26	0.30
Peu perméable	0.10	0.15	0.20
Perméable	0.06	0.08	0.10
Très perméable	0.03	0.04	0.05

Tableau 29 Coefficient C3 .

Couverture végétale	C3		
Rocheux	0.22	0.26	0.30
Prairie	0.17	0.21	0.25
Labours champs	0.07	0.11	0.15
Forêt et territoires sableux	0.03	0.04	0.05

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

IX.6.5. Intensité de pluie I(t) :

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

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

Avec :

- I(t,T): Intensité de pluie exprimée en mm/h;
- T: période de retour exprimée en années;
- t=Tc: temps de l'averse égal au temps de concentration (h);
- «a» et «b»: paramètres de Montana avec b=0.60.
- Le paramètre «a» pour les différentes fréquences sont:

Tableau 30 Valeurs du paramètre de montana « a »

b= 0.60						
T(ans)	2	5	10	20	50	100
a(T)	12.10	17.60	21.20	24.70	29.20	32.60

IX.6.5.1. Application :

BV134 :

- **Coefficient De Ruissellement:**

P=0,105 Entre 3.5 et 11 % donc: **C1=0.10**

La nature du sol (perméabilité): Imperméable C2=0.30

La couverture végétale du bassin versant: forêt et territoires sable: C3=0.05

$$C = C1 + C2 + C3 = 0.45$$

- **Temps De Concentration:**

La formule de VENTURA lorsque $A < 5 \text{ km}^2$:

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{I}}$$

$$Tc = 0.71h$$

- **Intensité De Pluie I(t):**

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

$$I(t, 10) = \frac{21.2}{0.71^{0.6}} = 26.3 \text{ mm/h}$$

$$I(t, 50) = \frac{29.2}{0.71^{0.6}} = 35.86 \text{ mm/h}$$

$$I(t, 100) = \frac{32.6}{0.71^{0.6}} = 40.03 \text{ mm/h}$$

- **Débits d'apports:**

$$Q_a = K.C.I.A$$

$$Q_{10} = 0,278 * 0,45 * 26.03 * 0,34 = 1.11$$

$$Q_{50} = 0,278 * 0,45 * 35.86 * 0,34 = 1.53$$

$$Q_{100} = 0,278 * 0,45 * 40.03 * 0,34 = 1.70$$

IX.6.5.2. Résultats de calcul des débits de notre projet :

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

Tableau 31 Débits max des bassins versants pour les périodes de retour de 50 ans.

N°BV	PK(ml)	Tc(h)	I50 (mm/h)	Q50 (m ³ /s)
133	100+000	0,07	143.99	1.26
134	100+533	0,71	35.86	1.53
135	100+968	0,33	56.79	6.04
136	101+675	0,39	51.37	5.08
137	102+177	1,11	27.43	20.04
138	102+564	0,16	87.68	0.55
139	102+895	0,23	70.53	2.12
140	103+630	0,27	64.06	2.24
141	104+000	0,34	55.78	3.35
142	104+480	0,16	87.68	1.65
143	104+622	0,19	79.09	1.68
144	104+878	0,11	109.79	1.09
145	105+502	0,50	44.26	4.54

IX.6.6. Estimation des débits de saturation Q_s :

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

$$Q_s = K_{st} \cdot I^{1/2} \cdot R_H^{2/3} \cdot S_m$$

- Q_s: Débit de saturation m³/s.
- I: pente longitudinale de l'ouvrage.
- R_H: Rayon hydraulique = (surface mouillée / périmètre mouillée).
- S_m: surface mouillée (m²).
- K_{st}: coefficient de rugosité qui dépend de la nature de paroi de l'ouvrage.

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Tel que :

- Paroienterre :Kst=40.
- Enbusesmétalliques: Kst=40.
- Maçonneries:Kst=50.
- Bétons(Dalots):Kst=70.
- Busespréfabriquées(bétons):Kst=80.

Pourquel'ouvrageoitcapabled'acheminerl'eauderuissellement entoutesécurité,ilfautvérifierque:

$$Q_a \leq Q_s$$

IX.6.7. Dimensionnement des buses :

Ledimensionnementd'unebuserésultede lacomparaisonentreledébitd'apportetledébitde saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que Q_a soit inférieur à Q_s , donc le principe consiste à chercherle rayondelabusequivérifie cette condition.

IX.6.7.1. Exemple de calcul :

Calcul du diamètre de la buse :

Pour: BV N°=134; S=0,34Km²; L=0,819Km; Tc=0,71h; I 50=35.86mm/h;Q50=1.53m³/s.

Pour le dimensionnement des buses, on prend : $Q_a = Q_s$;DonclaformuledeManning-Strickler deviendra:

$$Q_a = Q_s = S_m \times K_{st} \times R H^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$S_m = \pi \cdot R^2 \quad ; \quad P_m = 2 \times \pi \times R \quad ; \quad R H = R/2$$

Avec:**R:rayondelabuse.**

Donconauracette formulepourtirerR:

$$Q_a = (\pi \cdot R^2) \times K_{st} \times R H^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onprendlapentedeposedel'ouvragehydrauliqueà I=1%;

$$R = \left(\frac{Q_a}{K_{st} \times \pi \times 0.5^{2/3} \times I^{0.5}} \right)^{3/8} = 0.360$$

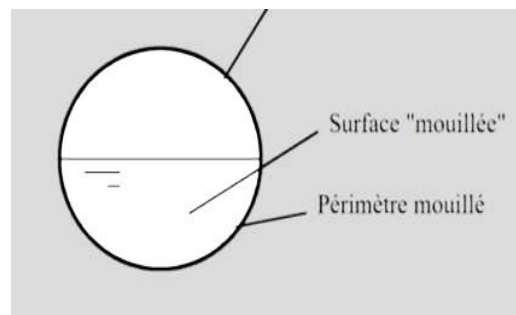


Figure 17Caractéristiques d'une buse

Ledébitestassurépourundiamètre: $\varnothing = 2 \cdot R = 832\text{mm}$.

Doncpour leBVN°=134,onprendunebusedediamètre $\varnothing = 1000\text{mm}$.

IX.6.8. Détermination des dimensions du dalot

On prend le cas du BV136 (A= 0,79km², P=8.5%, L=1.560 km,

C=0.45 I₅₀=51.37mm/h Q₅₀=5.08m³/s)

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Le dimensionnement des dalots se fait en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement

Captées pendant le temps de concentration T_c .

La surface mouillée : $S_m = 0.8H \times B$ Le périmètre mouillé : $P_m = 1.6 \times H + B$
Le rayon hydraulique $R_h = S_m / P_m$

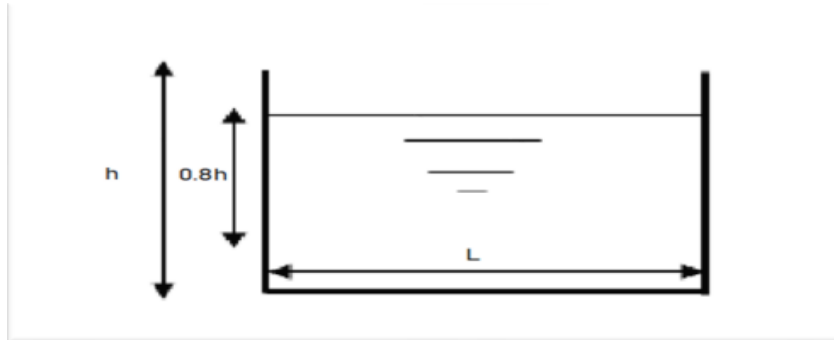


Figure 18 Caractéristiques d'un dalot.

$$Q_s = K_s \cdot I^{1/2} \cdot R_h^{2/3}$$

On calcule la hauteur h par la méthode d'itération:

$$h_{n+1} = \left(\frac{Q_a}{K_s \cdot \sqrt{I}} \right)^{3/5} \cdot (1.6 \cdot H + b)^{2/5} \cdot \frac{1}{0.8 \cdot b}$$

- Q_s : débit de saturation en m^3/s .
- K_s : coefficient de Strickler $K_s = 70$.
- I : pente du dalot, on donne $I = 1\%$ (pente naturelle de l'écoulement)

On fixe $b = 1.5$ m et on fait varier le H pour trouver la valeur proche.

D'après le calcul itératif, on tire la valeur de $H = 1.5$ m

Alors on prend un dalot de 1.5 m de hauteur et 1.5 m de largeur (**1.5 m × 1.5 m**)

Vérification de la Vitesse:

$$v = \frac{Q}{S_m} = 1.88 \text{ m/s} < 4 \text{ m/s (vérifié)}$$

Vérification de la hauteur critique

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^3}{g b^2}} = 1.21 < 4 \text{ m (vérifié)}$$

IX.6.9. Résultat récapitulatif de dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

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

Tableau 32 Tableau Récapitulatif De Dimensionnement Des ouvrages hydrauliques.

N°BV	PK(ml)	Ouvrage	Dimensions
133	100+025	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
134	100+533	Buse	Ø 1000
135	100+461	Dalot	1x (2.00 x 2.00)
136	101+150	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
137+138	101+686	Buse	Ø 1200
139	102+398	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
140	103+144	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
141	103+494	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
142	103+990	Buse	Ø 1000
143+144	104+113	Dalot	1x (1.50 x 1.50)
145	105+001	Dalot	1x (1.50 x 1.50)

IX.7. SYSTEME DE DRAINAGE LONGITUDINAL:

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

Fossé de pied de talus en déblai:

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

IX.7.1. Estimation des débits d'apport :

Surface de l'écoulement:

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

Le talus est pris pour une largeur défavorable de 10m. $Q_a = Q_{ach} + Q_{bau} + Q_{ab} + Q_{at}$

Avec:

- $Q_{ach} = K * I * C_{ch} * A_{ch} \rightarrow$ Débit rapporté par la chaussée + BDG
- $Q_{bau} = K * I * C_{BAU} * A_{BAU} \rightarrow$ Débit d'apport de la BAU
- $Q_b = K * I * C_b * A_b \rightarrow$ Débit rapporté par la berme

$Q_b = K \times I \times C_t \times A_t \rightarrow$ Débit rapporté par le talus

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

IX.7.2. Coefficient de ruissellement :

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

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

Il peut être choisi suivant le tableau ci-dessous :

Tableau 33 Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de la chaussée.

Type De Chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée Revêtement En Enrobés	0.85 à 0.95	0.95
Accotement (Sol Légèrement Perméable)	0.15 à 0.40	0.4
Talus	0.10 à 0.30	0.3
Terrain Naturel	0.05 à 0.20	0.2

- **La chaussée + BDG** : P=2.5% ; C=0.95 :

$$A_{ch} = 11.5 \times 700 \times 10^{-6} = 0.008 \text{ Km}^2.$$

$$T_c = 0.127 \times \sqrt{0.008 / 0.025} = 0.07 \text{ h}$$

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

$$\text{Donc : } a(T) = 21.2 ; e_{tb} = 0.60 ;$$

- $I(t, T) = 104.54 \text{ mm/h}$
- $Q_{ach} = 0.278 \times 0.95 \times 104.54 \times 0.008 = 0.22$

- **La bande d'arrêt d'urgence** : P = 2.5% ; C = 0.4 :

$$A_{BAU} = 3 \times 700 \times 10^{-6} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

$$T_{cBAU} = 0.127 \times \sqrt{2.1 \times 10^{-3} / 0.025} = 0.0368 \text{ h}$$

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

$$\text{Donc : } a(T) = 21.2 ; e_{tb} = 0.60 ;$$

- $I(t, T) = 153.75 \text{ mm/h}$
- $Q_{BAU} = 0.036 \text{ m}^3/\text{s}$

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

- $A_b = 1 \times 700 \times 10^{-6} = 7 \times 10^{-4} \text{ Km}^2.$
- $T_c = 0.127 \times \sqrt{7 \times 10^{-4} / 0.08} = 0.0119 \text{ h}$

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

CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

Donc : $a(T) = 21.2$; et $b = 0.60$;

$$I(t, T) = \frac{a(T)}{t^b} = \frac{21.2}{0.014^{0.6}} = 302.7 \text{ mm/h}$$

$Q_b = 0.024 \text{ m}^3/\text{s}$

- **Le talus : P = 67% ; C = 0.3 ;**
 - $A_t = 15.95 \cdot 700 \cdot 10^{-6} = 0.0112 \text{ km}^2$
 - $T_c = 0.127 \times \sqrt{0.0112 / 0.67} = 0.02 \text{ h}$

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

Donc : $a(T) = 21.2$; et $b = 0.60$;

$I(t, T) = 221.67 \text{ mm/h}$

$Q_t = 0.207 \text{ m}^3/\text{s}$

Tableau 34 Tableau récapitulatif des résultats des débits.

	A(km ²)	C	P(%)	Tc	I(mm/h)	Qa(m ³ /s)
Chausse+BDG	0.008	0.95	2.5	0.07	104.54	0.22
BDU	$2.1 \cdot 10^{-3}$	0.4	2.5	0.0368	156.3	0.036
Berme	$7 \cdot 10^{-4}$	0.4	8	0.0368	302.7	0.024
Talus	0.0112	0.3	67	0.02	221.67	0.207

Donc : $Q_a = Q_{ach} + Q_{BAU} + Q_{ab} + Q_{at} = 0.487 \text{ m}^3/\text{s}$

IX.7.3. Calcul du débit de saturation :

$$Q_a = Q_s = S_m \times K_s \times R H^{2/3} \times I^{1/2}$$

K_s : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton coulé sur place)

IX.7.4. Calcul de la hauteur h :

On dimensionne les fossés par rapport aux débits de calcul d'une période de retour de 10ans. On a: Pour les fossés en béton : $K_{st} = 70$ et la pente longitudinale de fossé $I = 25\%$. On fixe $b = 0.5 \text{ m}$, et on calcule Q_s pour les différentes valeurs de h .

- $S_m = b \times h + 2(eh/2)$.
- $P_m = b + 2 \cdot \sqrt{h^2 + e^2}$
- $Rh = \frac{S_m}{P_m}$

On aura :

On prend $b = 0.5 \text{ m}$ et On tire la hauteur h par itération($H_0 = 0.347$, $H_1 = 0.316$)

Alors on prend $H = 0.5$

Pour $h = 0.5 \text{ m}$, on trouve $Q_s > Q_a$, Donc le débit d'apport est nettement inférieur à celui de saturation, ce qui signifie que les dimensions du fossé proposées sont largement suffisantes pour faire passer les apports du bassin versant. Donc pour assurer la sécurité et faciliter l'entretien de notre infrastructure, On propose des fossés de dimensions: ($b = 50 \text{ cm}$, $h = 50 \text{ cm}$).

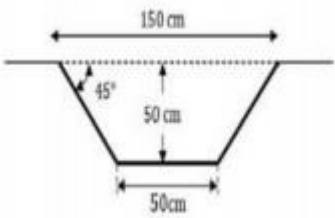


Figure 19 Caractéristique d'une fosse.

CHAPITRE X :
STABILITÉ DÉS
PENTES

CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES

X.1. INTRODUCTION

Le tronçon faisant l'objet de cette étude se caractérise par une alternance de remblais et de déblais. Les contraintes topographiques et géotechniques liées à l'implantation du tracé de l'autoroute en zone vallonnée imposent la réalisation de terrassements de grande envergure. Dans ce contexte, une étude de stabilité des talus, qu'il s'agisse de remblais ou de déblais, s'avère indispensable afin d'identifier les différents risques pouvant compromettre la sécurité et la durabilité de ces ouvrages.

X.2. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TYPES DE MOUVEMENTS XI.2.1. LES GLISSEMENTS

Les glissements se caractérisent par l'apparition de surfaces de cisaillement relativement bien définies à l'intérieur du sol ou du massif rocheux. La forme de ces surfaces de rupture permet de classer les glissements en trois grandes catégories :

- **Glissement plan**
- **Glissement circulaire**
- **Glissement de forme quelconque**

X.2.1. Glissement plan :

En générale, la ligne de rupture suit une couche de mauvaise caractéristiques sur lesquelles s'exerce d'ailleurs souvent l'action de l'eau.

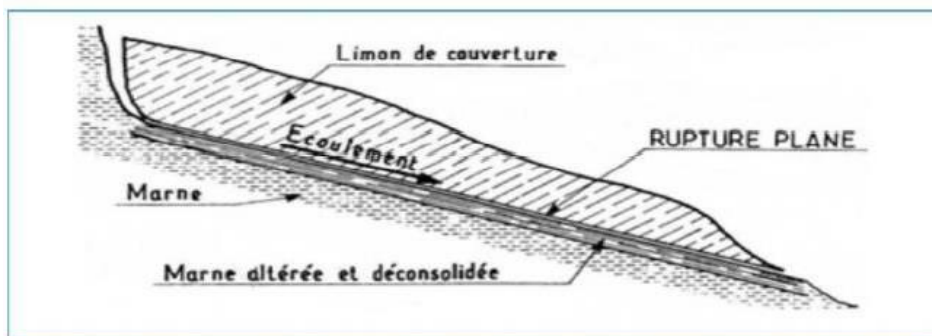


Figure 20 Glissement plan xi.2.1.2.

CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES

X.2.2. Glissement circulaire

X.2.3. Glissement quelconque :

Il s'agit de glissement multiple (emboîtés), les uns dans les autres dus à la suppression de la butée provoquée par le glissement précédent, ce qui entraîne ainsi les glissements successifs

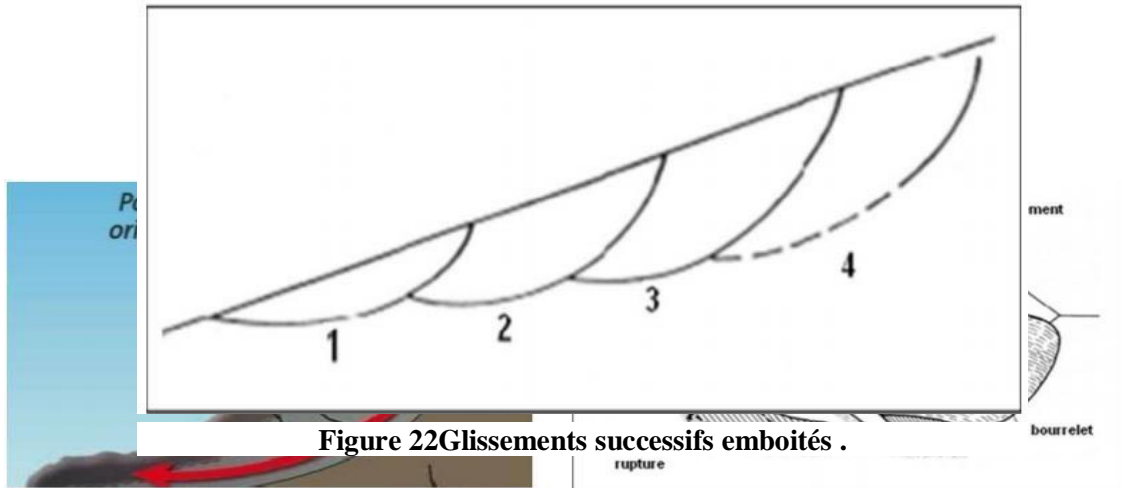


Figure 21 Glissement circulaire .

X.3. PRINCIPALES CAUSES DE GLISSEMENT

X.3.1. Naturelle :

Les principaux facteurs naturels susceptibles de provoquer un glissement sont :

- Diminution de la résistance du sol, en particulier la réduction de l'angle de frottement interne des argiles sous l'effet de la saturation en eau. Dans certains cas rares, l'eau peut atteindre l'état de vapeur, amplifiant fortement les effets déstabilisants.
- Forte pluviométrie ou fonte des neiges, entraînant une augmentation des pressions interstitielles dans le sol.

X.3.2. Anthropique :

Les actions humaines peuvent également déclencher ou aggraver l'instabilité :

- Augmentation des charges en tête d'un talus déjà instable (ex. : dépôt de matériaux, construction d'infrastructures).
- Diminution des appuis en pied de pente, par exemple lors du creusement ou de la suppression d'une butée stabilisatrice.

X.3.3. ANALYSE DE LA STABILITE

Ce sont des méthodes directes de calcul du facteur de sécurité (FS). Elles consistent à :

- Identifier les forces motrices (poids de la masse, poussées, etc.)
- Déterminer les forces résistantes (cohésion, frottement, appuis, etc.)

CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES

- Calculer le coefficient de sécurité à l'aide de la formule générale :

$$f_s = \frac{\text{force de stabilatrice}}{\text{force de motrice}} \quad Tq:$$

- FS =1: équilibre limite ;
- FS >1 : équilibre stable ;
- FS <1: équilibre instable.

X.3.3.1. ANALYSE DE STABILITE DU DEBLAI

L'inclinaison des talus de déblais a été définie en tenant compte de plusieurs facteurs, notamment :

- la hauteur du déblai ;
- la nature géologique et la résistance mécanique du sol ;
- la stabilité à court et à long terme du versant.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse a porté sur le cas le plus défavorable, correspondant à un talus de déblai de 25.23 m de hauteur, situé au PK100+250.

Hypothèses et données utilisées

Les calculs de stabilité ont été réalisés en se basant sur les hypothèses et considérations suivantes :

- Le talus de déblai a été modélisé avec une inclinaison de 2H/1V (talus de pente moyenne).
- Les surfaces de rupture supposées sont circulaires, conformément aux méthodes d'équilibre limite classiques.
- Le niveau phréatique a été pris en compte, en intégrant l'effet de la saturation du sol sur la résistance au cisaillement.
- L'effet sismique a également été considéré, avec un modèle adapté à la zone d'étude.

Les paramètres géotechniques des sols ont été obtenus à partir des essais de terrain et de laboratoire, ainsi que de l'expérience acquise lors d'autres projets similaires.

Tableau 35 Les paramètres géotechniques des sols en déblai.

Couche	Epaisseur (m)	Poids volumique γ (KN/m ³)	Cohésion C' (kpa)	Angle de frottement Φ (°)	Module de Young E' (MPa)	Cohésion non drainée Cu (KPa)
Limon argileux	0-03	19	0-10	28-30	15-30	50-100
Argile marneuse	03-10	19	10-20	24-26	15-20	50-70

La caractérisation sismique du site a été réalisée conformément à la norme RPOA 2008 (Règlement Parasismique pour les Ouvrages d'Art). Selon cette norme, le sol est classé en catégorie S3, ce qui correspond à un sol globalement meuble à moyen, bien que des couches d'argiles plus dures aient également été identifiées localement.

Les coefficients sismiques horizontaux et verticaux utilisés dans les calculs de stabilité ont été déterminés selon la méthode définie par le RPOA 2008 :

$$K_h = 0.5 \times a = 1.0$$

CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES

$$K_v = \pm 0.3 \times K_h = \pm 0.03$$

Tableau 36 Résultats des calculs de FS (déblai).

Terrassement	Hauteur (m)	Pente appliquée	Facteur de sécurité FS		
			Court terme	Long terme	Avec séisme
Déblai	25.23	2H/1V	1.06	1.34	1.36

On a constaté que la valeur du coefficient de sécurité obtenus lors des analyses effectuées est acceptée comme limite de sécurité pour que les pentes restent stables à long terme, à court terme et avec séisme, donc le talus est stable.

X.3.3.2. ANALYSE DE STABILITÉ DUREMBLAI

Dans le corps des remblais, l'utilisation de matériaux de qualité inférieure peut être envisagée, notamment des matériaux marneux ou marno-argileux. Toutefois, ces derniers nécessitent la mise en œuvre de mesures spécifiques de réutilisation, fondées sur une analyse géotechnique approfondie, en raison de leur comportement mécanique souvent défavorable.

L'analyse portera sur le profil présentant la hauteur de remblai la plus importante, situé au PK105+700, avec une hauteur atteignant 22.83 mètres. L'objectif est de vérifier la stabilité du remblai vis-à-vis du glissement, en tenant compte des paramètres géotechniques disponibles.

Hypothèses et données de modélisation

Les calculs de stabilité ont été réalisés sur la base des considérations suivantes :

- Les remblais ont été modélisés avec une inclinaison de 3H/2V ;
- Les surfaces de rupture supposées sont circulaires, conformément aux méthodes classiques d'équilibre limite ;
- Le niveau phréatique a été pris en compte dans l'analyse, afin d'évaluer son influence sur la stabilité.

Les paramètres géotechniques utilisés dans les calculs ont été déterminés à partir des essais géotechniques in situ et en laboratoire, ainsi que sur la base de l'expérience acquise lors de travaux antérieurs sur des sols similaires.

Tableau 37 Les paramètres géotechniques des sols en remblai.

Couche	Épaisseur (m)	Poids volumique γ (KN/m ³)	Cohésion C [^] (kpa)	Angle de frottement Φ (°)	Module de Young E [^] (MPa)	Cohésion non drainée Cu (KPa)
Limon argileux	0-02	19	0-10	28-30	15-30	50-100
Argile marneuse	02-04	19	10-20	24-26	15-20	50-70
Marne argileuse	04-23	20	20-40	24-26	20-80	70-270

La caractérisation sismique du site a été réalisée conformément à la norme RPOA 2008 (Règlement Parasismique pour les Ouvrages d'Art). Selon cette norme, le sol est classé en

CHAPITRE X : STABILITÉ DES PENTES

catégorie S3, ce qui correspond à un sol globalement meuble à moyen, bien que des couches d'argiles plus dures aient également été identifiées localement.

Les coefficients sismiques horizontaux et verticaux utilisés dans les calculs de stabilité ont été déterminés selon la méthode définie par le RPOA 2008 :

$$K_h = 0.5 \times a = 1.0$$

$$K_v = \pm 0.3 \times K_h = \pm 0.03$$

Tableau 38 Résultats des calculs de FS (remblais).

Terrassement	Hauteur (m)	Pente appliquée	Facteur de sécurité FS		
			Court terme	Long terme	Avec séisme
Remblai	27.0	3H/2V	1.03	1.21	1.30

On a constaté que la valeur du coefficient de sécurité obtenus lors des analyses effectuées est acceptée comme limite de sécurité pour que les pentes restent stables à long terme, à court terme et avec séisme, donc le talus est stable.

X.4. CONCLUSION

L'étude de stabilité d'un talus repose, en plus de la reconnaissance géotechnique du site et du choix approprié des caractéristiques mécaniques des sols, sur un calcul de stabilité. Ce dernier permet de :

- Déterminer la surface de rupture potentielle présentant le risque de glissement le plus élevé ;
- Évaluer le facteur de sécurité (FS) associé à cette surface.

Cas du déblai :

Avec la pente retenue de 2H/1V, les facteurs de sécurité obtenus sont jugés acceptables :

- À court terme,
- À long terme,
- En situation sismique,

Selon les résultats issus des calculs de stabilité.

Cas du remblai :

Avec une pente de 3H/2V, les facteurs de sécurité sont également satisfaisants :

- Sous les charges normales (en conditions non sismiques),
- Ainsi qu'en situation sismique.

En conclusion, les talus étudiés présentent une stabilité suffisante dans tous les cas analysés. Aucun dispositif de renforcement particulier n'est requis dans les configurations actuelles, sous réserve du respect des hypothèses géotechniques et géométriques retenues.

CHAPITRE XI : CUBATURE

CHAPITRE XI : CUBATURE

XI.1. INTRODUCTION :

Les travaux de terrassement modifient la configuration naturelle du terrain afin de lui donner une forme et des caractéristiques adaptées aux exigences de la construction routière.

Ils comprennent principalement l'extraction, le transport et la mise en œuvre de différents types de sols et matériaux. Les déblais sont obtenus par l'excavation des sols existants, tandis que les remblais sont réalisés par la mise en place successive de couches de matériaux compactés.

L'objectif final est d'atteindre le niveau souhaité, défini par une cote de référence, pour l'arasement des déblais ou des remblais, avant la pose de la couche de surface.

XI.2. DEFINITION DES CUBATURES :

Les cubatures de terrassement représentent les variations de volume des déblais et remblais nécessaires à la réalisation du projet. Elles permettent d'adapter le terrain naturel pour obtenir une surface uniforme, généralement parallèle à la ligne de référence (ou ligne projet), et située juste en dessous de la couche de roulement.

Le calcul précis des cubatures repose sur trois éléments principaux :

- Les profils en long : ils décrivent l'évolution altimétrique du terrain naturel et du projet le long de l'axe de la route ;
- Les profils en travers : ils représentent la coupe perpendiculaire à l'axe de la route et permettent de visualiser la forme des déblais et remblais à chaque station ;
- Les distances entre les profils : elles permettent de calculer les volumes entre deux sections successives.

XI.3. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Pour déterminer les volumes de terrassement (remblais et déblais), on procède au calcul des cubatures. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

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

Dans le cadre de ce projet, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, une méthode simple et largement répandue. Toutefois, elle présente l'inconvénient de générer des résultats avec une certaine marge d'erreur.

Pour corriger cette imprécision et garantir une marge de sécurité, il est conseillé d'augmenter les volumes calculés de 10 %.

XI.4. DESCRIPTION DE LA METHODE :

CHAPITRE XI : CUBATURE

Le travail consiste à déterminer les surfaces SD (surface de déblai) et SR (surface de remblai) en utilisant une formule qui calcule le volume entre deux profils successifs. Le principe de la méthode de la moyenne des aires consiste à calculer ce volume en utilisant la formule suivante :

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

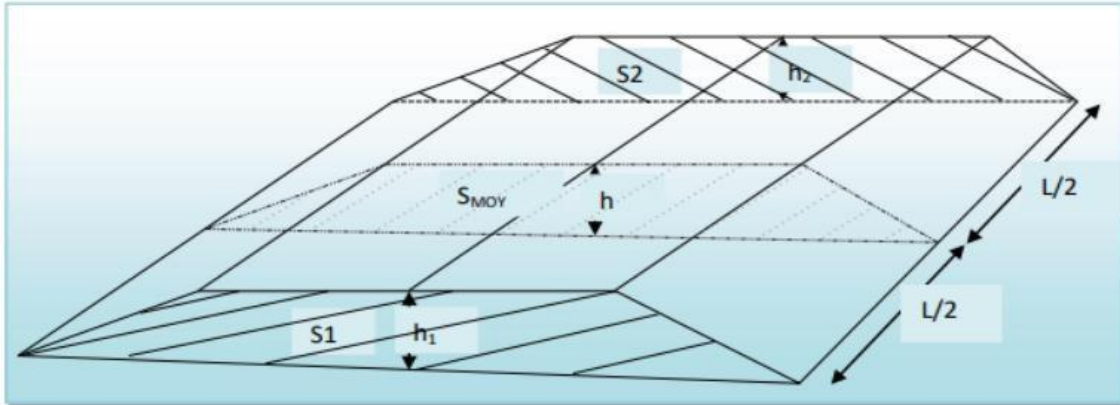


Figure 23 Les sections d'un profil en travers

XI.5. RESULTATS DE NOTRE PROJET

Déblais = 1180239 m³ Remblais = 1394891 m³

NB : Dans notre projet, le calcul s'effectue à l'aide de logiciel CIVIL3D

Les résultats obtenus des cubatures sont affichés dans l'annexe

CHAPITRE XII : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

CHAPITRE XII : CONCEPTION DE L'ÉCHANGEUR

XII.1. INTRODUCTION :

Un échangeur est une infrastructure routière permettant d'assurer la connexion entre plusieurs voies de circulation, en facilitant les mouvements de véhicules entre différents axes sans interruption du trafic principal.

Dans le cadre de ce projet, l'échangeur à réaliser est un diffuseur, assurant la connexion entre la pénétrante autoroutière et la Route Nationale (RN).

XII.2. ROLE DE L'ÉCHANGEUR :

L'échangeur joue un rôle essentiel dans l'organisation et la fluidité du trafic routier. Ses principales fonctions sont les suivantes :

- Assurer la continuité du réseau autoroutier sans interruption ;
- Desservir efficacement plusieurs directions, en facilitant les correspondances entre différents axes routiers ;
- Distribuer les flux de circulation selon leur importance et leur orientation, tout en optimisant la hiérarchisation des mouvements ;

XII.3. LES ELEMENTS DE L'ÉCHANGEUR :

Quelle que soit son importance, sa classification ou sa configuration, un échangeur est constitué de trois éléments fondamentaux qui assurent sa fonctionnalité :

- L'ouvrage d'art (pont) : il permet le franchissement d'une voie par une autre, en assurant la séparation des flux de circulation à différents niveaux (passage supérieur ou inférieur) ;
- Les carrefours plans : présents lorsqu'il existe des raccordements avec des routes ordinaires, ils peuvent être régulés par des panneaux, des feux ou des giratoires, selon le niveau de trafic ;
- Les bretelles : ce sont des voies de liaison qui permettent les mouvements d'entrée et de sortie entre les différentes routes reliées par l'échangeur. Leur tracé est étudié pour garantir la sécurité, la visibilité et la fluidité des mouvements.

XII.4. TYPES D'ÉCHANGEUR :

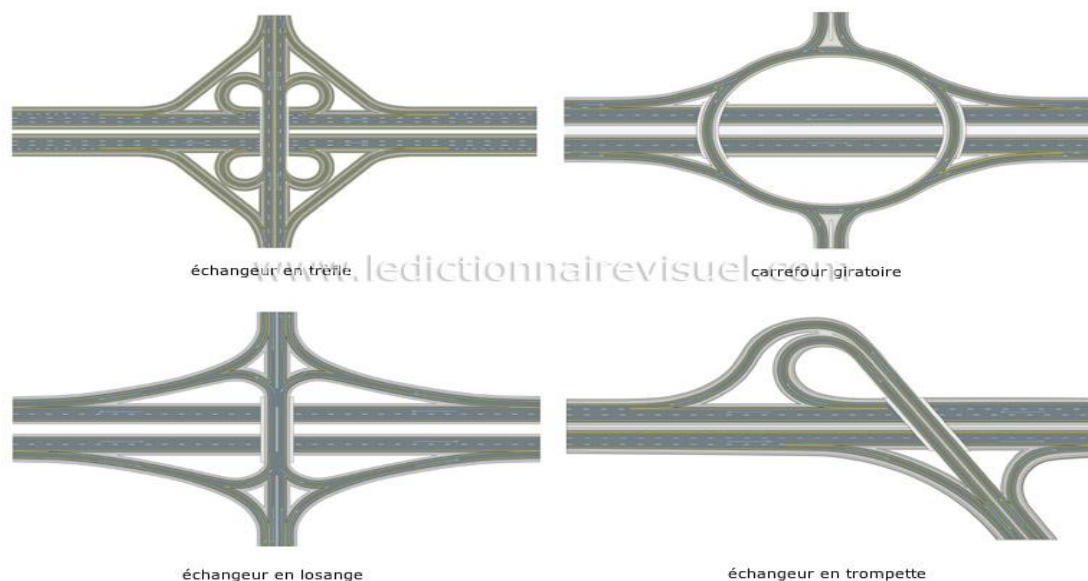


Figure 24 Différent type d'échangeur

XII.5. CHOIX DU TYPE DE L'ÉCHANGEUR :

XII.5.1. APPLICATION A NOTRE PROJET :

Le choix du type d'échangeur à implanter repose sur plusieurs paramètres techniques spécifiques à notre projet :

XII.5.1.1. Type de terrain

Le site d'implantation présente un relief peu vallonné, ce qui facilite l'aménagement d'un échangeur sans nécessiter de terrassements importants.

XII.5.1.2. Type de routes à raccorder

L'échangeur projeté doit relier notre autoroute à la route nationale RN104.

Il s'agit donc d'un échangeur de type mineur, car il connecte une autoroute à une voie secondaire.

XII.5.1.3. Distribution du trafic

L'échangeur assurera la distribution du trafic dans trois directions, ce qui exige une configuration fluide et sécurisée.

XII.5.1.4. Vitesse sur les voies

- Vitesse maximale sur l'autoroute : 110 km/h
- Vitesse sur la RN104 : 80 km/h
- Vitesse prévue sur l'échangeur :
 - o Sur les boucles : 40 km/h

CHAPITRE XII : CONCEPTION DE L'ÉCHANGEUR

- o Sur les bretelles directes : 60 km/h

XII.5.2. Conclusion :

Choix de l'échangeur en Demi –trèfle.

Compte tenu de tous ces paramètres, l'échangeur de type " Demi –trèfle " s'avère le plus adapté.

Ce choix est justifié par le fait que cet échangeur permet une connexion fluide entre une voie principale (l'autoroute) et une voie secondaire (RN104), tout en répondant aux contraintes du site situé au PK 9+800.

XII.6. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES BRETelles :

XII.6.1. Tracé des bretelles :

Les valeurs limites des rayons à utiliser pour le tracé des bretelles d'après le guide SETRA des échangeurs (complément de l'ICTAAL2000) sont les suivantes

Tableau 39 valeur limite de rayons de bretelle.

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

XII.6.2. Enchaînement des éléments du tracé en plan :

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes ;
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : $R_1 \leq 2R_2$, où R_1 et R_2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrée ;
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

XII.6.2.1. Raccordements progressifs :

- Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $6R0.4$ et $7|\Delta\delta|$; où R note le rayon de courbure (m), et $\Delta\delta$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordé.
- Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'utilisateur.

CHAPITRE XII : CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

XII.6.2.2. Zones d'accélération et de décélération :

La connexion entre une bretelle et une autoroute se fait en utilisant une voie d'insertion pour l'entrée, et une voie de décélération pour la sortie.

XII.6.2.3. 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 150m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1m ;
- Une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (60 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

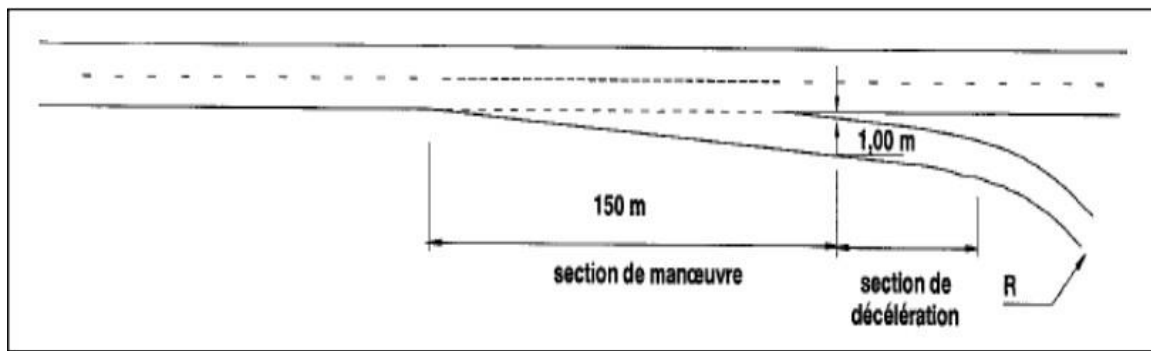


Figure 25 La zone de décélération

XII.6.2.4. Zone d'accélération :

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

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

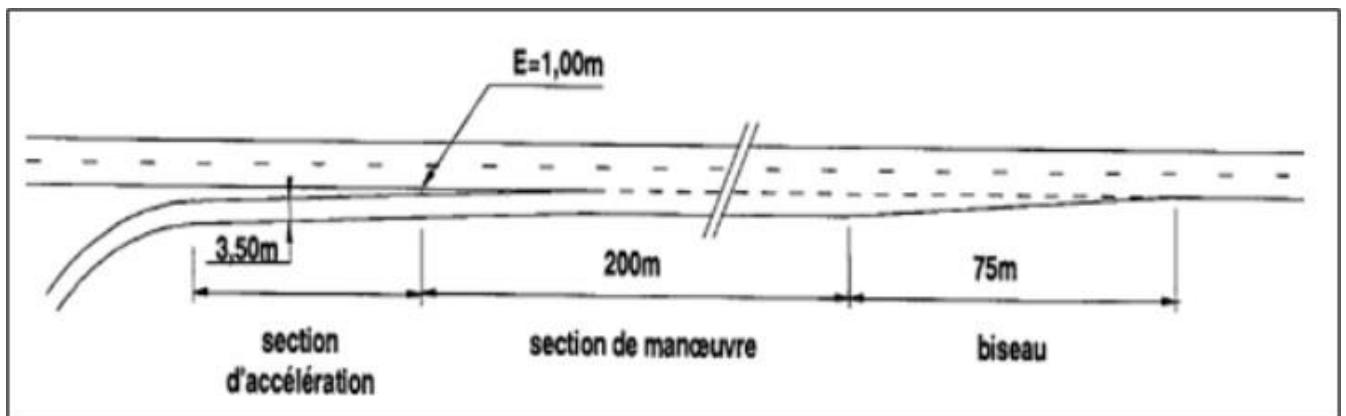


Figure 26 La zone de d'accélération

CHAPITRE XIII : OUVRAGES D'ARTS

CHAPITRE XIII : OUVRAGES D'ARTS

XIII.1. INTRODUCTION :

Un pont est une structure permettant le franchissement d'un obstacle (rivière, route, voie ferrée, etc.). Ce chapitre présente les points kilométriques (PK) des ouvrages ainsi que les types de structures proposés pour franchir les routes et pistes existantes.

XIII.2. CONCEPTION DES OUVRAGES D'ARTS :

La conception d'un ouvrage d'art doit répondre à des exigences fonctionnelles (franchissement) et naturelles (environnement). Les critères fondamentaux sont :

- La sécurité
- L'économie
- La stabilité
- Le respect des délais
- La protection de l'environnement

XIII.3. GABARIT A RESERVER :

Le gabarit correspond à la hauteur minimale à dégager au-dessus de la voie franchie :

- 5,25 m pour autoroutes et routes express
- 4,50 à 4,80 m pour routes ordinaires
- 7,00 m pour voies ferrées

XIII.4. PRESENTATION DES OUVRAGES :

Le tableau suivant résume les ouvrages de franchissement prévus sur le tronçon

Tableau 40 Ouvrages de franchissement de notre tronçon.

PK de début d'ouvrage d'art	Ouvrage N°	Longueur de l'OA (m)	Largeur de l'OA (m)	Gabarit (m)
100+925	Viaduc 01	100	30	5,25
101+761	Viaduc 02	120	30	5,25
107+140	Pont 01	75	30	5,25
109+775	Viaduc 03	200	30	5.25

XIII.5. LES VARIANTES RETENUES :

En considérant les avantages et les inconvénients de chaque type d'ouvrage, ainsi que les contraintes techniques spécifiques du site, nous avons résumé notre choix d'ouvrages dans le tableau suivant :

Tableau 41 Propositions retenues.

OAN°	Solution recommandée
1	Un pont à poutres en béton précontraint (03 travée)
2	Un pont mixte (03 travée)
3	Un pont à poutres en béton précontraint (02 travée)
4	Un pont mixte (04 travée)

CHAPITRE XIV : SIGNALISATION

CHAPITRE XIV : SIGNALISATION

XIV.1. INTRODUCTION :

La signalisation routière constitue un élément fondamental du paysage routier. Elle joue un rôle essentiel dans la communication avec les usagers de la route en leur fournissant des informations claires et précises. Son objectif principal est de guider les conducteurs tout au long de leur trajet, de les aider à s'adapter aux diverses situations rencontrées et de prévenir les doutes ainsi que les erreurs de conduite.

La compréhension des formes des différents panneaux de signalisation permet aux conducteurs d'anticiper leur message. Par ailleurs, la normalisation des couleurs et des symboles utilisés facilite l'identification rapide et la compréhension de leur signification. Il convient toutefois de noter que les panneaux rencontrés sur le terrain peuvent légèrement différer de ceux présentés dans ce chapitre, lesquels ne représentent qu'un échantillon significatif.

XIV.2. OBJECTIF DE LA SIGNALISATION :

La signalisation routière a pour objectifs principaux :

- De faciliter la circulation ;
- De rappeler certaines prescriptions du Code de la route ;
- De renforcer la sécurité des usagers ;
- De fournir des informations utiles relatives à l'usage de la route.

XIV.3. CATEGORIES DE LA SIGNALISATION :

On distingue plusieurs formes de signalisation routière :

- La signalisation par panneaux ;
- La signalisation lumineuse (feux de circulation) ;
- Le marquage au sol (signalisation horizontale) ;
- Le balisage (dispositifs temporaires ou permanents) ;
- Le bornage (indication de distances, repères kilométriques, etc.).

XIV.4. LES SEPT PRINCIPES FONDAMENTAUX D'UNE SIGNALISATION EFFICACE :

Une signalisation efficace repose sur les principes suivants :

Crédibilité – le message doit être pertinent et justifié ;

Uniformité et homogénéité – les signaux doivent suivre des normes communes ;

Visibilité – les panneaux doivent être bien positionnés et visibles en toutes circonstances ;

Lisibilité – les messages doivent être compréhensibles rapidement ;

Clarté – éviter toute ambiguïté dans l'information transmise

Adaptation – tenir compte du contexte local (vitesse, environnement, etc.) ;

Cohérence – assurer une logique d'ensemble entre les différents types de signaux.

XIV.5. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

La conception d'une signalisation performante impose le respect des critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité) ;

CHAPITRE XIV : SIGNALISATION

- Conformité avec les règles de circulation ;
- Harmonie entre la signalisation verticale et horizontale ;
- Simplicité, en évitant une surabondance de signaux qui pourrait nuire à l'attention des conducteurs ;
- Élimination des publicités irrégulières susceptibles de distraire les usagers.

XIV.6. TYPES DE SIGNALISATION :

XIV.6.1. Signalisation Verticale :

La transmission du message se réalise au moyen de panneaux placés stratégiquement, qui utilisent leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme pour communiquer visuellement.

XIV.6.1.1. Signalisation de danger :

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



Figure 27 signalisation de danger type A.

XIV.6.1.2. Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



Figure 28 Signaux de prescription.

CHAPITRE XIV : SIGNALISATION

XIV.6.1.3. Signaux 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.

XIV.6.1.4. Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

XIV.6.2. Signalisation horizontale :

Le marquage des chaussées doit indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation.

Les marquages horizontaux se divisent en trois types :

XIV.6.2.1. Marquages longitudinaux

Lignes continues : Les lignes longitudinales continues sont strictement interdites à franchir ou à chevaucher. Elles jouent un rôle crucial en délimitant l'espace de chaque voie et en indiquant les limites externes de la chaussée, où il est interdit de s'arrêter.

Lignes discontinues : Ces lignes ont pour but de guider et de faciliter la circulation en permettant le passage entre les voies. Elles se distinguent par leur module, qui est le rapport entre la longueur des traits et l'intervalle entre eux.

Marquages transversaux

Ils indiquent, en général, des recommandations obligatoires ou des précautions, telles que les lignes de stop ou de passage pour piétons.

XIV.6.2.2. Autres marquages

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

Flèches de sélection : Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

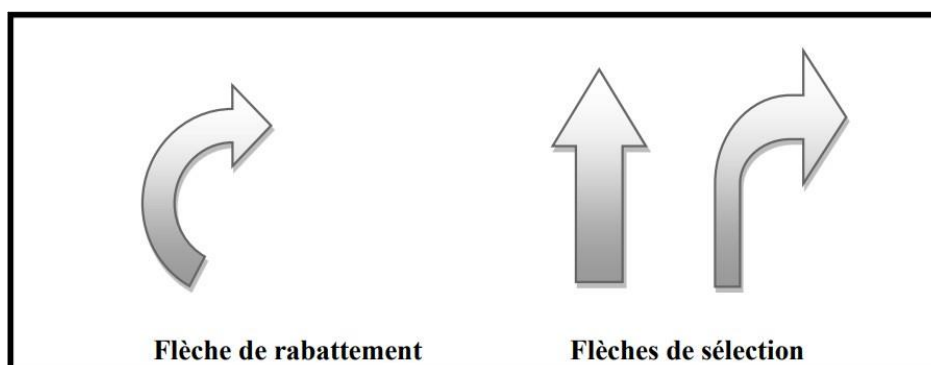


Figure 29 Flèche de signalisation.

XIV.7. APPLICATION A UN PROJET:

XIV.7.1. Signalisation horizontale:

Largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

- L'autoroute : $U = 7.5$ cm.
- La route Nationale RN76 : $U = 6$ cm.
- Les bretelles et les voies d'accès: $U = 5$ cm.

Marquage Du Tracé:

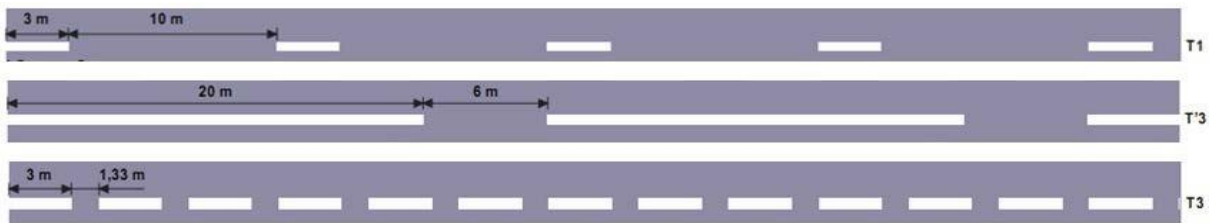


Figure 31 Lignes Longitudinales.

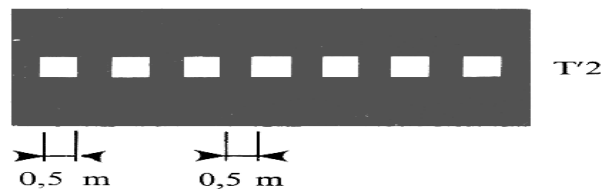
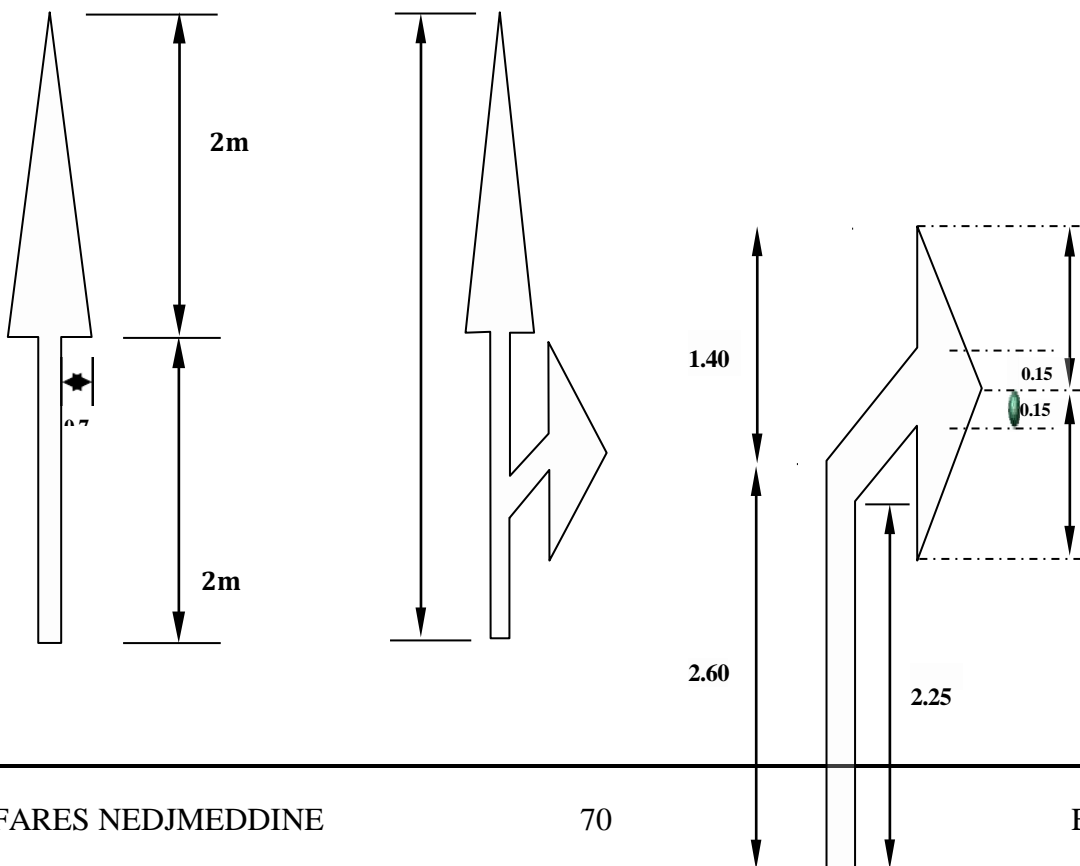


Figure 30 Lignes transversales.

XIV.7.2. FLECHES DE SELECTION:



XIV.7.3. Signalisation Verticale :

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

- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Signalisation de direction : type E /B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs)

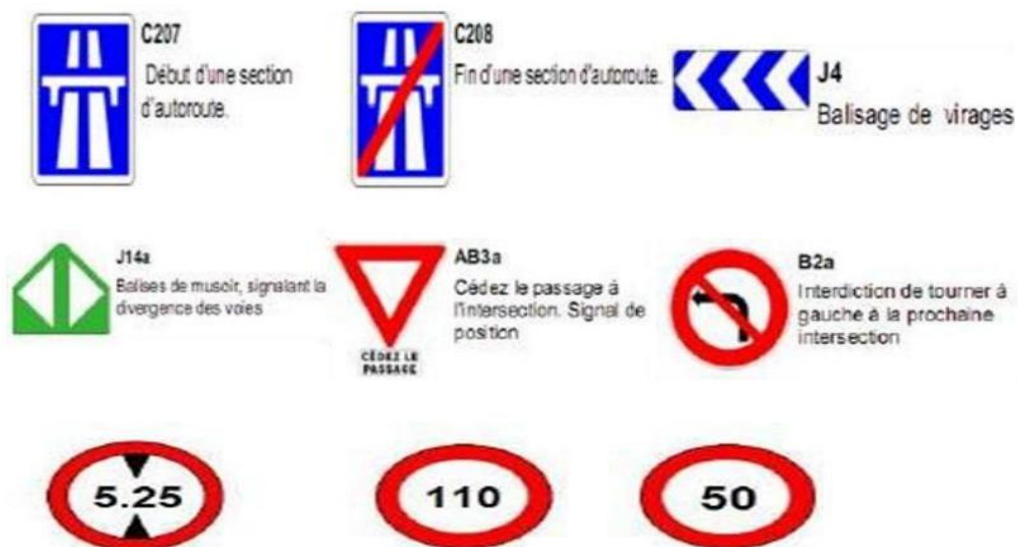


Figure 32 Signalisations Dans Notre Projet.

XIV.7.4. Signalisation DeDirection:



Figure 33Panneaux De Direction.

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XV.1. INTRODUCTION :

Dans le cadre des projets d'aménagement, le terme « environnement » désigne l'ensemble des composantes naturelles et humaines en interaction, incluant les habitats des espèces animales et végétales. Une étude d'impact environnemental doit ainsi prendre en compte toutes les thématiques liées à cet environnement, telles que l'eau, l'air, la faune, la flore, ainsi que les conditions de vie des populations humaines.

Depuis peu, le Code de l'environnement intègre également l'obligation d'évaluer l'impact d'un projet sur la santé humaine, ajoutant une dimension importante à l'analyse.

Pour chaque thème étudié, il est nécessaire de définir un périmètre pertinent d'analyse. En effet, les effets peuvent varier spatialement selon les paramètres concernés, sans oublier les effets indirects dus aux interactions entre les différentes composantes de l'environnement

XV.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE :

Les préoccupations environnementales s'articulent autour de quelques objectifs fondamentaux :

- Favoriser la meilleure intégration possible de l'infrastructure routière dans son environnement, en recherchant une valorisation mutuelle ;
- Préserver l'environnement, ou à défaut, limiter et corriger les dégradations potentielles ;
- Assurer la gestion et l'entretien des abords de la route ;
- Proposer des mesures d'atténuation pour réduire les impacts négatifs et optimiser l'intégration du projet dans le milieu naturel et humain.

XV.3. IMPACTS NEGATIFS DU PROJET :

XV.3.1. Impacts Sur La Nature:

XV.3.1.1. Pollution de l'eau :

Les projets routiers peuvent modifier les écoulements naturels et dégrader la qualité des eaux superficielles et souterraines. Cela peut entraîner un risque accru d'inondations, d'érosion, de dépôts de sédiments, ou encore de variations du niveau de la nappe phréatique.

Pour limiter ces effets, il est recommandé de construire des bassins antipollution, des digues anti-déversement, ou d'aménager des dispositifs de drainage efficaces, capables de retenir les eaux et de limiter leur impact, tout en favorisant leur réutilisation ou leur infiltration.

XV.3.1.2. Pollution de l'air :

Les véhicules à moteur thermique (essence ou diesel) sont à l'origine d'émissions polluantes (gaz, particules fines, hydrocarbures volatils). Cette pollution est renforcée par l'usure des freins, des pneus, ou encore les rejets des stations-service. La circulation routière représente ainsi une source majeure de monoxyde de carbone (CO) et contribue à la formation de photo-oxydants, en particulier en zone urbaine.

Pour atténuer ces effets, plusieurs actions sont possibles : optimisation de la combustion, amélioration des performances moteurs, régulation du trafic, contrôle des vitesses, et renforcement des dispositifs de surveillance environnementale.

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XV.3.2. Effets sur la faune et la flore :

Le tracé du projet doit intégrer les enjeux liés à l'environnement biologique. Des mesures préventives peuvent être mises en place dès la phase de conception pour limiter les impacts : passages pour la faune, corridors écologiques, traversées adaptées.

Concernant la flore, plusieurs actions peuvent être envisagées :

- Éviter la fragmentation des zones agricoles homogènes ;
- Respecter les surfaces agricoles exploitées ;
- Préserver les zones hydro-agricoles sensibles aux modifications hydrologiques.

XV.4. CONCLUSION :

Le projet étudié traverse des milieux sensibles : régions montagneuses, zones végétalisées, réseaux hydrauliques. Cela impose une prise en compte rigoureuse de ses impacts environnementaux. Le principal défi réside dans la capacité à intégrer les infrastructures dans le paysage tout en minimisant les effets négatifs sur l'environnement humain et naturel, et en préservant les ressources pour les générations futures.

CHAPITRE XVI : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XVI.1. LE DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF :

	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE (DA)	MONTANT (DA)
1	LOGISTIQUE DE CHANTIER				
1,1	Installation de chantier	FORFAIT	3% (2+3+4)		148 470 576.00
SousTotal1					148 470 576.00
2	TRAVAUX PREPARATION				
2,1	preparation de terrain	M ²	330000	900.00	297000000.00
SousTotal2					297000000.00
3	TERRASSEMENTS				
3,1	décapage de terre végétale 20cm	M ³	66000	200.00	13200000.00
3,2	déblais mis en dépôt	M ³	1381723	1000.00	1381723000.00
3,3	remblai d'emprunt	M ³	1394891	1200.00	1673869200.00
SousTotal 3					3068792200.00
4	CORPS DE CHAUSSEE				
4,1	Couche de forme TVC	M ³	232539	2000.00	465078000.00
4,2	Couche de fondation GNT	M ³	103935	3000.00	311805000.00
4,3	couche de base GB (2.3t/m ³)	T	67593	8500.00	574540500.00
4,4	couche de roulement BB (2.3t/m ³)	T	26631	8500.00	226363500.00
4,5	couche d'imprégnation (1.5kg/m ²)	T	545	8000.00	4360000.00
4,6	couche d'accrochage (0.3kg/m ²)	T	135	8000.00	1080000.00
SousTotal4					1 583 227 000.00
5	ASSAINISSEMENT				
5,1	fosse trapézoïdale en béton	ML	3152,35	6 000.00	18914100.00
5,2	Buse 1200y compris Tête de buse	ML	75,40	25 000.00	1885000.00
5,3	Buse 1000y compris Tête de buse	ML	180,1	17 000.00	3061700.00
5,4	dallot en BA 2*2	M3	64,5	65 000.00	4182500.00
5,5	dallot en BA 1.5*1.5	M3	525,4	65 000.00	34151000.00
SousTotal5					62194300.00
6	OUVRAGE D'ART				
6,1	Pont apoutreen BP	M2	4250	250000,00	1 062 500 000.00
6,2	Pont mixte	M2	9600	350000,00	3 360 000 000.00
SousTotal6					4 422 500 000.00
7	Echangeur				
7,1	Echangeur	-	-	-	80000000.00
SousTotal7					80000000.00
8	IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT				

CHAPITRE XV : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

8,1	Impactsurenvironnement	FORFAIT	2%(2+3+4)		
				SousTotal8	98 980 384.00
9	SIGNALISATIONEQUIPEMENTROUTIERS				
9,1	Signalisation et equipement routiers	FORFAIT	-	5%(2+3+4)	247 450 960.00
10	Contrôle(bureau d'étude et laboratoire)				
10,1	Contrôle(bureau d'étude et laboratoire)	FORFAIT	2%(2+3+4)		98 980 384.00
				TotalHT	10 107 595 804.00
				TVA(19%)	1 920 443 202.76
				TotalTTC	12 028 039 006.76

Soit En Lettres : **Douze milliards vingt-huit millions trente-neuf mille six dinars algériens et soixante-seize centimes en Toutes Taxes Comprises.**

CHAPITRE XVII : CONCLUSION

XVII.1. CONCLUSION :

Ce mémoire de fin d'études représente pour nous une première immersion dans le monde professionnel, à travers la réalisation d'un projet réel. Cette expérience nous a permis de prendre pleinement conscience de l'importance des enseignements théoriques acquis durant notre formation à l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics, et de leur application concrète dans un contexte opérationnel.

Au fil de ce travail, nous avons été confrontés à des problèmes techniques, organisationnels et administratifs similaires à ceux rencontrés dans les projets routiers à grande échelle. Ces défis nous ont permis de mieux comprendre les réalités du métier d'ingénieur.

Le projet porte sur l'étude d'Avant-Projet Détaillé (APD) d'un tronçon de 10 km de la liaison autoroutière reliant Sidi Bel Abbès à Saïda, allant du PK 100+000 au PK 110+000, intégrant également la conception d'un échangeur reliant cette liaison à la RN104.

L'objectif principal de ce projet est de contribuer au développement durable du pays à travers la mise à niveau des infrastructures routières, en veillant à fournir des services de qualité aux usagers et à répondre aux besoins croissants en matière de transport.

L'étude a été conduite en suivant les différentes étapes de conception d'une autoroute, conformément aux normes et guides techniques en vigueur, notamment :

- Le Guide des Terrassements Routiers (GTR, fascicules 1 et 2),
- Le Catalogue Algérien de Dimensionnement des Chaussées Neuves (CTTP),
- Le manuel ICTAAL.

Nous avons également utilisé plusieurs outils logiciels spécialisés tels que Autodesk AutoCAD, Covadis, Civil 3D, ALIZE. Ces outils nous ont permis de réaliser des calculs fiables et de produire des résultats techniques précis.

Sur le plan géométrique, nous avons étudié :

- Le tracé en plan ;
- Les profils en long et en travers ;
- La géométrie des sections courantes (voies, accotements, fossés, emprise) ;
- La conception des pentes de talus et pentes transversales, essentielles pour la stabilité et l'écoulement des eaux.

Grâce à cette approche, nous avons pu :

- Déterminer la forme optimale de l'autoroute selon les contraintes du terrain ;
- Optimiser les dimensions fonctionnelles et sécuritaires des différentes composantes de la plateforme ;
- Veiller à la stabilité géotechnique des ouvrages projetés.

Bilan personnel

Ce projet a été pour nous une véritable opportunité d'apprentissage. Il nous a permis de relever un défi concret, de développer notre sens de la rigueur et de la responsabilité, tout en posant les bases de notre future carrière d'ingénieur.

Il constitue un jalon essentiel dans notre parcours, marquant notre transition vers le monde professionnel avec des compétences techniques, méthodologiques et humaines renforcées.

BIBLIOGRAPHIE

Document :

1. ICTAAL 2015 – Instructions pour la Conception des Tracés des Autoroutes Algériennes.
2. ICTAAL – Échangeur – Instructions spécifiques à la conception des échangeurs autoroutiers.
3. B40 (1977) – Normes techniques d'aménagement des routes, édition octobre 1977.
4. CTTT (2000) – Catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves, Centre Technique des Travaux Publics.
5. SETRA (2006) – Assainissement Routier, Guide technique, édition octobre 2006.
6. Instruction interministérielle du 15 juillet 1974 – Signalisation routière (arrêté et instruction).
7. GTR (1992) – Guide des Terrassements Routiers : Réalisation des remblais et des couches de forme, LCPC & SETRA, norme NF-P 11-300.
8. Kalli F.Z, Goumettre A. – Manuel de projet de routes, Éditions OPU.
9. RPA 99 (Version 2003) – Règles Parasismiques Algériennes.
10. Cours d'hydraulique générale, ENSTP – 2e année.

Cours universitaires :

1. Cours de dimensionnement des chaussées, ENSTP – 2e année.
2. Cours de géotechnique routière, ENSTP – 4e année (M. Hammadi Kamel).
3. Cours d'hydraulique appliquée, ENSTP – 4e année (M. Lefkir).
4. Cours de routes, ENSTP (M. Mahrez).

Logiciels utilisés

1. CIVIL3D – Version 2021.
2. ALIZÉ-LCPC – Logiciel de dimensionnement des chaussées.
3. Google Earth – Analyse topographique.
4. Microsoft Office – Traitement de texte et mise en forme (Word, Excel, PowerPoint).

Autres références :

- Aide-mémoire Routes .
- Site Internet «www.setra.com».
- Site internet www.memoire online.com.
- Site internet www.4geniecivil.com.

Annexes

Listing de la géométrie de l'axe en plan

Client:FARES NEDJMEDDINE

Prepared by: FARES NEDJMEDDINE

Client

Preparer

Client Company

Your Company Name

Address 1

123 Main Street

Date: 03/06/2025 01:41:56

Axe en plan: Axe principal

Description:

Plage d'abscisse : Début: 99389.62, Fin: 110072.05

Elem	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			99389.62	231597.7840	3850656.0484
DR1	ANG=104.7854 (g)	83.949			
			99473.57	231681.4958	3850649.7439
ARC2	XC=231568.8481				
	YC=3849153.9798				
	R=1500.000	526.434			
			100000.00	232188.8668	3850519.8410
DR3	ANG=127.1280 (g)	118.624			
			100118.63	232296.8828	3850470.8082
ARC4	XC=231676.8642				
	YC=3849104.9470				
	R=1500.000	720.656			
			100839.28	232857.9486	3850029.6304
DR5	ANG=157.7136 (g)	169.674			
			101008.96	232962.5453	3849896.0306
ARC6	XC=231781.4609				
	YC=3848971.3471				
	R=1500.000	247.013			
			101255.97	233098.1523	3849689.9038

DR7	ANG=168.1971 (g)	177.499			
			101433.47	233183.1812	3849534.0959
ARC8	XC=236515.0635				
	YC=3851352.4006				
	R=3795.744	358.665			
			101792.14	233369.6035	3849227.8412
DR9	ANG=162.1816 (g)	248.076			
			102040.21	233508.4569	3849022.2654
ARC10	XC=232265.4357				
	YC=3848182.6831				
	R=1500.000	939.511			
			102979.72	233764.6538	3848134.2555
DR11	ANG=202.0557 (g)	570.976			
			103550.70	233746.2198	3847563.5771
ARC12	XC=232247.0017				
	YC=3847612.0047				
	R=1500.000	126.771			
			103677.47	233736.7808	3847437.1957
DR13	ANG=207.4360 (g)	300.824			
			103978.29	233701.7230	3847138.4218
ARC14	XC=231323.5800				
	YC=3847417.4705				
	R=2394.459	819.516			
			104797.81	233470.1391	3846356.4726
DR15	ANG=229.2247 (g)	1137.478			
			105935.29	232966.1162	3845336.7580
ARC16	XC=231621.4120				
	YC=3846001.4162				

	R=1500.000	344.716			
			106280.00	232779.3588	3845047.9179
DR17	ANG=243.8548 (g)	197.716			
			106477.72	232653.6775	3844895.2880
ARC18	XC=233811.6243				
	YC=3843941.7897				
	R=1500.000	617.565			
			107095.28	232368.8699	3844352.2281
DR19	ANG=217.6446 (g)	708.857			
			107804.14	232174.9086	3843670.4241
ARC20	XC=233617.6630				
	YC=3843259.9857				
	R=1500.000	6.815			
			107810.96	232173.0588	3843663.8652
DR21	ANG=217.3554 (g)	804.650			
			108615.61	231956.4044	3842888.9313
ARC22	XC=233401.0086				
	YC=3842485.0518				
	R=1500.000	373.178			
			108988.78	231901.4345	3842520.7966
DR23	ANG=201.5172 (g)	1083.268			
			110072.05	231875.6204	3841437.8362

Listing de la géométrie de profil en long

Client: FARES NEDJMEDDINE

Prepared by: FARES NEDJMEDDINE

Client

Preparer

Client Company

Your Company Name

Address 1

123 Main Street

Date: 03/06/2025 01:43:41

Profil en long : LIGNE R

Description:

Plage d'abscisse : Début: 99389.62, Fin: 110072.05

LONGUEUR DE L'AXE : 10682.430m

Elément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			99861.83	1102.408
PAR0	S= 100017.97 Z= 1098.494 Point élevé= 1102.408m (99861.83)			
	R= 12500.000	312.277		
			100174.11	1090.680
D1	PENTE= -5.00%	1039.936		
			101214.05	1038.633
PAR1	S= 101575.00 Z= 1020.568 Point bas= 1025.483m (101739.55)			
	R= 10500.000	721.908		
			101935.95	1027.320
D2	PENTE= 1.87%	1135.775		
			103071.73	1048.564
PAR2	S= 103140.46 Z= 1049.850 Point bas= 1048.564m (103071.73)			
	R= 4500.000	137.464		
			103209.19	1053.235
D3	PENTE= 4.93%	135.947		

			103345.14	1059.931
PAR3	S= 103495.62 Z= 1067.342 Point élevé= 1071.131m (103646.09)			
	R= 12500.000	300.950		
			103646.09	1071.131
D4	PENTE= 2.52%	105.927		
			103752.02	1073.798
PAR4	S= 103779.08 Z= 1074.479 Point bas= 1073.798m (103752.02)			
	R= 4500.000	54.130		
			103806.15	1075.486
D5	PENTE= 3.72%	332.627		
			104138.77	1087.862
PAR5	S= 104160.84 Z= 1088.683 Point bas= 1087.862m (104138.77)			
	R= 4500.000	44.134		
			104182.91	1089.720
D6	PENTE= 4.70%	248.353		
			104431.26	1101.396
PAR6	S= 104451.37 Z= 1102.342 Point bas= 1101.396m (104431.26)			
	R= 12500.000	40.227		
			104471.49	1103.352
D7	PENTE= 5.02%	482.302		
			104953.79	1127.579
PAR7	S= 105144.95 Z= 1137.181 Point élevé= 1140.936m (105336.12)			
	R= 12500.000	382.327		
			105336.12	1140.936
D8	PENTE= 1.96%	743.461		

			106079.58	1155.542
PAR8	S= 106171.11 Z= 1157.340 Point élevé= 1157.797m (106262.64)			
	R= 12500.000	183.063		
			106262.64	1157.797
D9	PENTE= 0.50%	576.623		
			106839.27	1160.681
PAR9	S= 106899.09 Z= 1160.980 Point élevé= 1160.837m (106901.77)			
	R= 12500.000	119.658		
			106958.92	1160.706
D10	PENTE= -0.46%	3113.127		
			110072.05	1146.471

Rapport sur les volumes

Rapport sur les volumes

Client :

Client

Client Company

Address 1

Date : 09/06/2025 11:23:16

Préparé par :

Preparer

Your Company Name

123 Main Street

Axe Axe principal:

Groupe de tabulations: GTB--Axe principal

Abscisse curviligne de départ: 99389.62

Abscisse curviligne de fin: 110072.05

Abscisse curviligne	Surface de déblai (m ²)	Volume de déblai (m ³)	Volume réutilisable (m ³)	Surface de remblai (m ²)	Volume de remblai (m ³)	Vol. déblai cum. (m ³)	Vol. réutilisable cum. (m ³)	Vol. remblai cum. (m ³)	Vol. net cum. (m ³)
100000.00	1,184.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100025.00	1,305.44	31,128.58	31,128.58	0.00	0.00	31,128.58	0.00	0.00	31,128.58
100050.00	1,467.42	34,660.76	34,660.76	0.00	0.00	65,789.33	0.00	0.00	65,789.33

100075.00	1,644.12	38,894.26	38,894.26	0.00	0.00	104,683.59	0.00	0.00	104,683.59
100100.00	1,822.81	43,336.58	43,336.58	0.00	0.00	148,020.17	0.00	0.00	148,020.17
100125.00	1,879.19	46,274.98	46,274.98	0.00	0.00	194,295.15	0.00	0.00	194,295.15
100150.00	1,864.52	46,796.39	46,796.39	0.00	0.00	241,091.53	0.00	0.00	241,091.53
100175.00	1,894.22	46,984.29	46,984.29	0.00	0.00	288,075.82	0.00	0.00	288,075.82
100200.00	2,016.84	48,888.24	48,888.24	0.00	0.00	336,964.06	0.00	0.00	336,964.06
100225.00	2,172.92	52,371.99	52,371.99	0.00	0.00	389,336.05	0.00	0.00	389,336.05
100250.00	2,163.34	54,203.24	54,203.24	0.00	0.00	443,539.30	0.00	0.00	443,539.30
100275.00	1,945.62	51,361.94	51,361.94	0.00	0.00	494,901.24	0.00	0.00	494,901.24
100300.00	1,691.21	45,460.36	45,460.36	0.00	0.00	540,361.60	0.00	0.00	540,361.60
100325.00	1,459.71	39,386.47	39,386.47	0.00	0.00	579,748.07	0.00	0.00	579,748.07
100350.00	1,195.60	33,191.31	33,191.31	0.00	0.00	612,939.38	0.00	0.00	612,939.38
100375.00	956.68	26,903.46	26,903.46	0.00	0.00	639,842.84	0.00	0.00	639,842.84
100400.00	730.78	21,093.23	21,093.23	0.00	0.00	660,936.07	0.00	0.00	660,936.07

100425.00	505.36	15,451.81	15,451.81	0.00	0.00	676,387.88	0.00	0.00	676,387.88
100450.00	297.84	10,040.10	10,040.10	0.00	0.00	686,427.99	0.00	0.00	686,427.99
100475.00	136.01	5,423.11	5,423.11	0.00	0.00	691,851.10	0.00	0.00	691,851.10
100500.00	0.05	1,700.75	1,700.75	14.55	181.88	693,551.85	181.88	181.88	693,369.97
100525.00	0.00	0.69	0.69	227.88	3,030.38	693,552.53	3,212.26	3,212.26	690,340.28
100550.00	0.00	0.00	0.00	385.57	7,668.15	693,552.53	10,880.41	10,880.41	682,672.12
100575.00	0.03	0.35	0.35	160.13	6,821.23	693,552.89	17,701.64	17,701.64	675,851.25
100600.00	9.13	114.47	114.47	78.54	2,983.34	693,667.35	20,684.97	20,684.97	672,982.38
100625.00	0.18	116.41	116.41	104.42	2,287.07	693,783.76	22,972.04	22,972.04	670,811.72
100650.00	9.57	121.90	121.90	111.81	2,702.95	693,905.66	25,674.99	25,674.99	668,230.68
100675.00	35.25	560.24	560.24	219.00	4,135.15	694,465.90	29,810.13	29,810.13	664,655.77
100700.00	0.00	440.63	440.63	431.08	8,125.94	694,906.54	37,936.07	37,936.07	656,970.46
100725.00	0.00	0.00	0.00	693.28	14,054.43	694,906.54	51,990.50	51,990.50	642,916.03
100750.00	0.00	0.00	0.00	548.48	15,521.94	694,906.54	67,512.44	67,512.44	627,394.09

100775.00	0.00	0.00	0.00	519.77	13,353.09	694,906.54	80,865.53	80,865.53	614,041.01
100800.00	0.00	0.00	0.00	641.12	14,511.20	694,906.54	95,376.73	95,376.73	599,529.81
100825.00	0.00	0.00	0.00	775.37	17,706.17	694,906.54	113,082.90	113,082.90	581,823.63
100850.00	0.00	0.00	0.00	863.74	20,488.83	694,906.54	133,571.73	133,571.73	561,334.81
100875.00	0.00	0.00	0.00	947.96	22,646.19	694,906.54	156,217.92	156,217.92	538,688.62
100900.00	0.00	0.00	0.00	979.96	24,099.00	694,906.54	180,316.92	180,316.92	514,589.61
100925.00	0.00	0.00	0.00	982.26	24,527.82	694,906.54	204,844.74	204,844.74	490,061.80
100950.00	0.00	0.00	0.00	967.11	24,367.21	694,906.54	229,211.95	229,211.95	465,694.59
100975.00	0.00	0.00	0.00	968.55	24,195.78	694,906.54	253,407.72	253,407.72	441,498.81
101000.00	0.00	0.00	0.00	950.50	23,988.15	694,906.54	277,395.87	277,395.87	417,510.66
101025.00	0.00	0.00	0.00	847.32	22,472.81	694,906.54	299,868.69	299,868.69	395,037.85
101050.00	0.00	0.00	0.00	732.17	19,743.66	694,906.54	319,612.35	319,612.35	375,294.19
101075.00	0.00	0.00	0.00	642.97	17,189.27	694,906.54	336,801.62	336,801.62	358,104.92
101100.00	0.00	0.00	0.00	562.67	15,070.51	694,906.54	351,872.13	351,872.13	343,034.40

101125.00	0.00	0.00	0.00	453.90	12,707.09	694,906.54	364,579.22	364,579.22	330,327.32
101150.00	0.00	0.00	0.00	309.19	9,538.63	694,906.54	374,117.85	374,117.85	320,788.69
101175.00	0.00	0.00	0.00	194.36	6,294.38	694,906.54	380,412.23	380,412.23	314,494.30
101200.00	0.00	0.00	0.00	95.47	3,622.81	694,906.54	384,035.04	384,035.04	310,871.49
101225.00	0.00	0.00	0.00	46.76	1,777.86	694,906.54	385,812.91	385,812.91	309,093.63
101250.00	0.92	11.48	11.48	10.13	711.19	694,918.02	386,524.09	386,524.09	308,393.92
101275.00	6.20	89.03	89.03	1.52	145.74	695,007.05	386,669.83	386,669.83	308,337.21
101300.00	26.67	410.98	410.98	0.47	24.92	695,418.03	386,694.76	386,694.76	308,723.27
101325.00	41.71	854.83	854.83	0.00	5.86	696,272.86	386,700.62	386,700.62	309,572.24
101350.00	51.81	1,169.06	1,169.06	0.00	0.00	697,441.92	386,700.62	386,700.62	310,741.30
101375.00	62.93	1,434.29	1,434.29	0.00	0.00	698,876.21	386,700.62	386,700.62	312,175.60
101400.00	70.32	1,665.61	1,665.61	0.00	0.00	700,541.82	386,700.62	386,700.62	313,841.21
101425.00	84.38	1,933.67	1,933.67	0.00	0.00	702,475.49	386,700.62	386,700.62	315,774.88
101450.00	83.81	2,102.30	2,102.30	0.00	0.00	704,577.79	386,700.62	386,700.62	317,877.17

101475.00	75.94	1,996.90	1,996.90	0.00	0.00	706,574.69	386,700.62	386,700.62	319,874.07
101500.00	69.85	1,822.48	1,822.48	0.00	0.00	708,397.17	386,700.62	386,700.62	321,696.56
101525.00	77.45	1,841.25	1,841.25	0.00	0.00	710,238.42	386,700.62	386,700.62	323,537.81
101550.00	56.36	1,672.58	1,672.58	0.04	0.45	711,911.01	386,701.07	386,701.07	325,209.94
101575.00	26.51	1,035.91	1,035.91	0.28	3.98	712,946.92	386,705.05	386,705.05	326,241.87
101600.00	2.55	363.32	363.32	2.45	34.11	713,310.24	386,739.15	386,739.15	326,571.08
101625.00	0.00	31.92	31.92	29.05	393.65	713,342.16	387,132.80	387,132.80	326,209.36
101650.00	0.00	0.00	0.00	69.20	1,228.04	713,342.16	388,360.84	388,360.84	324,981.32
101675.00	0.00	0.00	0.00	128.00	2,464.96	713,342.16	390,825.80	390,825.80	322,516.36
101700.00	0.00	0.00	0.00	156.12	3,551.47	713,342.16	394,377.26	394,377.26	318,964.90
101725.00	0.00	0.00	0.00	146.91	3,787.89	713,342.16	398,165.15	398,165.15	315,177.00
101750.00	0.00	0.00	0.00	159.22	3,826.68	713,342.16	401,991.84	401,991.84	311,350.32
101775.00	0.00	0.00	0.00	150.42	3,870.47	713,342.16	405,862.31	405,862.31	307,479.85
101800.00	0.00	0.00	0.00	183.81	4,177.81	713,342.16	410,040.11	410,040.11	303,302.05

101825.00	0.00	0.00	0.00	171.07	4,435.94	713,342.16	414,476.05	414,476.05	298,866.11
101850.00	0.00	0.00	0.00	123.11	3,677.14	713,342.16	418,153.19	418,153.19	295,188.97
101875.00	0.00	0.00	0.00	86.92	2,625.32	713,342.16	420,778.51	420,778.51	292,563.65
101900.00	0.00	0.00	0.00	63.59	1,881.33	713,342.16	422,659.83	422,659.83	290,682.33
101925.00	0.00	0.00	0.00	53.11	1,458.74	713,342.16	424,118.57	424,118.57	289,223.58
101950.00	0.00	0.00	0.00	49.04	1,276.93	713,342.16	425,395.50	425,395.50	287,946.65
101975.00	0.00	0.00	0.00	34.00	1,038.03	713,342.16	426,433.54	426,433.54	286,908.62
102000.00	0.64	7.96	7.96	9.53	544.16	713,350.12	426,977.70	426,977.70	286,372.42
102025.00	17.87	231.39	231.39	1.52	138.12	713,581.51	427,115.82	427,115.82	286,465.69
102050.00	47.85	821.59	821.59	0.00	18.98	714,403.10	427,134.80	427,134.80	287,268.30
102075.00	30.37	977.81	977.81	0.46	5.76	715,380.91	427,140.57	427,140.57	288,240.34
102100.00	0.00	379.64	379.64	67.11	844.58	715,760.55	427,985.15	427,985.15	287,775.40
102125.00	0.00	0.00	0.00	189.27	3,204.65	715,760.55	431,189.80	431,189.80	284,570.76
102150.00	0.00	0.00	0.00	323.14	6,405.11	715,760.55	437,594.90	437,594.90	278,165.65

102175.00	0.00	0.00	0.00	487.67	10,135.21	715,760.55	447,730.12	447,730.12	268,030.43
102200.00	0.00	0.00	0.00	655.73	14,292.55	715,760.55	462,022.67	462,022.67	253,737.88
102225.00	0.00	0.00	0.00	800.12	18,198.15	715,760.55	480,220.82	480,220.82	235,539.73
102250.00	0.00	0.00	0.00	863.97	20,801.11	715,760.55	501,021.93	501,021.93	214,738.62
102275.00	0.00	0.00	0.00	805.26	20,865.28	715,760.55	521,887.21	521,887.21	193,873.35
102300.00	0.00	0.00	0.00	737.24	19,281.19	715,760.55	541,168.39	541,168.39	174,592.16
102325.00	0.00	0.00	0.00	546.75	16,049.89	715,760.55	557,218.28	557,218.28	158,542.27
102350.00	0.00	0.00	0.00	382.62	11,617.18	715,760.55	568,835.46	568,835.46	146,925.09
102375.00	0.00	0.00	0.00	250.39	7,912.66	715,760.55	576,748.11	576,748.11	139,012.44
102400.00	0.00	0.00	0.00	108.94	4,491.60	715,760.55	581,239.71	581,239.71	134,520.84
102425.00	16.45	205.59	205.59	2.98	1,398.97	715,966.14	582,638.68	582,638.68	133,327.46
102450.00	101.58	1,475.37	1,475.37	0.00	37.25	717,441.50	582,675.93	582,675.93	134,765.58
102475.00	208.42	3,875.07	3,875.07	0.00	0.00	721,316.58	582,675.93	582,675.93	138,640.65
102500.00	176.18	4,807.58	4,807.58	0.00	0.00	726,124.16	582,675.93	582,675.93	143,448.23

102525.00	116.12	3,653.79	3,653.79	0.00	0.00	729,777.94	582,675.93	582,675.93	147,102.02
102550.00	46.40	2,031.47	2,031.47	0.39	4.82	731,809.41	582,680.75	582,680.75	149,128.66
102575.00	4.76	639.52	639.52	15.22	195.07	732,448.93	582,875.82	582,875.82	149,573.10
102600.00	0.29	63.17	63.17	30.65	573.41	732,512.09	583,449.24	583,449.24	149,062.86
102625.00	0.11	4.94	4.94	32.39	787.98	732,517.03	584,237.22	584,237.22	148,279.81
102650.00	0.00	1.31	1.31	40.38	909.58	732,518.35	585,146.80	585,146.80	147,371.54
102675.00	0.08	1.01	1.01	38.87	990.61	732,519.36	586,137.41	586,137.41	146,381.95
102700.00	2.15	27.92	27.92	19.59	730.69	732,547.27	586,868.10	586,868.10	145,679.18
102725.00	30.88	412.92	412.92	1.13	258.98	732,960.19	587,127.08	587,127.08	145,833.11
102750.00	76.94	1,347.79	1,347.79	0.04	14.67	734,307.98	587,141.75	587,141.75	147,166.23
102775.00	107.90	2,310.51	2,310.51	0.00	0.53	736,618.49	587,142.29	587,142.29	149,476.20
102800.00	111.65	2,744.42	2,744.42	0.00	0.00	739,362.91	587,142.29	587,142.29	152,220.62
102825.00	74.75	2,330.05	2,330.05	0.00	0.05	741,692.96	587,142.34	587,142.34	154,550.62
102850.00	25.76	1,256.34	1,256.34	1.24	15.53	742,949.30	587,157.87	587,157.87	155,791.43

102875.00	0.45	327.64	327.64	37.48	484.02	743,276.94	587,641.89	587,641.89	155,635.05
102900.00	0.00	5.66	5.66	92.59	1,625.87	743,282.60	589,267.76	589,267.76	154,014.84
102925.00	0.00	0.00	0.00	143.63	2,952.69	743,282.60	592,220.45	592,220.45	151,062.16
102950.00	0.00	0.00	0.00	169.29	3,911.44	743,282.60	596,131.89	596,131.89	147,150.72
102975.00	0.00	0.00	0.00	190.86	4,501.87	743,282.60	600,633.76	600,633.76	142,648.84
103000.00	0.00	0.00	0.00	195.60	4,830.77	743,282.60	605,464.53	605,464.53	137,818.07
103025.00	0.00	0.00	0.00	186.22	4,772.73	743,282.60	610,237.27	610,237.27	133,045.34
103050.00	0.00	0.00	0.00	157.83	4,300.64	743,282.60	614,537.91	614,537.91	128,744.70
103075.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,972.88	743,282.60	616,510.79	616,510.79	126,771.82
103100.00	0.25	3.11	3.11	41.16	514.50	743,285.71	617,025.28	617,025.28	126,260.43
103125.00	5.60	73.07	73.07	20.21	767.07	743,358.78	617,792.35	617,792.35	125,566.43
103150.00	17.12	283.95	283.95	21.85	525.73	743,642.73	618,318.08	618,318.08	125,324.64
103175.00	20.68	472.52	472.52	21.31	539.52	744,115.25	618,857.60	618,857.60	125,257.65
103200.00	17.00	470.99	470.99	18.42	496.56	744,586.24	619,354.16	619,354.16	125,232.08

103225.00	18.70	446.22	446.22	15.80	427.69	745,032.46	619,781.85	619,781.85	125,250.62
103250.00	24.11	535.17	535.17	8.98	309.74	745,567.64	620,091.59	620,091.59	125,476.05
103275.00	53.48	969.88	969.88	1.79	134.58	746,537.52	620,226.17	620,226.17	126,311.35
103300.00	49.13	1,282.66	1,282.66	1.62	42.61	747,820.18	620,268.79	620,268.79	127,551.39
103325.00	51.31	1,255.60	1,255.60	0.84	30.75	749,075.78	620,299.54	620,299.54	128,776.24
103350.00	78.05	1,617.09	1,617.09	0.41	15.61	750,692.87	620,315.15	620,315.15	130,377.72
103375.00	128.68	2,584.20	2,584.20	0.00	5.16	753,277.06	620,320.31	620,320.31	132,956.76
103400.00	188.42	3,963.80	3,963.80	0.00	0.00	757,240.86	620,320.31	620,320.31	136,920.56
103425.00	204.40	4,910.34	4,910.34	0.00	0.00	762,151.21	620,320.31	620,320.31	141,830.90
103450.00	249.96	5,679.61	5,679.61	0.00	0.00	767,830.82	620,320.31	620,320.31	147,510.51
103475.00	245.03	6,187.39	6,187.39	0.00	0.00	774,018.21	620,320.31	620,320.31	153,697.90
103500.00	243.02	6,100.63	6,100.63	0.00	0.00	780,118.84	620,320.31	620,320.31	159,798.53
103525.00	241.64	6,058.29	6,058.29	0.00	0.00	786,177.14	620,320.31	620,320.31	165,856.83
103550.00	234.73	5,954.60	5,954.60	0.00	0.00	792,131.74	620,320.31	620,320.31	171,811.43

103575.00	217.20	5,649.09	5,649.09	0.00	0.00	797,780.83	620,320.31	620,320.31	177,460.52
103600.00	207.39	5,307.40	5,307.40	0.00	0.00	803,088.22	620,320.31	620,320.31	182,767.91
103625.00	176.96	4,804.46	4,804.46	0.00	0.00	807,892.69	620,320.31	620,320.31	187,572.38
103650.00	114.96	3,649.08	3,649.08	0.19	2.36	811,541.77	620,322.67	620,322.67	191,219.10
103675.00	32.74	1,846.22	1,846.22	42.01	527.54	813,387.98	620,850.21	620,850.21	192,537.77
103700.00	0.00	409.20	409.20	206.54	3,106.98	813,797.18	623,957.19	623,957.19	189,839.99
103725.00	0.00	0.00	0.00	187.06	4,920.03	813,797.18	628,877.22	628,877.22	184,919.96
103750.00	0.00	0.00	0.00	64.85	3,148.83	813,797.18	632,026.05	632,026.05	181,771.13
103775.00	17.49	218.67	218.67	0.64	818.65	814,015.84	632,844.70	632,844.70	181,171.15
103800.00	40.79	728.60	728.60	0.17	10.18	814,744.44	632,854.87	632,854.87	181,889.57
103825.00	25.07	823.28	823.28	0.20	4.69	815,567.72	632,859.56	632,859.56	182,708.16
103850.00	15.09	501.94	501.94	0.72	11.53	816,069.65	632,871.10	632,871.10	183,198.56
103875.00	1.15	202.93	202.93	23.08	297.52	816,272.58	633,168.61	633,168.61	183,103.97
103900.00	2.41	44.49	44.49	23.43	581.39	816,317.07	633,750.01	633,750.01	182,567.07

103925.00	9.99	155.07	155.07	10.25	421.01	816,472.14	634,171.02	634,171.02	182,301.12
103950.00	38.68	608.38	608.38	0.71	137.10	817,080.52	634,308.12	634,308.12	182,772.40
103975.00	42.97	1,020.61	1,020.61	1.31	25.34	818,101.13	634,333.46	634,333.46	183,767.67
104000.00	28.83	897.51	897.51	13.99	191.28	818,998.64	634,524.74	634,524.74	184,473.90
104025.00	4.44	415.91	415.91	134.96	1,861.83	819,414.55	636,386.57	636,386.57	183,027.98
104050.00	0.00	55.55	55.55	359.20	6,176.94	819,470.09	642,563.51	642,563.51	176,906.59
104075.00	0.00	0.00	0.00	725.09	13,553.64	819,470.09	656,117.14	656,117.14	163,352.95
104100.00	0.00	0.00	0.00	876.50	20,019.87	819,470.09	676,137.01	676,137.01	143,333.08
104125.00	0.00	0.00	0.00	836.39	21,411.10	819,470.09	697,548.11	697,548.11	121,921.98
104150.00	0.00	0.00	0.00	691.00	19,092.33	819,470.09	716,640.44	716,640.44	102,829.65
104175.00	0.00	0.00	0.00	519.56	15,131.92	819,470.09	731,772.37	731,772.37	87,697.73
104200.00	0.00	0.00	0.00	398.68	11,477.92	819,470.09	743,250.29	743,250.29	76,219.80
104225.00	0.00	0.00	0.00	338.47	9,214.38	819,470.09	752,464.67	752,464.67	67,005.43
104250.00	0.00	0.00	0.00	327.91	8,329.84	819,470.09	760,794.51	760,794.51	58,675.59

104275.00	0.00	0.00	0.00	323.35	8,140.74	819,470.09	768,935.25	768,935.25	50,534.85
104300.00	0.00	0.00	0.00	307.42	7,884.60	819,470.09	776,819.85	776,819.85	42,650.25
104325.00	0.00	0.00	0.00	288.02	7,443.09	819,470.09	784,262.94	784,262.94	35,207.16
104350.00	0.00	0.00	0.00	287.71	7,196.72	819,470.09	791,459.66	791,459.66	28,010.44
104375.00	0.00	0.00	0.00	266.33	6,925.59	819,470.09	798,385.25	798,385.25	21,084.85
104400.00	0.00	0.00	0.00	244.37	6,383.77	819,470.09	804,769.02	804,769.02	14,701.08
104425.00	0.00	0.00	0.00	200.72	5,563.60	819,470.09	810,332.61	810,332.61	9,137.48
104450.00	0.00	0.00	0.00	154.43	4,439.40	819,470.09	814,772.01	814,772.01	4,698.08
104475.00	0.25	3.10	3.10	67.89	2,779.01	819,473.19	817,551.02	817,551.02	1,922.17
104500.00	27.99	353.01	353.01	20.50	1,104.93	819,826.20	818,655.96	818,655.96	1,170.25
104525.00	98.11	1,576.25	1,576.25	2.75	290.64	821,402.45	818,946.59	818,946.59	2,455.86
104549.36	96.04	2,365.09	2,365.09	5.65	102.28	823,767.54	819,048.87	819,048.87	4,718.68
104550.00	94.38	60.57	60.57	6.04	3.72	823,828.11	819,052.59	819,052.59	4,775.53
104575.00	22.36	1,459.36	1,459.36	51.34	717.27	825,287.47	819,769.85	819,769.85	5,517.62

104600.00	0.02	279.81	279.81	244.38	3,696.53	825,567.28	823,466.38	823,466.38	2,100.89
104625.00	0.00	0.26	0.26	329.67	7,175.68	825,567.53	830,642.06	830,642.06	-5,074.53
104650.00	0.00	0.00	0.00	224.80	6,930.86	825,567.53	837,572.92	837,572.92	-12,005.39
104675.00	0.00	0.00	0.00	146.82	4,645.15	825,567.53	842,218.07	842,218.07	-16,650.54
104700.00	2.61	32.62	32.62	71.49	2,728.84	825,600.15	844,946.91	844,946.91	-19,346.76
104725.00	20.46	288.39	288.39	46.10	1,469.89	825,888.54	846,416.80	846,416.80	-20,528.26
104750.00	16.93	467.40	467.40	54.04	1,251.77	826,355.94	847,668.57	847,668.57	-21,312.63
104775.00	28.01	561.77	561.77	55.63	1,370.93	826,917.71	849,039.50	849,039.50	-22,121.79
104800.00	35.10	788.83	788.83	11.55	839.78	827,706.54	849,879.28	849,879.28	-22,172.74
104825.00	66.69	1,272.38	1,272.38	1.82	167.05	828,978.92	850,046.33	850,046.33	-21,067.41
104850.00	107.27	2,174.55	2,174.55	0.97	34.76	831,153.46	850,081.09	850,081.09	-18,927.62
104875.00	180.41	3,595.96	3,595.96	0.00	12.07	834,749.43	850,093.16	850,093.16	-15,343.73
104900.00	279.72	5,751.55	5,751.55	0.00	0.00	840,500.98	850,093.16	850,093.16	-9,592.18
104925.00	391.09	8,385.07	8,385.07	0.00	0.00	848,886.05	850,093.16	850,093.16	-1,207.11

104950.00	483.29	10,929.69	10,929.69	0.00	0.00	859,815.74	850,093.16	850,093.16	9,722.58
104975.00	567.26	13,131.88	13,131.88	0.00	0.00	872,947.62	850,093.16	850,093.16	22,854.47
105000.00	623.24	14,881.29	14,881.29	0.00	0.00	887,828.92	850,093.16	850,093.16	37,735.76
105025.00	607.13	15,379.66	15,379.66	0.00	0.00	903,208.57	850,093.16	850,093.16	53,115.41
105050.00	542.34	14,368.37	14,368.37	0.00	0.00	917,576.94	850,093.16	850,093.16	67,483.78
105075.00	522.40	13,309.13	13,309.13	0.00	0.00	930,886.07	850,093.16	850,093.16	80,792.91
105100.00	601.61	14,050.04	14,050.04	0.00	0.00	944,936.11	850,093.16	850,093.16	94,842.95
105125.00	757.62	16,990.38	16,990.38	0.00	0.00	961,926.49	850,093.16	850,093.16	111,833.33
105150.00	946.78	21,305.06	21,305.06	0.00	0.00	983,231.55	850,093.16	850,093.16	133,138.39
105175.00	1,138.71	26,068.62	26,068.62	0.00	0.00	1,009,300.17	850,093.16	850,093.16	159,207.01
105200.00	1,304.14	30,535.54	30,535.54	0.00	0.00	1,039,835.71	850,093.16	850,093.16	189,742.55
105225.00	1,394.70	33,735.49	33,735.49	0.00	0.00	1,073,571.21	850,093.16	850,093.16	223,478.05
105250.00	1,123.23	31,474.22	31,474.22	0.00	0.00	1,105,045.43	850,093.16	850,093.16	254,952.27
105275.00	810.30	24,169.22	24,169.22	0.00	0.00	1,129,214.65	850,093.16	850,093.16	279,121.49

105300.00	562.19	17,156.22	17,156.22	0.00	0.00	1,146,370.86	850,093.16	850,093.16	296,277.71
105325.00	372.54	11,684.22	11,684.22	0.00	0.00	1,158,055.08	850,093.16	850,093.16	307,961.92
105350.00	213.88	7,330.26	7,330.26	0.00	0.00	1,165,385.34	850,093.16	850,093.16	315,292.18
105375.00	87.44	3,766.42	3,766.42	0.63	7.86	1,169,151.76	850,101.01	850,101.01	319,050.75
105400.00	16.18	1,295.21	1,295.21	8.68	116.37	1,170,446.97	850,217.38	850,217.38	320,229.59
105425.00	0.00	202.25	202.25	104.99	1,420.94	1,170,649.22	851,638.32	851,638.32	319,010.91
105450.00	0.00	0.00	0.00	263.06	4,600.65	1,170,649.22	856,238.96	856,238.96	314,410.26
105475.00	0.00	0.00	0.00	500.72	9,547.27	1,170,649.22	865,786.23	865,786.23	304,862.99
105500.00	0.00	0.00	0.00	817.61	16,479.24	1,170,649.22	882,265.47	882,265.47	288,383.75
105525.00	0.00	0.00	0.00	1,025.41	23,037.77	1,170,649.22	905,303.24	905,303.24	265,345.98
105550.00	0.00	0.00	0.00	1,136.41	27,022.73	1,170,649.22	932,325.98	932,325.98	238,323.25
105575.00	0.00	0.00	0.00	1,308.56	30,562.14	1,170,649.22	962,888.12	962,888.12	207,761.11
105600.00	0.00	0.00	0.00	1,393.61	33,777.09	1,170,649.22	996,665.21	996,665.21	173,984.02
105625.00	0.00	0.00	0.00	1,510.36	36,299.59	1,170,649.22	1,032,964.79	1,032,964.79	137,684.43

105650.00	0.00	0.00	0.00	1,652.81	39,539.57	1,170,649.22	1,072,504.36	1,072,504.36	98,144.86
105675.00	0.00	0.00	0.00	1,777.22	42,875.28	1,170,649.22	1,115,379.64	1,115,379.64	55,269.58
105700.00	0.00	0.00	0.00	1,754.98	44,152.44	1,170,649.22	1,159,532.08	1,159,532.08	11,117.15
105725.00	0.00	0.00	0.00	1,656.37	42,641.85	1,170,649.22	1,202,173.93	1,202,173.93	-31,524.71
105750.00	0.00	0.00	0.00	1,453.23	38,870.01	1,170,649.22	1,241,043.94	1,241,043.94	-70,394.72
105775.00	0.00	0.00	0.00	1,249.84	33,788.42	1,170,649.22	1,274,832.37	1,274,832.37	-104,183.14
105800.00	0.00	0.00	0.00	1,012.11	28,274.39	1,170,649.22	1,303,106.76	1,303,106.76	-132,457.53
105825.00	0.00	0.00	0.00	809.24	22,766.82	1,170,649.22	1,325,873.57	1,325,873.57	-155,224.35
105850.00	0.00	0.00	0.00	621.85	17,888.58	1,170,649.22	1,343,762.15	1,343,762.15	-173,112.93
105875.00	0.00	0.00	0.00	447.66	13,368.82	1,170,649.22	1,357,130.97	1,357,130.97	-186,481.74
105900.00	0.00	0.00	0.00	274.72	9,029.75	1,170,649.22	1,366,160.72	1,366,160.72	-195,511.50
105925.00	0.00	0.00	0.00	124.66	4,992.27	1,170,649.22	1,371,152.99	1,371,152.99	-200,503.76
105950.00	9.16	114.45	114.45	6.94	1,644.97	1,170,763.67	1,372,797.96	1,372,797.96	-202,034.29
105975.00	129.75	1,736.37	1,736.37	0.00	86.76	1,172,500.04	1,372,884.72	1,372,884.72	-200,384.68

106000.00	252.97	4,783.99	4,783.99	0.00	0.00	1,177,284.03	1,372,884.72	1,372,884.72	-195,600.69
106025.00	202.94	5,698.76	5,698.76	0.00	0.00	1,182,982.79	1,372,884.72	1,372,884.72	-189,901.93
106050.00	169.21	4,651.82	4,651.82	0.00	0.00	1,187,634.61	1,372,884.72	1,372,884.72	-185,250.11
106075.00	147.83	3,963.03	3,963.03	0.00	0.00	1,191,597.65	1,372,884.72	1,372,884.72	-181,287.08
106100.00	144.65	3,656.03	3,656.03	0.00	0.00	1,195,253.68	1,372,884.72	1,372,884.72	-177,631.04
106125.00	111.76	3,205.08	3,205.08	0.00	0.00	1,198,458.76	1,372,884.72	1,372,884.72	-174,425.96
106150.00	87.76	2,493.99	2,493.99	0.00	0.00	1,200,952.75	1,372,884.72	1,372,884.72	-171,931.97
106175.00	73.26	2,012.74	2,012.74	0.00	0.00	1,202,965.49	1,372,884.72	1,372,884.72	-169,919.23
106200.00	52.13	1,567.38	1,567.38	0.00	0.00	1,204,532.87	1,372,884.72	1,372,884.72	-168,351.85
106225.00	36.58	1,108.87	1,108.87	0.02	0.29	1,205,641.74	1,372,885.01	1,372,885.01	-167,243.27
106250.00	31.59	852.11	852.11	0.08	1.35	1,206,493.85	1,372,886.36	1,372,886.36	-166,392.51
106275.00	51.80	1,042.35	1,042.35	0.00	1.05	1,207,536.20	1,372,887.41	1,372,887.41	-165,351.21
106300.00	63.39	1,439.80	1,439.80	0.00	0.00	1,208,976.00	1,372,887.41	1,372,887.41	-163,911.41
106325.00	52.90	1,453.63	1,453.63	0.00	0.00	1,210,429.63	1,372,887.41	1,372,887.41	-162,457.78

106350.00	42.00	1,186.31	1,186.31	0.00	0.00	1,211,615.94	1,372,887.41	1,372,887.41	-161,271.47
106375.00	31.82	922.76	922.76	0.20	2.52	1,212,538.70	1,372,889.93	1,372,889.93	-160,351.23
106400.00	34.03	823.14	823.14	0.20	5.05	1,213,361.84	1,372,894.99	1,372,894.99	-159,533.15
106425.00	43.65	971.06	971.06	0.02	2.77	1,214,332.90	1,372,897.76	1,372,897.76	-158,564.86
106450.00	54.76	1,230.13	1,230.13	0.00	0.23	1,215,563.03	1,372,897.99	1,372,897.99	-157,334.96
106475.00	65.06	1,497.70	1,497.70	0.00	0.00	1,217,060.73	1,372,897.99	1,372,897.99	-155,837.26
106500.00	73.53	1,732.30	1,732.30	0.00	0.00	1,218,793.02	1,372,897.99	1,372,897.99	-154,104.97
106525.00	77.45	1,887.28	1,887.28	0.00	0.00	1,220,680.30	1,372,897.99	1,372,897.99	-152,217.69
106550.00	78.10	1,944.49	1,944.49	0.00	0.00	1,222,624.79	1,372,897.99	1,372,897.99	-150,273.20
106575.00	76.15	1,928.22	1,928.22	0.00	0.00	1,224,553.01	1,372,897.99	1,372,897.99	-148,344.98
106600.00	68.49	1,808.08	1,808.08	0.00	0.00	1,226,361.09	1,372,897.99	1,372,897.99	-146,536.90
106625.00	59.89	1,604.80	1,604.80	0.00	0.00	1,227,965.89	1,372,897.99	1,372,897.99	-144,932.10
106650.00	52.52	1,405.12	1,405.12	0.00	0.00	1,229,371.01	1,372,897.99	1,372,897.99	-143,526.98
106675.00	52.02	1,306.69	1,306.69	0.00	0.00	1,230,677.70	1,372,897.99	1,372,897.99	-142,220.29

106700.00	58.62	1,382.99	1,382.99	0.00	0.00	1,232,060.68	1,372,897.99	1,372,897.99	-140,837.30
106725.00	68.53	1,589.40	1,589.40	0.00	0.00	1,233,650.08	1,372,897.99	1,372,897.99	-139,247.91
106750.00	55.31	1,548.03	1,548.03	0.00	0.00	1,235,198.11	1,372,897.99	1,372,897.99	-137,699.88
106775.00	57.95	1,415.81	1,415.81	0.00	0.00	1,236,613.92	1,372,897.99	1,372,897.99	-136,284.07
106800.00	60.51	1,480.75	1,480.75	0.00	0.00	1,238,094.67	1,372,897.99	1,372,897.99	-134,803.32
106825.00	63.21	1,546.51	1,546.51	0.00	0.00	1,239,641.18	1,372,897.99	1,372,897.99	-133,256.81
106850.00	62.12	1,566.70	1,566.70	0.00	0.00	1,241,207.88	1,372,897.99	1,372,897.99	-131,690.11
106875.00	60.93	1,538.21	1,538.21	0.00	0.00	1,242,746.09	1,372,897.99	1,372,897.99	-130,151.90
106900.00	56.87	1,472.55	1,472.55	0.00	0.00	1,244,218.64	1,372,897.99	1,372,897.99	-128,679.35
106925.00	52.92	1,372.38	1,372.38	0.00	0.00	1,245,591.01	1,372,897.99	1,372,897.99	-127,306.98
106950.00	63.71	1,457.92	1,457.92	0.00	0.00	1,247,048.93	1,372,897.99	1,372,897.99	-125,849.06
106975.00	70.75	1,680.83	1,680.83	0.00	0.00	1,248,729.77	1,372,897.99	1,372,897.99	-124,168.22
107000.00	66.38	1,714.13	1,714.13	0.00	0.00	1,250,443.89	1,372,897.99	1,372,897.99	-122,454.10
107025.00	61.20	1,594.76	1,594.76	0.00	0.00	1,252,038.66	1,372,897.99	1,372,897.99	-120,859.33

107050.00	56.04	1,465.60	1,465.60	0.00	0.00	1,253,504.26	1,372,897.99	1,372,897.99	-119,393.73
107075.00	49.02	1,313.27	1,313.27	0.00	0.00	1,254,817.53	1,372,897.99	1,372,897.99	-118,080.46
107100.00	43.85	1,160.83	1,160.83	0.05	0.59	1,255,978.36	1,372,898.58	1,372,898.58	-116,920.22
107125.00	49.07	1,161.55	1,161.55	0.00	0.59	1,257,139.91	1,372,899.17	1,372,899.17	-115,759.26
107150.00	49.93	1,237.51	1,237.51	0.00	0.00	1,258,377.42	1,372,899.17	1,372,899.17	-114,521.75
107175.00	47.72	1,220.62	1,220.62	0.00	0.00	1,259,598.04	1,372,899.17	1,372,899.17	-113,301.13
107200.00	46.65	1,179.64	1,179.64	0.00	0.00	1,260,777.68	1,372,899.17	1,372,899.17	-112,121.49
107225.00	23.90	881.86	881.86	0.35	4.38	1,261,659.54	1,372,903.55	1,372,903.55	-111,244.01
107250.00	16.33	502.85	502.85	1.03	17.24	1,262,162.39	1,372,920.79	1,372,920.79	-110,758.40
107275.00	7.77	301.18	301.18	0.96	24.84	1,262,463.57	1,372,945.63	1,372,945.63	-110,482.06
107300.00	16.53	303.69	303.69	1.18	26.73	1,262,767.26	1,372,972.35	1,372,972.35	-110,205.09
107325.00	25.95	531.03	531.03	0.54	21.55	1,263,298.29	1,372,993.90	1,372,993.90	-109,695.61
107350.00	38.18	801.64	801.64	0.49	12.95	1,264,099.93	1,373,006.85	1,373,006.85	-108,906.93
107375.00	62.61	1,259.87	1,259.87	0.00	6.15	1,265,359.80	1,373,013.01	1,373,013.01	-107,653.21

107400.00	39.39	1,275.01	1,275.01	0.53	6.60	1,266,634.81	1,373,019.61	1,373,019.61	-106,384.80
107425.00	15.19	682.18	682.18	0.73	15.73	1,267,316.99	1,373,035.34	1,373,035.34	-105,718.34
107450.00	11.80	337.32	337.32	1.04	22.16	1,267,654.31	1,373,057.50	1,373,057.50	-105,403.19
107475.00	10.77	282.15	282.15	1.02	25.79	1,267,936.46	1,373,083.29	1,373,083.29	-105,146.83
107500.00	2.23	162.51	162.51	3.76	59.73	1,268,098.97	1,373,143.02	1,373,143.02	-105,044.06
107525.00	4.39	82.79	82.79	3.90	95.68	1,268,181.76	1,373,238.71	1,373,238.71	-105,056.95
107550.00	12.33	209.09	209.09	0.93	60.34	1,268,390.85	1,373,299.05	1,373,299.05	-104,908.20
107575.00	10.53	285.84	285.84	1.12	25.59	1,268,676.69	1,373,324.64	1,373,324.64	-104,647.95
107600.00	12.79	291.54	291.54	0.90	25.17	1,268,968.23	1,373,349.81	1,373,349.81	-104,381.58
107625.00	17.70	381.13	381.13	0.72	20.25	1,269,349.36	1,373,370.06	1,373,370.06	-104,020.70
107650.00	31.46	614.55	614.55	0.30	12.80	1,269,963.91	1,373,382.86	1,373,382.86	-103,418.95
107675.00	24.13	694.90	694.90	0.75	13.18	1,270,658.81	1,373,396.04	1,373,396.04	-102,737.23
107700.00	4.84	362.08	362.08	1.32	25.91	1,271,020.89	1,373,421.95	1,373,421.95	-102,401.06
107725.00	2.65	93.51	93.51	2.66	49.76	1,271,114.40	1,373,471.71	1,373,471.71	-102,357.31

107750.00	1.72	54.58	54.58	10.20	160.81	1,271,168.98	1,373,632.52	1,373,632.52	-102,463.53
107775.00	2.21	49.08	49.08	10.84	263.00	1,271,218.07	1,373,895.52	1,373,895.52	-102,677.45
107800.00	3.73	74.21	74.21	7.34	227.24	1,271,292.28	1,374,122.76	1,374,122.76	-102,830.48
107825.00	11.08	185.09	185.09	1.10	105.51	1,271,477.36	1,374,228.26	1,374,228.26	-102,750.90
107850.00	36.11	589.81	589.81	0.48	19.77	1,272,067.18	1,374,248.04	1,374,248.04	-102,180.86
107875.00	56.69	1,160.01	1,160.01	0.00	6.03	1,273,227.18	1,374,254.07	1,374,254.07	-101,026.89
107900.00	72.15	1,610.54	1,610.54	0.00	0.00	1,274,837.73	1,374,254.07	1,374,254.07	-99,416.34
107925.00	86.74	1,986.17	1,986.17	0.00	0.00	1,276,823.90	1,374,254.07	1,374,254.07	-97,430.17
107950.00	70.81	1,969.39	1,969.39	0.00	0.00	1,278,793.29	1,374,254.07	1,374,254.07	-95,460.78
107975.00	52.31	1,539.02	1,539.02	0.00	0.00	1,280,332.31	1,374,254.07	1,374,254.07	-93,921.76
108000.00	39.19	1,143.82	1,143.82	0.09	1.12	1,281,476.13	1,374,255.19	1,374,255.19	-92,779.07
108025.00	33.61	910.04	910.04	0.26	4.34	1,282,386.16	1,374,259.53	1,374,259.53	-91,873.37
108050.00	10.29	548.68	548.68	1.20	18.26	1,282,934.84	1,374,277.80	1,374,277.80	-91,342.95
108075.00	0.16	130.60	130.60	10.67	148.44	1,283,065.44	1,374,426.24	1,374,426.24	-91,360.80

108100.00	0.43	7.39	7.39	12.91	294.79	1,283,072.83	1,374,721.02	1,374,721.02	-91,648.19
108125.00	0.95	17.19	17.19	11.83	309.30	1,283,090.02	1,375,030.32	1,375,030.32	-91,940.30
108150.00	2.87	47.74	47.74	8.45	253.53	1,283,137.76	1,375,283.85	1,375,283.85	-92,146.09
108175.00	7.83	133.76	133.76	1.42	123.40	1,283,271.53	1,375,407.25	1,375,407.25	-92,135.72
108200.00	38.00	572.79	572.79	0.46	23.56	1,283,844.32	1,375,430.81	1,375,430.81	-91,586.49
108225.00	80.97	1,487.07	1,487.07	0.00	5.79	1,285,331.39	1,375,436.61	1,375,436.61	-90,105.21
108250.00	112.07	2,413.01	2,413.01	0.00	0.00	1,287,744.41	1,375,436.61	1,375,436.61	-87,692.20
108275.00	121.02	2,913.68	2,913.68	0.00	0.00	1,290,658.09	1,375,436.61	1,375,436.61	-84,778.51
108300.00	114.57	2,944.93	2,944.93	0.00	0.00	1,293,603.02	1,375,436.61	1,375,436.61	-81,833.59
108325.00	130.92	3,068.69	3,068.69	0.00	0.00	1,296,671.71	1,375,436.61	1,375,436.61	-78,764.90
108350.00	171.00	3,774.03	3,774.03	0.00	0.00	1,300,445.74	1,375,436.61	1,375,436.61	-74,990.87
108375.00	190.94	4,524.25	4,524.25	0.00	0.00	1,304,969.99	1,375,436.61	1,375,436.61	-70,466.61
108400.00	191.22	4,777.08	4,777.08	0.00	0.00	1,309,747.07	1,375,436.61	1,375,436.61	-65,689.54
108425.00	180.17	4,642.41	4,642.41	0.00	0.00	1,314,389.48	1,375,436.61	1,375,436.61	-61,047.13

108450.00	168.06	4,352.88	4,352.88	0.00	0.00	1,318,742.36	1,375,436.61	1,375,436.61	-56,694.24
108475.00	155.87	4,049.10	4,049.10	0.00	0.00	1,322,791.47	1,375,436.61	1,375,436.61	-52,645.14
108500.00	142.30	3,727.04	3,727.04	0.00	0.00	1,326,518.51	1,375,436.61	1,375,436.61	-48,918.10
108525.00	142.44	3,559.16	3,559.16	0.00	0.00	1,330,077.66	1,375,436.61	1,375,436.61	-45,358.94
108550.00	139.05	3,518.60	3,518.60	0.00	0.00	1,333,596.26	1,375,436.61	1,375,436.61	-41,840.35
108575.00	131.85	3,386.32	3,386.32	0.00	0.00	1,336,982.58	1,375,436.61	1,375,436.61	-38,454.02
108600.00	124.06	3,198.97	3,198.97	0.00	0.00	1,340,181.56	1,375,436.61	1,375,436.61	-35,255.05
108625.00	119.58	3,045.49	3,045.49	0.00	0.00	1,343,227.04	1,375,436.61	1,375,436.61	-32,209.56
108650.00	112.02	2,894.96	2,894.96	0.00	0.00	1,346,122.00	1,375,436.61	1,375,436.61	-29,314.60
108675.00	96.69	2,608.89	2,608.89	0.00	0.00	1,348,730.90	1,375,436.61	1,375,436.61	-26,705.71
108700.00	90.81	2,343.79	2,343.79	0.00	0.00	1,351,074.69	1,375,436.61	1,375,436.61	-24,361.92
108725.00	87.01	2,222.85	2,222.85	0.00	0.00	1,353,297.54	1,375,436.61	1,375,436.61	-22,139.06
108750.00	83.90	2,136.41	2,136.41	0.00	0.00	1,355,433.95	1,375,436.61	1,375,436.61	-20,002.66
108775.00	80.38	2,053.49	2,053.49	0.00	0.00	1,357,487.44	1,375,436.61	1,375,436.61	-17,949.17

108800.00	77.05	1,967.94	1,967.94	0.00	0.00	1,359,455.37	1,375,436.61	1,375,436.61	-15,981.23
108825.00	72.13	1,864.83	1,864.83	0.00	0.00	1,361,320.21	1,375,436.61	1,375,436.61	-14,116.40
108850.00	63.53	1,695.78	1,695.78	0.00	0.00	1,363,015.99	1,375,436.61	1,375,436.61	-12,420.62
108875.00	60.32	1,548.08	1,548.08	0.00	0.00	1,364,564.07	1,375,436.61	1,375,436.61	-10,872.54
108900.00	57.32	1,470.45	1,470.45	0.00	0.00	1,366,034.52	1,375,436.61	1,375,436.61	-9,402.08
108925.00	56.26	1,419.68	1,419.68	0.00	0.00	1,367,454.21	1,375,436.61	1,375,436.61	-7,982.40
108950.00	46.57	1,285.36	1,285.36	0.00	0.00	1,368,739.57	1,375,436.61	1,375,436.61	-6,697.04
108975.00	39.16	1,071.66	1,071.66	0.00	0.00	1,369,811.23	1,375,436.61	1,375,436.61	-5,625.38
109000.00	30.05	865.12	865.12	0.21	2.69	1,370,676.35	1,375,439.29	1,375,439.29	-4,762.94
109025.00	20.39	630.45	630.45	0.89	13.80	1,371,306.80	1,375,453.09	1,375,453.09	-4,146.29
109050.00	11.85	403.00	403.00	1.06	24.41	1,371,709.81	1,375,477.50	1,375,477.50	-3,767.69
109075.00	4.01	198.29	198.29	1.71	34.73	1,371,908.10	1,375,512.23	1,375,512.23	-3,604.13
109100.00	2.59	82.49	82.49	2.88	57.40	1,371,990.59	1,375,569.64	1,375,569.64	-3,579.04
109125.00	2.69	65.98	65.98	2.46	66.75	1,372,056.57	1,375,636.38	1,375,636.38	-3,579.81

109150.00	1.12	47.54	47.54	5.07	94.20	1,372,104.11	1,375,730.58	1,375,730.58	-3,626.47
109175.00	0.08	14.90	14.90	10.76	197.96	1,372,119.01	1,375,928.55	1,375,928.55	-3,809.54
109200.00	0.00	0.95	0.95	19.48	377.99	1,372,119.96	1,376,306.54	1,376,306.54	-4,186.58
109225.00	0.00	0.00	0.00	35.23	683.82	1,372,119.96	1,376,990.36	1,376,990.36	-4,870.40
109250.00	0.00	0.00	0.00	49.83	1,063.27	1,372,119.96	1,378,053.63	1,378,053.63	-5,933.67
109275.00	0.00	0.00	0.00	60.24	1,375.89	1,372,119.96	1,379,429.52	1,379,429.52	-7,309.56
109300.00	0.00	0.00	0.00	69.59	1,622.89	1,372,119.96	1,381,052.41	1,381,052.41	-8,932.45
109325.00	0.00	0.00	0.00	71.56	1,764.47	1,372,119.96	1,382,816.88	1,382,816.88	-10,696.92
109350.00	0.00	0.00	0.00	71.60	1,789.59	1,372,119.96	1,384,606.47	1,384,606.47	-12,486.51
109375.00	0.00	0.00	0.00	48.88	1,506.01	1,372,119.96	1,386,112.48	1,386,112.48	-13,992.52
109400.00	0.00	0.00	0.00	33.33	1,027.58	1,372,119.96	1,387,140.06	1,387,140.06	-15,020.10
109425.00	0.00	0.00	0.00	26.56	748.66	1,372,119.96	1,387,888.72	1,387,888.72	-15,768.76
109450.00	0.00	0.00	0.00	28.92	693.61	1,372,119.96	1,388,582.33	1,388,582.33	-16,462.37
109475.00	0.00	0.00	0.00	33.27	777.41	1,372,119.96	1,389,359.74	1,389,359.74	-17,239.78

109500.00	0.00	0.00	0.00	29.37	782.99	1,372,119.96	1,390,142.73	1,390,142.73	-18,022.77
109525.00	0.00	0.00	0.00	27.23	707.50	1,372,119.96	1,390,850.23	1,390,850.23	-18,730.27
109550.00	0.00	0.00	0.00	23.89	638.98	1,372,119.96	1,391,489.21	1,391,489.21	-19,369.25
109575.00	0.00	0.00	0.00	20.25	551.77	1,372,119.96	1,392,040.99	1,392,040.99	-19,921.03
109600.00	0.00	0.00	0.00	18.28	481.66	1,372,119.96	1,392,522.65	1,392,522.65	-20,402.69
109625.00	0.00	0.00	0.00	18.10	454.72	1,372,119.96	1,392,977.37	1,392,977.37	-20,857.41
109650.00	0.00	0.00	0.00	17.26	442.00	1,372,119.96	1,393,419.37	1,393,419.37	-21,299.41
109675.00	0.03	0.41	0.41	14.58	398.07	1,372,120.37	1,393,817.43	1,393,817.43	-21,697.06
109700.00	0.12	1.93	1.93	11.66	328.06	1,372,122.30	1,394,145.49	1,394,145.49	-22,023.19
109725.00	0.80	11.57	11.57	6.13	222.39	1,372,133.87	1,394,367.88	1,394,367.88	-22,234.01
109750.00	10.24	137.99	137.99	0.86	87.38	1,372,271.86	1,394,455.26	1,394,455.26	-22,183.40
109775.00	15.54	322.18	322.18	0.86	21.55	1,372,594.04	1,394,476.81	1,394,476.81	-21,882.77
109800.00	21.80	466.75	466.75	0.68	19.28	1,373,060.79	1,394,496.09	1,394,496.09	-21,435.30
109825.00	38.90	758.77	758.77	0.04	9.00	1,373,819.55	1,394,505.08	1,394,505.08	-20,685.53

109850.00	30.14	863.03	863.03	0.21	3.14	1,374,682.58	1,394,508.22	1,394,508.22	-19,825.64
109875.00	21.78	649.04	649.04	0.73	11.76	1,375,331.62	1,394,519.99	1,394,519.99	-19,188.37
109900.00	17.11	486.17	486.17	0.74	18.34	1,375,817.79	1,394,538.32	1,394,538.32	-18,720.53
109925.00	10.37	343.50	343.50	0.87	20.14	1,376,161.30	1,394,558.46	1,394,558.46	-18,397.16
109950.00	26.88	465.62	465.62	0.35	15.32	1,376,626.92	1,394,573.78	1,394,573.78	-17,946.86
109975.00	43.59	880.95	880.95	0.00	4.39	1,377,507.87	1,394,578.17	1,394,578.17	-17,070.30
110000.00	45.89	1,118.60	1,118.60	4.25	53.12	1,378,626.47	1,394,631.30	1,394,631.30	-16,004.83
110025.00	52.50	1,229.91	1,229.91	4.22	105.81	1,379,856.38	1,394,737.11	1,394,737.11	-14,880.73
110050.00	51.44	1,299.23	1,299.23	4.30	106.41	1,381,155.61	1,394,843.52	1,394,843.52	-13,687.90
110072.05	0.00	567.14	567.14	0.00	47.38	1,381,722.76	1,394,890.90	1,394,890.90	-13,168.14