

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



المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية
فرنسيس جاتسون

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

**Etude technique en APD du dédoublement de
la route nationale N°23 entre Laghouat et
Aflou de PK373+000 au PK383+000 sur 10 km
avec conception d'un échangeur**

Présenté par :

**KOUBITI Ahmed Fayssal
MELLAH Heithem Abderraouf**

Encadré par :

**Mr DERRDJI Ayachi
Mr HAMADI Kamel**

Promotion 2018 /2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ملخص

من أجل مذكرة مشروع نهاية دراسة، تعاملنا مع دراسة في طور ما قبل مشروع مفصل لازدواجية طريق وطني 23 واقع في ولاية الأغواط بين 000+PK373 و PK383+000 على مسافة 10 كم مع تصميم محول على 500PK379+.

تم اقتراح هذا مشروع من قبل شركة دراسات تقنية بسطيف (S.E.T.S).
قد تابعنا خطة عمل التي اقترحها مشرف تطوير هذا عمل، والتي تبدأ بمقدمة عامة، دراسة جيوتقنية، دراسة هندسية، دراسة هيدروليكية، تصميم محول، حساب مواد، كشف تقديري كمي، ويختتم مع استنتاج عام.
أثناء قيام بموضوعنا استندنا إلى معايير مقتبسة في مراجع.

Résumé

Pour notre mémoire nous avons traité l'étude en APD du dédoublement de la route nationale 23 située dans la wilaya LAGHOUAT entre PK373+000 et PK383+000 sur 10 Km avec conception d'un échangeur au PK379+500.

Ce projet a été proposé par la société d'études techniques de Sétif (S.E.T.S).

On a suivi le plan de travail proposé par l'encadreur pour l'élaboration de ce travail, qui commence par une introduction générale, une étude géotechnique, une étude géométrique, une étude hydraulique, une conception d'un échangeur, un calcul de cubature et des matériaux, un devis estimatif quantitatif, et qui se termine par une conclusion générale.

Lors de l'élaboration de notre sujet on s'est basé sur les normes citées dans la bibliographie.

Abstract

For our memory, we treated the ODA study of the duplication of the national road 23 located in the wilaya LAGHOUAT between PK373 + 000 and PK383 + 000 on 10 Km with design of an exchanger at PK379 + 500.

The technical studies company Sétif (S.E.T.S) proposed this project.

We followed the work plan proposed by the supervisor for the development of this work, which begins with a general introduction, a geotechnical study, a geometric study, a hydraulic study, an exchanger design, a cubature calculation. and materials, a quantitative estimate, which ends with a general conclusion.

In the elaboration of our subject, we have based on the norms cited in the bibliography.

Mot clés :LAGHOUAT, dédoublement, RN23, APD, échangeur.

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : DERRADJI Ayachi et co-encadreur Mr Hamadi Kamel, pour les précieux conseils et l'aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous remercions tout le personnel administratif de l'école ainsi, nos enseignants durant toute notre formation.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

LES CAOUTCHOUCS DANS LES REVETEMENTS BITUMINEUX :	2
o INTRODUCTION :	1
o UTILISATION DU CAOUTCHOUC DANS LES MELANGES BITUMINEUX :	1
o LES AVANTAGES DE L'AJOUT DES CAOUTCHOUCS AU BITUME	1
o CLASSIFICATION DES CAOUTCHOUCS UTILISES DANS LES MELANGES BITUMINEUX :	2
o EFFETS DES CAOUTCHOUCS :	3
□ <i>Mécanisme de l'action du caoutchouc non-vulcanisé :</i>	3
□ <i>Effets sur les propriétés des liants bitumineux :</i>	4
□ <i>Effets sur les propriétés des mélanges bitumineux :</i>	4
o LES PROBLEMES D'AJOUT DE CAOUTCHOUC :	5
□ <i>Problème de dégradation du caoutchouc dans le bitume :</i>	5
□ <i>Problème de dispersion du caoutchouc dans le bitume :</i>	7
o QUELQUES EXEMPLES D'UTILISATION :	8
□ <i>Revêtements bitumineux :</i>	8
□ <i>Traitement de surface :</i>	8
□ <i>Réparation des fissures :</i>	8
o CONCLUSION :	9
I. INTRODUCTION GENERALE :	11
II. PRESENTATION DU PROJET :	12
II.1. INTRODUCTION :	12
II.2. OBJECTIFS DU PROJET :	12
II.3. SITE DE PROJET :	12
II.4. DEMARCHE (PLAN DE TRAVAIL) :	13
III. LES DONNEES DE BASE :	14
III.1. INTRODUCTION	14
III.2. DEFINITION DE LA ROUTE NATIONALE :	14
III.2.1. <i>Les routes nationales en Algérie :</i>	14
III.2.2. <i>Critères de classement routier</i>	14
III.3. NIVEAU DE SERVICE DES ROUTES NATIONALES	14

III.4.	NIVEAU DE SERVICE DE LA ROUTE NATIONAL N°23 :	15
III.4.1.	<i>Environnement de la route</i>	15
	La dénivelée cumulée moyenne :	15
	La sinuosité :	15
III.4.2.	<i>Etat de corps de chaussée</i>	16
III.4.3.	<i>Catégorie de la route</i> :	16
III.4.4.	<i>Vitesse de référence</i> :	16
III.5.	BUT DE L'ETUDE :	16
IV.	ETUDE DE TRAFIC :	18
IV.1.	INTRODUCTION :	18
IV.2.	ANALYSE DE TRAFIC ET SES ELEMENTS :	18
IV.3.	TYPES DE TRAFIC :	18
IV.4.	LES DONNEE DE TRAFIC :	19
IV.5.	CALCUL DE LA CAPACITE	19
IV.5.1.	<i>Définition de la capacité</i>	19
IV.5.2.	<i>Projection future du trafic</i>	19
IV.5.3.	<i>Trafic effectif</i> :.....	20
IV.5.4.	<i>Débit de pointe horaire normal (évaluation de la demande)</i> :	20
IV.5.5.	<i>Débit horaire admissible</i> :.....	21
IV.5.6.	<i>Calcul le nombre de voies</i> :.....	22
IV.6.	CONCLUSION :	22
V.	ETUDE GEOMETRIQUE :	23
V.1.	TRACE EN PLAN :	23
V.1.1.	<i>Introduction</i>	23
V.1.2.	<i>Les règles à respecter pour le tracé en plan</i> :.....	23
V.1.3.	<i>Eléments du tracé en plan</i> :.....	23
V.1.4.	<i>Les conditions de raccordement</i> :	23
V.1.5.	<i>La vitesse de référence de base</i> :.....	24
V.1.6.	<i>Paramètres fondamentaux</i> :	24
V.1.7.	<i>Calcul l'axe</i> :.....	25
V.2.	PROFIL EN LONG :	29
V.2.1.	<i>Introduction</i>	29
V.2.2.	<i>Règles a respecter dans le trace du profil en long</i> :.....	29

V.2.3.	<i>Eléments constituant le profil en long</i> :	29
V.2.4.	<i>Raccordements en profil en long</i> :	29
V.2.5.	<i>Paramètres fondamentaux du profil en long</i>	29
V.2.6.	<i>Coordination tracé en plan et profil en long</i> :	30
V.2.7.	<i>Détermination pratique du profil en long</i> :	30
V.2.8.	<i>Exemple de calcul</i> :	32
V.3.	PROFIL EN TRAVERS :	34
V.3.1.	<i>Introduction</i> :	34
V.3.2.	<i>Les éléments du profil en travers</i> :	34
V.3.3.	<i>Pentes transversales (Devers)</i> :	35
V.3.4.	<i>Profil en travers type de notre projet</i> :.....	35
V.3.5.	<i>Profil en travers les différentes sections de dédoublement</i> :.....	35
VI.	EUDE GEOTECHNIQUE :	38
VI.1.	INTRODUCTION :	38
VI.2.	TRAVAUX DE RECONNAISSANCE :	38
VI.2.1.	<i>Les archives et documents existants</i>	38
VI.2.2.	<i>Contexte géologique</i>	38
VI.2.3.	<i>Contexte climatologique</i> :	40
VI.3.	ESSAIS IN-SITU :	40
VI.4.	ESSAI AU LABORATOIRE :	41
VI.4.1.	<i>Les essais d'identification</i> :	42
VI.4.2.	<i>Les essais mécaniques</i> :	43
VI.5.	CLASSES DE PORTANCES :	43
VI.6.	CLASSIFICATION DES SOLS :	43
VI.6.1.	<i>Classification selon GTR</i> :	43
VI.7.	TERRASSEMENT :	45
VI.7.1.	<i>Déblai</i> :	45
VI.7.2.	<i>Remblai</i> :	45
VI.7.1.	<i>Volumes de déblai utilisés en remblai</i>	46
VI.7.2.	<i>Conditions d'utilisation des matériaux en remblai</i> :.....	46
VI.8.	CONCLUSION :	49
VII.	DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :	50
VII.1.	INTRODUCTION :	50

VII.2. LES DIFFERENTS FACTEURS DETERMINANTS POUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE :	50
VII.3. DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :	50
VII.3.1. chaussée souple :	50
VII.3.2. chaussée semi-rigide :	50
VII.3.3. chaussée rigide :	50
VII.4. PRINCIPES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :	51
VII.4.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) :	51
VII.4.2. Méthodes rationnelles (Méthode CTTP) :	53
VII.5. STRUCTURE RECOMMANDEE PAR LE FASCICULE 2 DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :	56
VII.5.1. Différentes caractéristiques du projet :	56
VII.5.2. Structures possibles de l'ouvrage d'après le catalogue :	56
VII.6. CONCLUSION :	59
VIII. CUBATURE :	60
VIII.1. INTRODUCTION :	60
VIII.2. METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :	60
VIII.3. DESCRIPTION DE LA METHODE :	60
VIII.4. CALCUL DES CUBATURES DE PROJET :	62
IX. ASSAINISSEMENT :	63
IX.1. INTRODUCTION :	63
IX.2. OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT :	63
IX.3. LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTS :	63
IX.4. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT :	64
IX.4.1. Estimation des débits d'apport (Q_a) :	64
IX.4.2. Calcule de débit De Saturation (Q_s) :	68
IX.4.3. Délimitation et les caractéristiques des bassins Versants (Obtenus par logiciel Global Mapper) :	69
IX.4.4. Dimensionnement des systèmes de drainage :	69
IX.5. CONCLUSION :	76
X. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR :	77
X.1. DEFINITION D'UN ECHANGEUR :	77

X.2.	ROLE D'ECHANGEUR :	77
X.3.	TYPE D'ECHANGEURS :	77
X.4.	CONSTITUANTS D'UN ECHANGEUR :	78
<i>X.4.1.</i>	<i>Pont</i>	78
<i>X.4.2.</i>	<i>Carrefour plan</i> :	78
<i>X.4.3.</i>	<i>Bretelles</i>	78
<i>X.5.1.</i>	<i>Application au projet</i> :	81
XI.	SIGNALISATION ET ECLAIRAGE :	83
XI.1.	INTRODUCTION :	83
XI.2.	OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :	83
XI.3.	REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :	83
XI.4.	CATEGORIES DE SIGNALISATION.....	83
XI.5.	TYPES DE SIGNALISATION :	83
<i>XI.5.1.</i>	<i>Signalisation verticale</i> :	83
<i>XI.5.2.</i>	<i>Signalisation horizontale</i> :	83
<i>XI.5.3.</i>	<i>Dispositifs de retenue</i>	86
XI.6.	APPLICATION AU PROJET :	86
<i>XI.6.1.</i>	<i>Signalisation Verticale</i> :.....	87
<i>XI.6.2.</i>	<i>Signalisation horizontale</i> :	88
XI.7.	ECLAIRAGE :	89
<i>XI.7.1.</i>	<i>Paramètres de l'implantation des luminaires</i>	90
<i>XI.7.2.</i>	<i>Application au projet</i> :	90
XII.	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT :	91
XII.1.	INTRODUCTION :	91
XII.2.	CADRE JURIDIQUE :	91
XII.3.	OBJECTIF D'UNE ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT :	91
XII.4.	IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT :	91
<i>XII.4.1.</i>	<i>Impacts associées à la phase de construction</i> :.....	91
<i>XII.4.2.</i>	<i>Impact de la phase d'exploitation du projet</i> :	92
XII.5.	MESURES D'ATTENUATION :	92
XII.6.	CONCLUSION :	92
XIII.	DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF :	94

XIII.1. LE MONTANT TOTAL DU PROJET EST DE :	95
XIV. CONCLUSION GENERALE :	96

LISTES DES FIGURES

- FIGURE 1 : EFFET DU TEMPS DE CHAUFFAGE ET DU TYPE DE DISPERSION SUR UN LIANT BITUME-CAOUTCHOUC 4
- FIGURE 2 EFFET DE NEOPRENE SUR LA RESISTANCE A L'ETIREMENT ET A LA TENACITE D'UN LIANT BITUMINEUX 4
- FIGURE 3 EFFET DU CAOUTCHOUC LATEX ET DU SOUFRE SUR LA RESISTANCE A L'ETIREMENT D'UN LIANT BITUMINEUX 5
- FIGURE 4 :EFFETS DE LA TEMPERATURE ET DU TEMPS DE CHAUFFAGE SUR LE POURCENTAGE DE CAOUTCHOUC CONTENU DANS UN LIANT BITUMINEUX..... 6
- FIGURE 5 : EFFETS DE LA TEMPERATURE ET DU TEMPS DE CHAUFFAGE SUR LA TENEUR EN CAOUTCHOUC EFFICACE CONTENU DANS UN LIANT BITUMINEUX..... 6
- FIGURE I.6 :WILAYAS LIMITROPHES DE LAGHOUAT..... 12
- FIGURE 7 SITUATION DE LA RN23 SUR GOOGLE EARTH 13
- FIGURE 8 SITUATION DU TRONÇON ETUDIE..... 13
- FIGURE V.9 : ELEMENT DE TRACE EN PLAN..... 23
- FIGURE V.10 : LES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE 25
- FIGURE V.11 : SCHEMA REPRESENTATIF D'UN RAYON CONVEXE..... 31
- FIGURE V.12 : SCHEMA ILLUSTRATIF D'UN RAYON CONCAVE 32
- TABLEAU V.13 :LES DONNEES DE L'AXE A CALCULER..... 32
- FIGURE V.13 : LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS 34
- TABLEAU V.14 : PROFIL EN TRAVERS TYPE PROPOSE 35
- FIGURE V.14 : PROFIL EN TRAVERS EN DEBLAI 36
- FIGURE V.15 : PROFIL EN TRAVERS EN REMBLAI..... 36

•	FIGURE V.16 : PROFIL EN TRAVERS MIXTE	36
•	FIGURE VI.17 : LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE LAGHOUAT .	40
•	FIGURE VI.18 : CLASSIFICATION DES MATERIAUX SELON GTR	44
•	FIGURE VII.19 : DEMARCHE DU CATALOGUE	54
•	FIGURE VII.20 :CLASSES DU TRAFIC.....	55
•	FIGURE VII.21 : LA STRUCTURE DE CHAUSSEE ADOPTEE.....	57
•	FIGURE VII.22 : RESULTATS DE VERIFICATION DE LA STRUCTURE PAR ALIZE LCPC	59
•	FIGURE VIII.23 : LES SECTIONS DES PROFILS EN TRAVERS	61
•	FIGURE VII.24 : SCHEMATISATION DES DEBLAIS ET REMBLAI SUR LE PROFIL EN LONG.....	61
•	FIGURE IX.25 : LES DIFFERENTS OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ROUTIER.....	63
•	FIGURE IX.26 : DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS AVEC GLOBAL MAPPER.....	69
•	FIGURE IX.27 : LA SURFACE MOUILLEE ET LE PERIMETRE MOUILLE D'UNE BUSE	70
•	FIGURE IX.28 : SCHEMAS REPRESENTATIF D'UN DALOT	71
•	FIGURE IX.29 : DIRECTION DU RUISSELLEMENT	73
•	FIGURE IX.30 : SCHEMAS D'UN FOSSE.....	73
•	FIGURE IX.31 : DIMENSIONS DU FOSSE.....	76
•	FIGURE X.32 : LES TYPES D'ECHANGEURS MAJEURS	77
•	FIGURE X.33 : LES TYPES D'ECHANGEURS MINEURS.....	78
•	FIGURE X.34 : SCHEMA D'UN DISPOSITIF DE SORTIE	79
•	FIGURE X.35 : SCHEMA D'UN DISPOSITIF D'ENTRE	80

• FIGURE X.36 : IMPLANTATION DE L'ECHANGEUR	82
• FIGURE XI.37: TYPES DE MODULATION	84
• FIGURE XI. 38 FLECHE DE RABATTEMENT	85
• FIGURE XI. 39 FLECHES DE SELECTIONS.....	86
• FIGURE XI.40 SIGNALISATIONS VERTICALES	88
• FIGURE XI.41 : MARQUAGE DE LA VOIE DE DECELERATION	88
• FIGURE XI.42 : MARQUAGE DE LA VOIES D'INSERTION	88
• FIGURE XI.43 :LES LIGNES DELIMITANT LE TRACE	89
• FIGURE XI.44 : LES LIGNES TRANSVERSALES (ESPACEMENT).....	89
• FIGURE XI.45 : FLECHES DE SELECTIONS ET RABATTEMENT	89
• FIGURE XI.46 : SCHEMAS DES PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES "ROUTE".....	90
• FIGURE XI.47 : SCHEMA DES PARAMETRES D'IMPLANTATION LUMINAIRE "ECHANGEUR"	90

LISTE DES TABLEAUX

• TABLEAU 1 : LA CLASSIFICATION DES CAOUTCHOUCS UTILISES DANS LES MELANGES BITUMINEUX.....	2
• TABLEAU 2 :COMPORTEMENT DES JOINTS TRAITES AU MASTIC APRES 1 AN ET 2 ANS DE SERVICE	9
• TABLEAU III.3 : ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE.....	15
• TABLEAU III.4 : TABLEAU RECAPITULATIF DE LA VITESSE DE REFERENCE.....	16
• TABLEAU IV.5 : COEFFICIENT D'EQUIVALENCE « P ».....	20
• TABLEAU IV.6 : VALEURS DU COEFFICIENT REDUCTEUR K2.	21
• TABLEAU IV. 7 : VALEURS DU COEFFICIENT REDUCTEUR K2.	21
• TABLEAU IV.8 : CAPACITE THEORIQUE DU PROFIL EN TRAVERS EN REGIME STABLE.	22
• TABLEAU V.9 : PARAMETRES FONDAMENTAUX.....	24
• TABLEAU V.10 : LES SOMMETS ET LE RAYON D'UN VIRAGE	25
• TABLEAU V.11 : COMPARAISON DES CALCULS DE COORDONNEE DES POINTS SINGULIERS.....	28
• TABLEAU V.12 : PARAMETRES FONDAMENTAUX DU PROFIL EN LONG ..	30
• TABLEAU VI.15: ETAT DES PUIITS DE RECONNAISSANCE.....	41
• TABLEAU VI.16 : LES ESSAIS D'IDENTIFICATION.....	42
• TABLEAU VI.17 : LES ESSAIS MECANQUES	43
• TABLEAU VI.18 : LES DIFFERENTES CLASSES DE PORTANCE.....	43
• TABLEAU VI. : 19 TABLEAU RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE D'IDENTIFICATION DES SOLS.....	44
• TABLEAU VI. 20 : CLASSIFICATION GTR DES DIFFERENTS PUIITS.....	45
• TABLEAU VI.21 : LES VOLUMES ET LES TYPES DU SOL DE DIFFERENTES SECTIONS EN DEBLAI.....	45

• TABLEAU VI.22 : LES VOLUMES ET LES TYPES DU SOL DE DIFFERENTES SECTIONS EN REMBLAI	46
• TABLEAU VI.23 : LES POURCENTAGES DES DEBLAIS UTILISES EN REMBLAI.....	46
• TABLEAU VI .24 : LES CONDITIONS D'UTILISATIONS DU SOL A2 EN REMBLAI.....	47
• TABLEAU VI.25 : LES CONDITIONS D'UTILISATIONS DU SOL B5 EN REMBLAI.....	48
• TABLEAU VI.26 : LES CONDITIONS D'UTILISATIONS DU SOL B6 EN REMBLAI.....	48
• TABLEAU VI.27 : LES CONDITIONS D'UTILISATIONS DU SOLC1B53 EN REMBLAI.....	49
• TABLEAU VII.28 : COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE DES DIFFERENTS MATERIAUX.....	52
• TABLEAU VII.29 : EPAISSEUR DES COUCHES.....	53
• TABLEAU VII.30 : ZONE CLIMATIQUE.....	54
• TABLEAU VII. 31 : CLASSIFICATION DES RESEAUX PRINCIPAUX.....	55
• TABLEAU VII.32 : CLASSES DU SOL SUPPORT.....	56
• TABLEAU VII.33 : RESEAU PRINCIPAL "RP1".....	57
• TABLEAU VII.34 : RESULTATS DES DEFORMATIONS.....	59
• TABLEAU IX 35 : LOCALISATION DE L'OUVRAGE BUSE EXISTANTS.....	63
• TABLEAU IX.36 : VALEURS DE COEFFICIENT "C1".....	65
• TABLEAU IX.37 : VALEURS DE COEFFICIENT "C2".....	65
• TABLEAU IX. 38 : VALEURS DE COEFFICIENT "C3".....	65
• TABLEAU IX. .39 VALEURS DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT.....	66
• TABLEAU IX.40 : VALEURS DE VARIABLE DE GAUSS U.....	66
• TABLEAU IX.41 : EXEMPLE DE CALCUL DE LA PRECIPITATION.....	67

- TABLEAU IX.42 : EXEMPLES DE CALCUL DES TEMPS DE
CONCENTRATION 67
- TABLEAU IX.43 : LES DEBITS D'APPORT POUR CHAQUE BASSIN VERSANT
..... 68
- TABLEAU IX.44 : CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS 69
- TABLEAU IX.45 : DETERMINATION DE LA HAUTEUR DU DALOT 71
- TABLEAU IX.46 : CARACTERISTIQUES DES SOUS BASSINS VERSANT 74
- TABLEAU IX.47 : COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT DES SOUS BASSIN
VERSANT 74
- TABLEAU IX.48 : CALCUL DE DEBIT POUR LE DIMENSIONNEMENT DU
FOSSE 75
- TABLEAU IX.49 : CALCUL ITERATIF POUR DIMENSIONNEMENT DU FOSSE
..... 75
- TABLEAU X.50 : LONGUEUR DE REFERENCE POUR VOIES DE SORTIE-
NORMES B40..... 79
- TABLEAU X.51 : VITESSE DE BASE DES BRETELLES -DOC SETRA 80
- TABLEAU X.52 : LONGUEUR DE REFERENCE POUR VOIE D'ENTREE –
NORMES B40..... 80
- TABLEAU X.53 : VITESSE MAXIMALE ADMISE DANS LES BRETELLES –
DOC SETRA..... 81
- TABLEAU XI.54 : CARACTERISTIQUES DES LIGNES 85
- TABLEAU XI.55 EXEMPLES DES PANNAUX UTILISES 87
- TABLEAU XII.56 : DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF 94

Les Caoutchoucs Dans Les Revêtements Bitumineux

○ Introduction :

Le caoutchouc est un matériau très flexible, même à des températures très basses, et est peu affecté par les températures ambiantes les plus chaudes des conditions climatiques. Aussi plusieurs chercheurs ont fait des études afin de démontrer son effet bénéfique dans les revêtements bitumineux.

○ Utilisation du caoutchouc dans les mélanges bitumineux :

L'utilisation du caoutchouc dans les mélanges bitumineux pour la construction des routes.

Lecaoutchouc était, à l'origine, utilisé dans la construction des routes sur forme de pavés. Le procédé rendait la surface glissante, quoique durable, et le coût de construction, prohibitif. Ce n'est qu'au début du 20^e siècle que le caoutchouc fut utilisé comme additif en petites quantités dans des revêtements bitumineux.

De Laudenberg fit le premier essai en 1898 pour modifier les liants bitumineux en y ajoutant du caoutchouc et pour mettre au point un procédé de malaxage. Cependant, à cause de difficultés techniques rencontrées dans la réalisation de ses essais, son procédé fut délaissé jusqu'en 1914, période à laquelle Frière reprit les travaux de recherche. Entre 1914 et 1930, on fit mille usages du caoutchouc dans le bitume sous diverses formes et ceisans connaître véritablement son influence sur les propriétés du bitume. Ce n'est qu'au début des années 30 que des études poussées sur l'emploi du caoutchouc granulé ou en poudre virent le jour dans les pays scandinaves et en Grande-Bretagne ; on examina l'influence du caoutchouc en poudre sur les propriétés rhéologiques du bitume en laboratoire puis sur le chantier.

À la même époque, on expérimentait l'addition de petites quantités de caoutchouc dans du goudron ; cependant, à cause de l'incompatibilité du caoutchouc avec le goudron, le produit n'était pas adéquat pour utilisation comme liant dans la construction de routes. Ils essayèrent par la suite un caoutchouc naturel modifié ; il fut montré que le caoutchouc chlorifié mélangé au goudron donnait un liant caoutchouté, mais la faible stabilité chimique du liant en empêcha l'usage.

○ Les avantages de l'ajout des caoutchoucs au bitume :

Les principaux avantages de l'addition du caoutchouc au bitume peuvent être résumés ainsi :

- Le bitume contenant du caoutchouc est moins susceptible à la température.
- Les mélanges au bitume-caoutchouc sont plus résistants à la déformation permanente à température d'été.
- Les revêtements au bitume-caoutchouc sont plus résistants à la fatigue.
- Les revêtements au bitume-caoutchouc subissent moins de dommages aux fissures de réflexion.
- Les revêtements au bitume-caoutchouc sont plus imperméables à l'air et à l'eau et sont ainsi plus durables.
- Des traitements de surface et des pénétrations peuvent être posés comme membrane absorbant les contraintes et ainsi réduire considérablement la réflexion des fissures.
- Le bitume-caoutchouc augmente la ténacité du revêtement ou sa capacité d'absorber l'énergie.
- Le bitume-caoutchouc augmente la résistance au vieillissement du revêtement. La Saskatchewan a une telle confiance dans les avantages apportés par l'incorporation de

caoutchouc dans le bitume qu'elle va opérer sa propre usine de récupération du caoutchouc des vieux pneus afin de l'introduire dans ses mélanges bitumineux et ses traitements de surface.

○ **Classification des caoutchoucs utilisés dans les mélanges bitumineux :**

Les liants caoutchoutés employés dans les mélanges bitumineux sont composés d'un caoutchouc naturel ou d'un élastomère synthétique.

Le caoutchouc naturel ou le latex constitue le meilleur adjuvant pour améliorer les qualités du bitume. Cependant, le caoutchouc synthétique est moins coûteux et l'utilisation des caoutchoucs chloroprène, isoprène et butadiène stirol est reconnue en construction routière.

Le latex est une émulsion naturelle d'hydrocarbures de caoutchouc, dont la dimension des particules est de l'ordre du micron. L'émulsifiant est constitué de protéines naturelles qui confèrent aux particules de caoutchouc des charges électro-négatives.

Le latex modifie sensiblement les caractéristiques du bitume contrairement à la poudre de caoutchouc vulcanisé provenant, entre autres, de déchets et de régénération. L'utilisation du caoutchouc sous forme de feuille est très limitée à cause de complications lors de la préparation et de la présence possible d'impuretés indésirables comme le soufre. On utilise donc le caoutchouc naturel sous forme de poudre, dont les marques commerciales les plus connues sont : le pulvatex, poudre de caoutchouc non vulcanisé, ainsi que le rodorub, le mealorub et le harcrumb qui sont des poudres de caoutchouc faiblement vulcanisé.

Le caoutchouc en poudre est utilisé dans la fabrication de mélange bitumineux : ainsi, le mealorub est ajouté aux agrégats dans le malaxeur comme un filler, avant le liant. La technologie de l'introduction des poudres de caoutchouc dans le bitume dépend de la nature de la poudre et du type de bitume (visqueux ou fluxé). Il est plus difficile cependant d'introduire des poudres de caoutchouc vulcanisé que non vulcanisé et ces dernières sont moins coûteuses. Le tableau suivant, présente une classification des caoutchoucs utilisés dans les mélanges bitumineux, le groupe auquel chacun appartient, leur état ou leur forme et une description sommaire de leurs caractéristiques.

Tableau 1 : La classification des caoutchoucs utilisés dans les mélanges bitumineux

Groupe	Nom du caoutchouc	Etat ou forme	Description
	Latex évaporé	Liquide	Liquide blanc avec des globules de caoutchouc en suspension.
	Latex centrifugé	Liquide	Liquide blanc avec des globules de caoutchouc en suspension.
	Pulvatex	Poudre	Poudre de caoutchouc non-vulcanisé c'est-à-dire non traité car le soufre et contenant 40% de filler minéral.
	Revertex	Liquide	Latex de caoutchouc stabilisé à la soude et qui peut être concentré à 75%.
	Mea lorub	Poudre	Poudre de caoutchouc légèrement vulcanisé contenant 96% de caoutchouc et 2% de soufre.
			Poudre de caoutchouc légèrement vulcanisé contenant 96% de caoutchouc et 2% de soufre.

I Harcumb	Poudre	Poudre de caoutchouc légèrement vulcanisé contenant 75% de caoutchouc naturel, 25% de filler minéral et 0.3% de soufre.
Rodorub	Poudre	Poudre semi-vulcanisée. Poudre de caoutchouc contenant .5% de caoutchouc récupéré. Poudre de caoutchouc dont la polymérisation est détruite.
Rhodule	Poudre	Poudre de caoutchouc récupérée.
Ramflex	Poudre	Poudre de caoutchouc vulcanisé.
Le caoutchouc dépolymérisé	Poudre	Caoutchouc utilisé sous forme de feuille contenant du soufre.
Le caoutchouc dégénéré (fowderedreclainrubber)	Poudre	Poudre de caoutchouc de vieux pneus.
La poudrette vulcanisée	Poudre	
Le caoutchouc en feuille (SheetRubber)	Feuille	
Résidu de pneus émiettés (Crumb Tire-tread)	Poudre	
Le G.R.-S. en solution	Liquide	Latex naturel de caoutchouc sous forme synthétique.
Le néoprène en solution	Liquide	Caoutchouc synthétique thermoplastique.
Le latex de néoprène	Liquide	Caoutchouc synthétique de chlorinate d'isoprène de "Dupont". Caoutchouc synthétique.
Néoprène RC-4DN	Liquide	Caoutchouc à haut poids moléculaire ;
Chloroprène	Liquide	Caoutchouc à haut poids moléculaire.
Isoprène	Liquide	Hydrocarbure.
Butadiène nitrile acrylique en solution	Liquide	Copolymère d'isobutylène et de butadiène Vulcanisable.
Butyl en solution	Liquide	Polymère d'isobutylène qui n'est pas vulcanisable.
Le Vistanex	Liquide	Combinaison de chlore et polyvinyle.
Le chlorure de polyvinyle	Liquide	Caoutchouc en suspension.
Le latex de butadiène nitrile acrylique	Liquide	Poudre synthétique de caoutchouc de "Goodyear".
Chemigum RA	Poudre	Contient 40% de butadiène-Styrène (SBR)
Ruban te	Liquide	copolymères.
SBR	Liquide	Copolymère de Butadiène-Styrène.

○ **Effets des caoutchoucs :**

▪ **Mécanisme de l'action du caoutchouc non-vulcanisé :**

Lorsqu'on introduit du caoutchouc non vulcanisé à l'état granulaire (pulvatex ou mealorub) ou liquide (latex) dans les liants hydrocarbonés, son volume peut quintupler. En effet, les particules du caoutchouc introduit dans un bitume absorbent et accumulent une partie des hydrocarbures qui constituent le médium huileux, et se dilatent. La dispersion de ces particules de caoutchouc dans le bitume entraîne, par le fait même, la modification des caractéristiques du bitume, car les particules de caoutchouc gonflées restituent l'huile

progressivement. Ainsi le caoutchouc apparaît dans le bitume sous deux formes soit à l'état dilaté et à l'état dissous. On note alors un accroissement de la viscosité, de la résistance, de l'élasticité et de la stabilité à la température. L'influence de ces qualités est proportionnelle à la quantité de caoutchouc dans le bitume.

Le caoutchouc gonflé d'huiles augmente le point de ramollissement du bitume et rend le bitume-caoutchouc beaucoup moins sensible aux variations de température que le bitume seul. Ce phénomène d'absorption d'huile par le caoutchouc a également pour conséquence de ralentir très sensiblement la perte d'huile par évaporation sélective, et le revêtement peut donc conserver très longtemps son état plastique initial.

▪ **Effets sur les propriétés des liants bitumineux :**

Les propriétés rhéologiques suivantes des liants bitumineux sont plus ou moins modifiées par l'addition du caoutchouc :

- la pénétration à 25°C.
- la viscosité absolue à 250C et la viscosité cinématique à 1350C.
- la ductilité à 110C.
- la susceptibilité thermique du liant.
- le point de ramollissement.
- la fragilité du liant à basse température.
- la résistance à l'étirement.
- et la ténacité du liant.
- l'élasticité.

L'influence du caoutchouc sur ces propriétés dépend cependant du degré de dispersion du caoutchouc et de son poids moléculaire.

▪ **Effets sur les propriétés des mélanges bitumineux :**

L'accroissement de la viscosité du liant bitumineux et la diminution de sa susceptibilité à la variation de la température suite à l'addition d'un caoutchouc naturel ou d'un élastomère synthétique, conduisent à une augmentation de la résistance des mélanges bitumineux et à une durabilité accrue du revêtement routier.

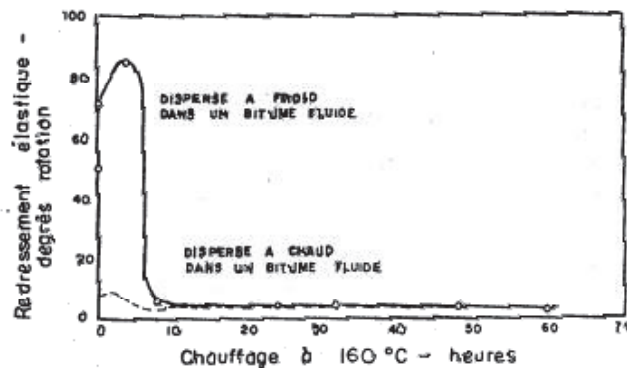


Figure 1 : Effet du temps de chauffage et du type de dispersion sur un liant bitume-caoutchouc

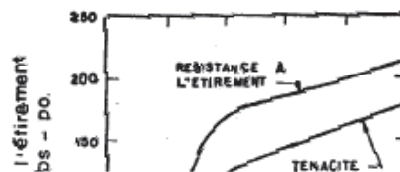
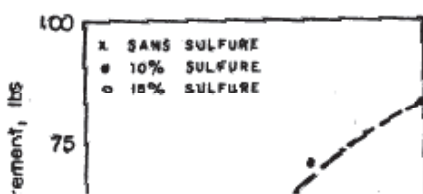


Figure 3 Effet du caoutchouc latex et du soufre sur la résistance à l'étirement d'un liant bitumineux

Détail sur un liant bitume-caoutchouc : 5% caoutchouc dans un bitume dont l'indice de pénétration est 50 et contenant 17% de kérosène

Les principales propriétés suivantes des mélanges bitumineux sont affectées par l'addition de caoutchouc :

- Stabilité du mélange
- Durabilité du mélange
- Flexibilité du mélange
- Facilité de mise en place et de compactage
- Résistance aux dérapages
- Elasticité

- **Les problèmes d'ajout de caoutchouc :**

- **Problème de dégradation du caoutchouc dans le bitume :**

Lors de la dégradation du bitume caoutchouté, le caoutchouc est soumis à un chauffage élevé (de 140 à 200 °0 et à une action mécanique intense, ce qui provoque une désagrégation partielle accompagnée d'un abaissement du poids moléculaire du mélange bitume-caoutchouc (de 500000 à 1 million à quelques milliers) qui diminue l'effet bénéfique du caoutchouc sur le bitume. Conséquemment, il importe de connaître la teneur et l'état du caoutchouc après malaxage d'où le terme conventionnel de "l'efficacité résiduelle du caoutchouc". Lorsqu'on prépare des mélanges de bitume-caoutchouc, il est donc nécessaire de bien contrôler la température de façon à ce que l'efficacité du caoutchouc ne diminue pas de plus de moitié valeur que l'on obtient lorsqu'on malaxe le bitume-caoutchouc à 175° et suivant un court temps de malaxage.

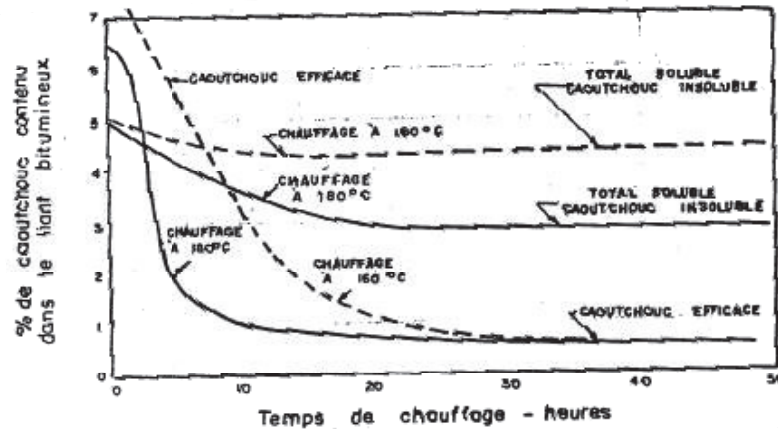


Figure 4 : Effets de la température et du temps de chauffage sur le pourcentage de caoutchouc contenu dans un liant bitumineux

La figure 4 montre les effets de la température et du temps de chauffage sur un liant de type cut-back, composé de 17% de kérosène, 5% de caoutchouc et 78% de bitume ayant 50 de pénétration ; on note une baisse de l'efficacité du bitume caoutchouté dans le temps (la baisse étant exprimée en teneur de bitume-caoutchouc efficace) pour des températures de 150°C et 180°C.

Cette figure démontre bien le fait que la température et le temps de chauffage du caoutchouc sont les deux principaux facteurs qui influencent la dégradation du caoutchouc lors de la fabrication. En effet, on a doublé le taux de dégradation du caoutchouc en élevant la température de 100°.

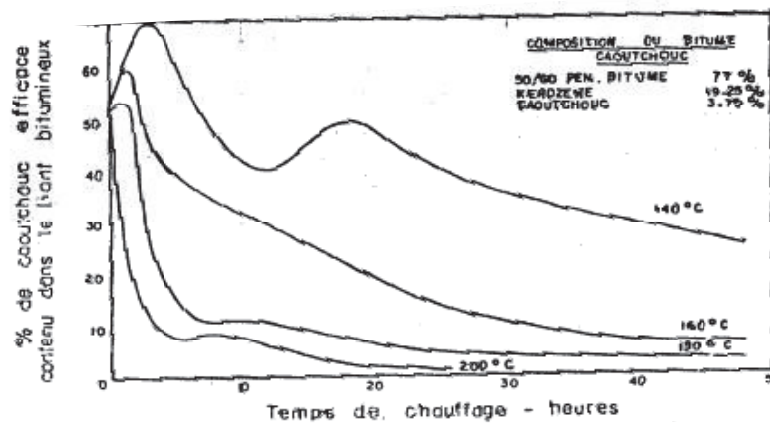


Figure 5 : Effets de la température et du temps de chauffage sur la teneur en caoutchouc efficace contenu dans un liant bitumineux

La figure 5 donne un exemple de la teneur en caoutchouc efficace que l'on retrouve après des périodes de chauffage allant jusqu'à 1'heures et des températures variant de 140 °C à

2000C; on constate par exemple que le liant bitumineux en question utilisé dans les traitements de surface peut être conservé pendant 24 heures à une température de 140 °C sans qu'il n'y ait détérioration inadmissible du caoutchouc dispersé. Par contre, si la température du liant atteint 160 °C, il doit être étendu en dedans de six heures.

▪ **Problème de dispersion du caoutchouc dans le bitume :**

Il est plus difficile d'introduire dans le bitume des poudres de caoutchouc vulcanisé que des poudres de caoutchouc non vulcanisé. Le mode d'introduction des poudres de caoutchouc dans le bitume dépend de la nature de la poudre et du type de bitume (visqueux ou fluxé). Avec la poudre de caoutchouc non vulcanisé comme par exemple le Pulvatex on doit répandre celle-ci en couches minces à la surface du bitume que l'on chauffe jusqu'à une température de 120°C à 160°C, pour le bitume visqueux ou 120 à 135°C pour le bitume fluxé. Il faut s'assurer que chaque couche précédente soit bien mélangée au bitume avant d'épandre une nouvelle couche. On mélange la poudre de caoutchouc vulcanisé à un bitume visqueux de la même manière ; cependant, la température du bitume avant l'introduction de la poudre de caoutchouc doit être comprise entre 140 à 180 °C et la durée du malaxage peut varier entre 0.5 à 8 heures. On obtient du bitume caoutchouté fluide en fluxant le bitume-caoutchouté visqueux car le régime de température exigé et la durée du malaxage ne conviennent pas au flux.

En général, on obtient de meilleurs liants caoutchoutés avec du latex, car son poids moléculaire est plus élevé et il se mélange et se disperse plus facilement dans le bitume (particulièrement dans l'émulsion de bitume). Cependant, avec l'émulsion afin d'empêcher le latex de mousser en présence de l'eau lors du malaxage à chaud (135e0 °C), on doit ajouter un produit antimousse au bitume. On doit introduire le latex dans l'émulsion par petites doses suivant un jet fin réparti à la surface du bitume et le malaxer de sorte à ce qu'il ne reste pas à la surface du bitume pendant plus de 30 secondes en vue d'éviter sa coagulation. Une fois le latex introduit, le mélange est refroidi jusqu'à 130 °C et malaxé pendant 20 minutes.

Le diamètre des particules de caoutchouc du latex est en moyenne 5 à 6 fois plus petit que celui des particules de bitume. On observe lors de la rupture de l'émulsion que les particules de caoutchouc se trouvent emprisonnées au sein du bitume et les particules de bitume s'accrochent entre elles. Le caoutchouc ainsi mélangé est plus finement dispersé au sein du liant que dans le cas du caoutchouc granulaire, ce qui permet un gonflement meilleur et plus rapide des particules de caoutchouc et leur dispersion plus homogène.

Pour préparer une émulsion de bitume anionique, on utilise habituellement du latex stabilisé à l'aide d'ammoniaque. Pour les émulsions cationiques le latex est préalablement acidifié. Le délai de conservation des mélanges bitume caoutchouc varie selon la

température : à la température de la pièce, on peut les conserver pendant un temps indéterminé, cependant à 120 °C on peut les conserver pendant une semaine et à 200°C pendant une heure tout au plus.

Les recherches sur les liants caoutchoutés portent d'avantage sur la mise au point de méthodes permettant de diminuer la destruction du caoutchouc lors du malaxage, ceci dans le but d'accroître la teneur en caoutchouc efficace, et par conséquent réduire la teneur en caoutchouc brut et le coût des mélanges.

○ **Quelques exemples d'utilisation :**

▪ **Revêtements bitumineux :**

L'adjuvant le plus répandu est le caoutchouc naturel sous forme de poudre comme le Pulvatex, le Rodorub, le Mealarub et le Harcrumb. Le Mealarub qui est légèrement vulcanisé en surface est l'adjuvant le plus utilisé dans les bétons bitumineux destinés à l'exécution d'une couche de roulement de faible épaisseur.

On peut citer un grand nombre d'exemples d'utilisation de caoutchoucs dans les mélanges, par exemple :

- À Boston, on a utilisé une émulsion dopée contenant 65% de bitume, et 5% de caoutchouc latex G.R.-S.
- en France, la chaussée fissurée de la piste d'envol de l'aéroport de Chaumont, a été revêtue avec un mélange à l'émulsion de bitume comprenant 5% de latex stabilisé à l'ammoniaque.
- à Montréal, le revêtement du pont Papineau-Leblanc fut réalisé à l'aide d'un mélange bitume-caoutchouc, dont le caoutchouc naturel utilisé était un Pulvatex.

▪ **Traitement de surface :**

Les liants bitume-caoutchouc contenant environ 0.4% de "caoutchouc efficace" sont les plus couramment utilisés dans les traitements de surface.

Il a été démontré que l'addition de caoutchouc réduit le ressuage dans les traitements de surface, augmente leurs résistances à la déformation par temps chaud sous un trafic lourd et dense et diminue le nombre de fissures de réflexion.

L'application du liant caoutchouté présente souvent des difficultés. Il est également difficile de répandre des liants contenant plus de 0.5% de caoutchouc, et même à cette concentration, il faut toujours s'assurer que le liant peut être vaporisé sans danger de durcissement avant la vaporisation.

▪ **Réparation des fissures :**

Chapitre 0 : Les Caoutchoucs Dans Les Revêtements Bitumineux

En général, les fissures scellées à l'aide de matériaux bitumineux non caoutchoutés réapparaissent rapidement tandis que celles scellées avec un matériau bitumineux caoutchouté sont plus durables.

La poudre de caoutchouc est ajoutée au mastic d'asphalte dans le malaxeur et mélangée pendant une heure à une heure et demie à 200°C

Plusieurs essais sur route ont été effectués avec du mastic d'asphalte caoutchouté ; on note en général que le mastic d'asphalte non caoutchouté additionné de gravier ou non. Un exemple type est montré sur le tableau (2), les résultats obtenus après un et deux ans de service démontrent clairement l'avantage d'ajouter du caoutchouc dans un mastic d'asphalte.

Tableau 2 : Comportement des joints traités au mastic après 1 an et 2 ans de service

Composition			Nombre de joints fissurés sur un total de 8	
Teneur et type de bitume	Teneur en gros agrégats -%	Type et teneur en caoutchouc - %	Après 1 an	Après 2 ans
14% Pénétration : 40	0	0	6	8
14% Pénétration : 40	40	0	0	2
13% Pénétration : 40	0	HARCRUMB : 1.8%	0	2
13% Pénétration : 40	40	HARCRUMB : 1.8%	0	0
13% Pénétration : 40	0	PNEU EMIETTE : 5%	0	0
13% Pénétration : 40	40	PNEU EMIETTE : 5%	1	1
15% Pénétration : 40	0	HARCRUMB : 1.8%	0	0

○ Conclusion :

L'objectif de notre étude est, de montrer l'effet d'ajout des granulats de caoutchouc recyclés sur la résistance mécanique des mélanges bitumineux utilisés dans la construction des chaussées souples.

La résistance mécanique du matériau étudié varie en fonction de la teneur en liant et du pourcentage d'ajout des granulats de caoutchouc.

Les résultats obtenus montrent que l'ajout des différents pourcentages de granulats de caoutchouc influe positivement sur la résistance des mélanges bitumineux étudiés. Ce qui encourage largement, l'introduction de ce matériau dans la construction des chaussées souples.

I. INTRODUCTION GENERALE :

En Algérie, avec l'accroissement brusque du parc automobile au cours des dernières années entraînant alors un déphasage entre motorisation et infrastructures de transport. Ce secteur du transport connaît une véritable mutation. Un grand nombre de projets ont été réalisés ou sont en phase de réalisation, parce que Le transport représente un des piliers fondamentaux du développement économique de tout pays.

La croissance socio-économique impose la préservation et la rénovation de ses moyens de communication notamment dans le domaine des infrastructures routières les préoccupations dominantes des responsables d'infrastructures routières ont tendues progressivement à des techniques de réalisation nouvelles qui pouvant faciliter la circulation, et amortir l'augmentation du trafic prenant conscience du problème.

La direction politique de notre pays a inscrit plusieurs projets routiers (dans le programme du développement) portant sur la réalisation des tracés routiers neuf, l'aménagement desÉchangeurs et le dédoublement des routes excitantes, c'est dans ce contexte qu'on peut classer notre projet.

A la fin de notre formation qui a duré cinq années, l'élève ingénieur est chargé d'élaborer un projet technique de fin d'étude. La société d'études techniques de Sétif (S.E.T.S) en accord avec l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP), nous a confié la réalisation de **l'étude technique en APD du dédoublement de la route nationale N° 23 située dans la wilaya LAGHOUAT entre PK373+000 et PK383+000 sur 10 Km avec conception d'un échangeur.**

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale de réhabilitation, rénovation et modernisation du réseau routier national et régional. Il vise également à répondre à la demande induite par la dynamique économique que connaît cette région avec le développement du transport routier des voyageurs et des marchandises pour assurer la **sécurité routière, une fluidité du trafic, et le confort des usagers.**

II. Présentation du projet :

II.1. Introduction :

Située au centre du pays la wilaya de LAGHOUAT à 400 km au sud de la capitale Alger, s'étend sur une superficie de 25 000 km². Région pastorale de l'Algérie, elle possède également le plus grand gisement de gaz naturel d'Afrique avec une réserve estimée à plusieurs milliards de mètres cubes.

Située à plus de 750 mètres d'altitude sur les Hauts Plateaux, la wilaya de Laghouat est traversée par la chaîne de l'Atlas saharien avec des sommets qui dépassent les 2 000 mètres

Elle est délimitée :

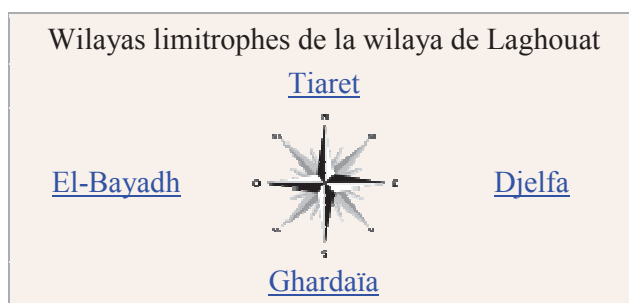


Figure I.6 : Wilayas limitrophes de LAGHOUAT

La réalisation de cette opération de dédoublement de la section entre LAGHOUAT et AFLOU présente un intérêt primordial et nécessaire afin d'assurer un meilleur niveau de service aux usagers de cette route et remédier à cette gêne ressenti, en plus de la sécurité routière ou l'aménagement du territoire entre LAHOUAT et les wilayas limitrophes.

II.2. Objectifs du projet :

La nécessité de procéder à ce projet de dédoublement se présente dans les objectifs de :

- Augmenter le niveau de de sécurité des usagers de la route.
- l'importance de la route existante qui doit supporter un trafic croissant.
- Facilité les échanges économiques, commerciales et sociales de la région.

De plus la réalisation de la future double voie vise les objectifs suivants :

- Amélioration du niveau de service de la route.
- Augmenter la fluidité du trafic.
- L'élargissement de la route en évitant les propriétés personnelles, Le surcoût lié aux travaux de terrassement.

II.3. Site de projet :

La route nationale N°23 qui a comme point de départ l'est de Relizane (intersection avec la RN4) sur un itinéraire de 360 Km passant par Zemmoura - Mendes - Rahouia - Tiaret - Sougueur - AïnDeheb - Aflou jusqu'à Lagghouat ou elle se coïncide avec la RN1 au niveau du PK 398+000



Figure 7 Situation de la RN23 sur Google Earth

Notre tronçon prend son origine aux frontières entre les deux wilayas (DJELFA et LAGHOUAT) au PK 373+000 vers Fasfsa au PK 383+000 sur une longueur de 10 Km.



Figure 8 Situation du tronçon étudié

II.4. Démarche (plan de travail) :

La démarche du projet s'est décomposée en plusieurs étapes :

- Analyse des données de base : état de la route actuelle et le niveau de service de l'infrastructure.
- Etude de trafic pour identifier le débit qui sollicite la route.
- Etude géométrique à base des normes de B40 et à l'aide du logiciel Civil 3D.
- Caractérisation géotechnique et étude de cubatures.
- Hydrologie et Assainissement.
- Conception d'échangeur et signalisation appropriée pour le projet.
- Une étude d'impact sur l'environnement.
- Estimation du cout du projet.

III. LES DONNEES DE BASE :

III.1. Introduction

Les conditions minimales d'aménagement des routes, et les caractéristique géométriques ou techniques qui en découlent, doivent être définies dans le triple souci de :

- La qualité du service assuré à l'utilisateur.
- L'intensité du trafic et de sa composition.
- Les caractéristiques topographiques, ou plutôt, de l'environnement : plat, vallonné, montagneux.

Donc avant de passer à l'étude de trafic il faut déterminer le niveau de service (relief, classe) de la route.

III.2. Définition de la route nationale :

Une **route nationale** est, principalement dans plusieurs pays d'Afrique, d'Amérique ou d'Europe, une route importante qui traverse tout ou une partie du pays.

Les routes nationales sont, en Algérie, des voies importantes ou qui relient de grandes agglomérations en traversant plusieurs Algérie. Elles sont gratuites et utilisables par tout type de véhicules.

III.2.1. Les routes nationales en Algérie :

- L'Algérie compte **29 280 km** de routes nationales.
- Elles sont numérotées de 1 à 111 à la date du dernier classement au 30 janvier 2011.
- Plusieurs d'entre elles sont en cours de dédoublement, le réseau de routes à double voie en 2018 a atteint 7 000 km

III.2.2. Critères de classement routier

Le classement d'une voie de communication en route nationale est décidé par décret N° **99776** sur rapport du ministre des Travaux Publics, après avis des collectivités locales concernées et la commission interministérielle chargée du classement et déclassement. La route proposée doit satisfaire un des critères suivants :

- supporter un trafic moyen tout au long de l'année supérieur ou égal à 1 500 véhicules par jour ou 450 véhicules poids lourds par jour ;
- relier deux chefs-lieux de wilaya ;
- être revêtu sur une largeur de 7 mètres au moins.
- Les accotements doivent avoir une largeur de 2m.

III.3. Niveau de service des routes nationales

Le niveau de service est défini par le respect pour chaque couple (catégorie, environnement) visant à satisfaire les besoins de déplacement de la population par la route, il vise à répondre aux besoins:

- De la permanence de liaison.

- De confort et de sécurité.
- Du coût d'exploitation des véhicules (CEV).
- De la vitesse de circulation à vide.
- De L'incidence sur les régions traversées.
- Des conditions de circulation.

III.4. Niveau de service de la route national N°23 :

III.4.1. Environnement de la route

L'environnement de la route définit l'état actuel de la route qui est caractérisé par deux (02) indicateurs :

- **La dénivelée cumulée moyenne**
- **La sinuosité.**

La dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H sur la longueur total de l'itinéraire permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

La sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_S sur la longueur totale de l'itinéraire. $\sigma = L_S \text{ (dont } Ri < 200m) / L_{total}$.

Les trois types d'environnement E_i distingués résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau III.3 : Environnement de la route

RELIEF	SINUOSITE	Faible ($\sigma < 0.1\%$)	Moyenne ($0.1\% < \sigma < 0.3\%$)	Forte ($\sigma > 0.3\%$)
Plat ($h/L < 1.5\%$)		E1	E2	
Vallonné ($1.5\% < h/L < 4\%$)		E2	E2	E3
Montagneux ($h/L > 4\%$)			E3	E3

Le tracé actuel, représenté par :

- De bonnes caractéristiques géométriques
- des courbes caractérisées par des rayons de 200 à 800 m,
- des pentes longitudinales variant entre 0 et 6%,
- la largeur de la chaussée existante est de 7.60m

- des accotements d'une largeur de 2.00m.

Notre tronçon se situe à une région de relief plat et de sinuosité faible, on peut le classer comme **E1**.

III.4.2. Etat de corps de chaussée

Selon les sondages effectués sur terrain, le corps de chaussée existant est constitué en TUF/BB puis renforcé par un corps de chaussée (après l'enlèvement de BB) constitué de:

- une couche de fondation en GNT 0/31.5 de 20cm
- une couche de base en grave bitume GB 0/20 de 8cm
- une couche de roulement en béton bitumineux BB 0/14 de 6cm.

III.4.3. Catégorie de la route :

L'Algérie a subdivisé ses routes en cinq (05) catégories suivant leurs finalités économiques et administratives des itinéraires considérés

La route nationale N°23 assure la liaison entre les wilayas LAGHOUAT qui possède le plus grand gisement de gaz naturel d'Afrique, DJELFA, et TIARET qui sont considérés des pôles d'industries de transformation et de transport, elle est reliée avec :

- la route nationale N°01 traversant In salah qui a le gisement de gaz naturel et pétrole
- la route nationale N°04 présentant l'axe principal entre la capitale et l'ouest du pays et la route la plus fréquentée du pays avec la RN5 jusqu'à l'ouverture de l'Autoroute Est-Ouest

Donc on peut classer notre route **C1**.

III.4.4. Vitesse de référence :

Tableau III.4 : Tableau récapitulatif de la vitesse de référence

Catégorie Environnement	1	2	3	4	5
Facile	120/100/80	120/100/80	120/100/80	100/80/60	80/60/40
Moyen	100/80/60	100/80/60	100/80/60	80/60	60/40
difficile	80/60/40	80/60/40	80/60/40	60/40	40

La vitesse de référence est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire et pour la corrélation de ses paramètres entre eux ; elle dépend de la catégorie et de l'environnement, le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le coût du projet. Choisir une vitesse de base élevée nécessite un aménagement plus approprié pour faire passer cette vitesse pour notre cas la vitesse prise à partir du la D.T.P est de 100 km/ h.

III.5. But de l'étude :

D'après la description de la route existante et son niveau de service actuel :

La RN23 nécessite un dédoublement pour répondre aux critères et au niveau de service des routes nationales.

La réalisation de ce projet aura pour principal objectif :

- **Assurer** la continuité en voie rapide entre LAGHOUAT et AFLOU.
- **Améliorer** la mobilité des voyageurs et des marchandises en réduisant les embouteillages et les retards.
- **Dédoubler** la route.
- **Réalisation** d'un évitement de la station de pompage comme un tracé neuf

Donc notre projet consiste à dédoubler le tracé actuel de la route de façon à avoir un profil en travers type de deux chaussées séparé par un terre-plein central.

IV. ETUDE DE TRAFIC :

IV.1. Introduction :

L'étude du trafic constitue un moyen indispensable de saisie des grands flux à travers un pays ou une région. Cette étude qui est basée sur le calcul de capacité de la route ; on utilise plusieurs paramètres (TJMA, trafic de poids lourd, durée de vie de la route,...) pour pouvoir déterminer le nombre de voies nécessaire jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

Cette conception repose, en partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.
- Prospector dans le futur (évolution des déplacements dans le secteur dans les années à venir)

IV.2. Analyse de trafic et ses éléments :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic il est nécessaire de procéder à des éléments d'analyse, cette procédure requiert une logistique et une organisation appropriée, on peut être amené à résulter en plusieurs étapes et à affiner, l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- **les comptages** : Celles qui permettent de quantifier le trafic, il existe deux types (comptage automatique et manuel)
- **Les enquêtes** : Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs (Interview des conducteurs, les enquêtes à domicile- enquête ménage...).

IV.3. TYPES DE TRAFIC :

• Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.

• Trafic induit :

Ce trafic désigne le volume de trafic supplémentaire généré par la création ou l'amélioration d'une infrastructure de transport, quel que soit le mode de déplacement concerné (route, rail, vélo, marche, etc.). C'est une application au domaine des transports du principe économique de l'élasticité de la demande.

• **Trafic dévié :**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

• **Trafic total :**

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

IV.4. Les données de trafic :

Les hypothèses de calcul et de dimensionnement fournies par notre promoteur sont les suivantes.

- Le trafic à l'année 2018 **TJMA₂₀₁₈ = 6394v/j**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé **VB=100km/h**
- Le pourcentage de poids lourds **Z=30%**
- L'année de mise en service sera en **2020**
- La durée de vie estimée de **20 ans**
- Route de catégorie **C1** dans un environnement **E1**
- Trafic supplémentaire d'une cimenterie estimé de **250PL/J**

IV.5. Calcul de la capacité

IV.5.1. Définition de la capacité

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

L'étude de trafic est indispensable pour chaque projet routier

IV.5.2. 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 (v /j).
- **TJMA₀** : le trafic à l'année de référence (v /j).
- **n** : nombre d'années.

- τ : taux d'accroissement du trafic (%).

Application :

- A l'année de mise en service (2020) : $TJMA_{2020} = (1+0,04)^2 * 6394 = 6916 \text{ v/j}$.
- A l'année horizon (2040) : $TJMA_{2040} = (1 + 0.04)^{20} \times 6916 = 15154 \text{ v/j}$

$TJMA_{2040} = 15154 \text{ v/j}$

En ajoutant le trafic supplémentaire estimé de **250PL/J** on aura **$TJMA_{2040} = 15404 \text{ v/j}$** avec un pourcentage poids lourd de **31.15 %**

IV.5.3. Trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

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

Avec :

- **Teff**: Trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- **Z** : pourcentage de poids lourds(%).
- **P** : coefficient d'équivalence des poids lourds, il est donné au Tableau suivant.

Tableau IV.5 : Coefficient d'équivalence « p »

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

Selon les données en notre possession en autres levé topographique notre route peut être considérée comme étant une route ayant un environnement **E1** et de bonnes caractéristiques d'où la valeur de P est de 3.

Application :

$$T_{eff} = [(1 - 0.315) + 3 \times 0.315] \times 15404 = 25109 \text{ uvp/j}$$

IV.5.4. Débit de pointe horaire normal (évaluation de la demande) :

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

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

Avec :

- **Q** : débit de pointe horaire.
- **1/n** : coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

Application :

$$Q = 0.12 \times 25109 = 3013 \text{ uvp/h}$$

IV.5.5. Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

Avec :

- **K₁** : coefficient correcteur
- **K₂** : coefficient correcteur
- **C_{th}** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable

Tableau IV.6 : Valeurs du coefficient réducteur K2.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9-0.95

Tableau IV. 7 : Valeurs du coefficient réducteur K2.

	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau IV.8 : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

- K_1 : coefficient correcteur égale à **0,75**
- K_2 : coefficient correcteur pris égal à **1** pour environnement (E1) et catégorie (C1)
- $C_{th} = 1800$ UVP /h Pour une chaussée séparée.

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h}$$

IV.5.6. Calcul le nombre de voies :

Une chaussée unidirectionnelle Le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$N = S \times Q / Q_{adm} .$$

Avec :

- S : coefficient de dissymétrie en général égale à $2/3$.

$$N = \frac{2}{3} \times \left(\frac{3013}{1350} \right) = 1.49 \approx 2 \text{ voies}$$

IV.6. Conclusion :

D'après les résultats on conclue que ce tronçon de RN23 nécessite un dédoublement immédiat de 2X2 voies de 3,5 m de largeur avec des accotements de 2 m dans chaque côté et un TPC de 2m pour supporter le trafic dans les prochaines ans.

V. ETUDE GEOMETRIQUE :

V.1. Trace en plan :

V.1.1. Introduction

Le tracé en plan représente la projection verticale sur un plan horizontal des éléments géométriques (alignements droits et courbes) de l'axe de la route sur la base des données topométriques.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route/

V.1.2. Les règles à respecter pour le tracé en plan :

- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques ; si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel (Eviter au maximum les propriétés privées).
- Appliquer les normes du B40.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.

V.1.3. Eléments du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

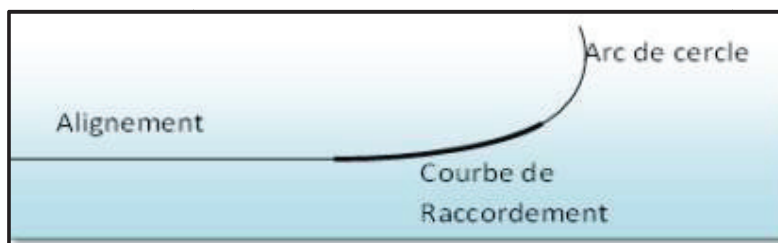


Figure V.9 : Elément de tracé en plan

V.1.4. Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

V.1.4.1. Condition de confort optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être 3° pour être perceptible à l'œil.

$$R / 3 \leq A \leq R$$

- $R \leq 1500m$ Alors : $\Delta R = 0,5m$ et $L = \sqrt{24 * R * \Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000m$ Alors : $L \geq R/9$
- $R > 5000m$ Alors $R = 2.5 m$ et $L = \sqrt{7.75 * R}$

V.1.4.2. Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, et imposé une variation limitée.

D'où : $L = \left[\frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127 * R} - \Delta d \right) \right]$.

Avec :

- **Vr** : vitesse de référence en (Km /h).
- **R** : rayon en (m).
- **Δd** : variation de dévers.

V.1.4.3. Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.

$$L \geq Vr * \Delta d * l$$

- **L** : Longueur de raccordement.
- **l** : Largeur de la chaussée.
- **Δd** : variation de dévers.

V.1.5. La vitesse de référence de base :

La vitesse de référence (Vr) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle permet de définir les caractéristiques géométriques fondamentales intervenants dans l'élaboration du tracé, sont choix dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

V.1.6. Paramètres fondamentaux :

Ce projet est une route de catégorie C1, dans un environnement E1, avec une vitesse de base $V_b = 100$ km/h. Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40.

Tableau V.9 : Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symboles	Valeurs
Longueur minimale (m)	Lmin	139
Longueur maximale (m)	Lmax	1667
Devers minimal (%)	dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t1	1.8
Frottement longitudinal	f _L	0.36
Frottement transversal	Ft	0.11
Distance de freinage (m)	d ₀	111
Distance d'arrêt (m)	D	161

Distance de visibilité de dépassement minimale	Dm	425
Distance de visibilité de dépassement normale	dN	625
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	dMd	300
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	450
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	600
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1600
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	2200

V.1.7. Calcul l'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base dans tout projet routier, elle consiste à déterminer tous les points de l'axe, du début jusqu'à la fin.

Le calcul se fait par un point fixe, de coordonnées connues, en passant par les étapes suivantes :

- Calcul le paramètre A
- Calcul des gisements.
- Calcul de l'angle de comprime entre les alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Vérification de non- chevauchement.
- Calcul de l'arc en cercle.

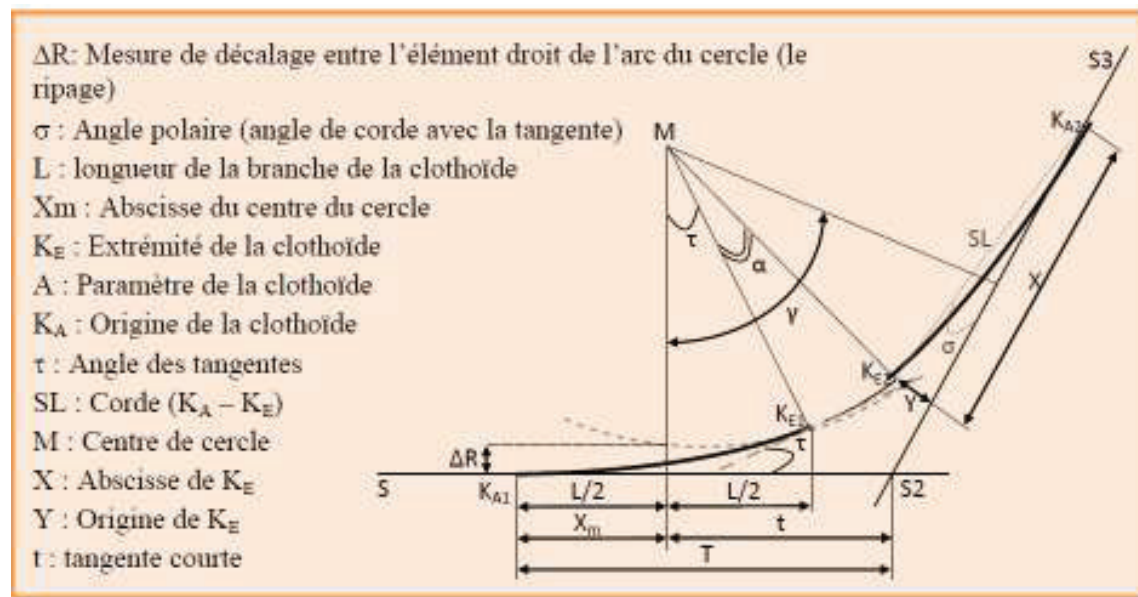


Figure V.10 : les éléments de la clothoïde

V.1.7.1. Exemple de calcul :

Tableau V.10 : Les sommets et le rayon d'un virage

VB=100Km/h	X (m)	Y (m)	R (m)
S1	466861,2641	3750898,9333	1000
S2	466777,2184	3751187,8306	

S3	467024,3635	3750713,1571	
----	-------------	--------------	--

Le rayon R situe entre RHN et RHd donc :

$$d = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{(RHN) - d(RHd)} \times (1/R - 1/RHd) + d(RHd) = 3.5\%$$

V.1.7.2. Calcul le paramètre A :

- **Condition de confort optique :**

Règle générale selon (B40)

$$R \leq 1500m \text{ Alors : } \Delta R = 0.5 m$$

$$R \leq 1500m \text{ Alors : } L \geq \sqrt{24 * R * \Delta R} \geq \sqrt{24 * 1000 * 0.5} = 109.5 m$$

- **Condition de Condition de confort dynamique et de gauchissement :**

$$L \geq 5/36 * \Delta d * V_B$$

$$\Delta d = d - (-2,5) = 3.5 - (-2.5) = 6\%$$

$$L \geq 5/36 * 6 * 100 = 83,33 m$$

On sait que $A^2 = L.R = \sqrt{L * R}$

$$\text{On a } L = 160 m \rightarrow R/3 = 333.3 < A = 400 < R = 1000$$

La condition est vérifiée.

V.1.7.3. Calculer ΔR :

$$\Delta R = L^2 / 24 \times R . \rightarrow \Delta R = 1, m$$

V.1.7.4. Calcule des gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$G_{s2}^{s1} = \arctg\left(\frac{|\Delta Y|}{|\Delta X|}\right) \Rightarrow G_{s2}^{s1} = \arctg\left(\frac{|3750898.9333 - 3751187.8306|}{|466861.2641 - 466777.2184|}\right) \Rightarrow G_{s2}^{s1} = 81,98 \text{ gr}$$

$$G_{s3}^{s2} = \arctg\left(\frac{|\Delta Y|}{|\Delta X|}\right) \Rightarrow G_{s3}^{s2} = \arctg\left(\frac{|3750713,1571 - 3750898,9333|}{|467024,3635| - 466861,2641|}\right) \Rightarrow G_{s3}^{s2} = 54,13 \text{ gr}$$

V.1.7.5. Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s2}^{s1} - G_{s3}^{s2}| = 27,85 \text{ gr}$$

V.1.7.6. Calcul de l'anglet :

$$\tau = \frac{L}{2 * R} * \frac{200}{\pi} = 5,09 \text{ gr}$$

V.1.7.7. Vérification de non chevauchement :

$$\gamma/2 = 13.925 \text{ gr} \quad \tau < \gamma/2 \rightarrow \text{pas de chevauchement}$$

$$\tau = 5,09 \text{ gr}$$

V.1.7.8. Calcul des distances :

$$S1 S2 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{84.0457^2 + 288.8973^2} = 300,874 \text{ m}$$

$$S2 S3 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{163,0994^2 + 185,7762^2} = 247,21 \text{ m}$$

V.1.7.9. Calcule de l'abscisse du centre de cercle :

$$X_m = A^2/2R = L/2 = 80 \text{ m.}$$

V.1.7.10. Coordonnées de K_E :

- **Abscisse : X = L (1 - \frac{L^2}{40 * R^2}) = 159,898 m**

- Origine : $y = \frac{L^2}{6 \cdot R} = 4,27m$

V.1.7.11. Calcul de la tangente T:

$$T = Xm + (R + \Delta R) + tg(\gamma/2) = 302,6677m$$

V.1.7.12. Calcul de la corde polaire SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{159,898^2 + 4,27^2} = 159,95m$$

V.1.7.13. Calcul de l'angle polaire σ :

$$\sigma = arctg(y/x) = arctg(4,27/159,898) = 1,6996gr$$

V.1.7.14. Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 28,85 - 10,05 = 17,67gr$$

$$b = \widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \cdot \alpha \cdot \pi}{200} = \frac{1000 \cdot 17,67 \cdot \pi}{200} = 277,559m$$

V.1.7.15. La longueur de la courbe « 2Clothoïde + Rayon » :

$$l_{courbe} = 2 \times SL + b = 2 \cdot 159,95 + 277,559 = 597,459m$$

V.1.7.16. Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (\overline{S1 S2} - T) \cos(300 - G_{S2}^{s1}) = 466859,5418m \\ Y_{KA1} = Y_{S1} - (\overline{S1 S2} - T) \sin(300 - G_{S2}^{s1}) = 3750898,432m \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} - T \cos(300 - G_{S3}^{s2}) = 467004,5815m \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T \sin(300 - G_{S3}^{s2}) = 3751387,31m \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - SL \cos(300 - \sigma - G_{S2}^{s1}) = 467014,2645m \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL \sin(300 - \sigma - G_{S2}^{s1}) = 3750939,218m \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} + SL \sin(G_{S3}^{s2} - \sigma - 200) = 466887,2454m \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \cos(G_{S3}^{s2} - \sigma - 200) = 3750830,515m \end{cases}$$

Tableau V.11 : Comparaison des calculs de coordonnée des points singuliers

Points singuliers	Calcul automatique	Calcul manuel
K_{A1}	X=466861,2641 Y=3750898,9333	X=466859,5418 Y=3750898,432
K_{E1}	X=466777,2184 Y=3751187,8306	X=467014,2645 Y=3750939,218
K_{E2}	X=467024,3635 Y=3750713,1571	X=466887,2454 Y=3750830,515
K_{A2}	X=467008,9887 Y=3751008,875	X=467004,5815 Y=3751387,31

**Les calculs d'axe sont faits à l'aide de logiciel Civil
3D et sont joints dans l'ANNEXE I.**

V.2. Profil en long :

V.2.1. Introduction

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

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires.

V.2.2. Règles à respecter dans le trace du profil en long :

- Respecter les normes du règlement B 40.
- Recherche un équilibre entre le volume de remblais et le volume des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Eviter les hauteurs excessives de remblais.
- Adaptation aux réseaux divers (gazoducs, réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...).

V.2.3. Eléments constituant le profil en long :

V.2.3.1. Alignements

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

V.2.3.2. Déclivités

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nombre de pente pour les descentes et rampe pour montées.

1. Déclivité minimale :

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

2. Déclivité maximale

- La déclivité maximum dépend de :
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

V.2.4. Raccordements en profil en long :

On distingue donc deux types de raccordement :

V.2.4.1. Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

V.2.4.2. Raccordement concave (angle rentrant)

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

V.2.5. Paramètres fondamentaux du profil en long

Chapitre V : Etude Géométrique

Les paramètres géométriques utilisés pour le tracé de la ligne rouge sont pris du règlement B40 et donnés dans le tableau :

Tableau V.12 : Paramètres fondamentaux du profil en long

Catégorie		C1
Environnement		E1
Vitesses de base (Km/h)		100
Rayon en angle saillant R_V	Route bidirectionnelle (2*2voies)	
	RVm1 (minimal absolu) en m	6000
	RVn1 (minimal normal) en m	12000
Rayon en angle rentrant R_V	Route bidirectionnel :(2x2voies)	
	R'Vm1 (minimal absolu) en m	3000
	R''Vn1 (minimal normal) en m	4200
Déclivité maximale	Imax(%)	4
Déclivité minimale	Imin(%)	0.5

V.2.6. Coordination tracé en plan et profil en long :

Il est nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin :

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en vue des conditions de visibilité.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long, puis respecter la condition ($R_{\text{vertical}} > 6R_{\text{horizontal}}$).

V.2.7. Détermination pratique du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0.$$

À l'équation de la parabole $X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS)
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

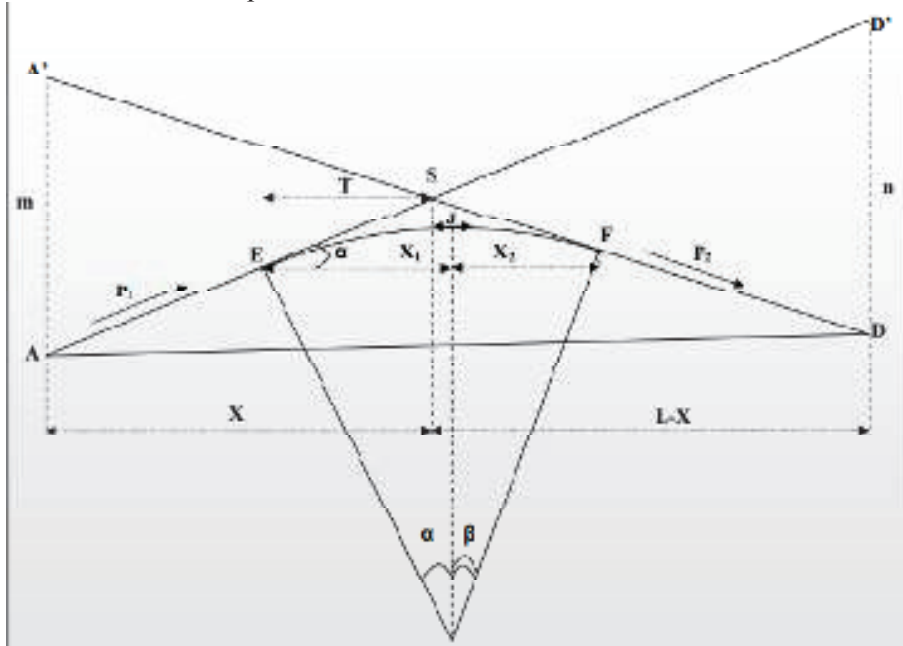


Figure V.11 : Schéma représentatif d'un rayon convexe

1. Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a $Z_{D'} = Z_A + L \cdot P_2$, $m = Z_{A'} - Z_A$
 $Z_{A'} = Z_D + L \cdot P_1$, $n = Z_{D'} - Z_D$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \left\{ \begin{array}{l} X_S = X + X_A \\ Z_S = P_1 \cdot X + Z_A \end{array} \right\}$$

2. Calcul de la tangente

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = X_S - T \\ Z_E = Z_S - T \cdot P_1 \end{array} \right\} \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = T + X_S \\ Z_F = P_2 \cdot T + Z_S \end{array} \right\}$$

3. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

4. Calcul de la flèche

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

5. Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_X = \frac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + P_1 \cdot X - \frac{X^2}{2R} \end{array} \right\}$$

6. Calcul des cordonnées du sommet de la courbe :

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \left\{ \begin{array}{l} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = P_1 \cdot X_1 + Z_E - \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right\}$$

Avec : $X_1 = R.P_1$

$X_2 = R.P_2$

V.2.8. Exemple de calcul :

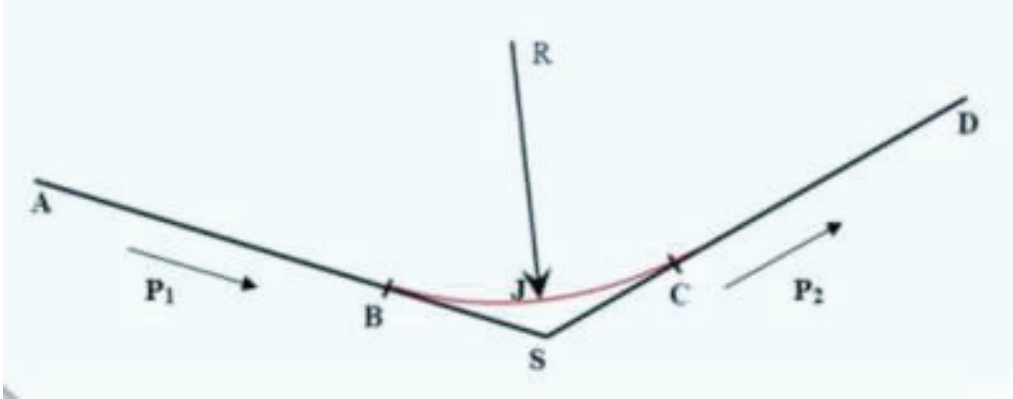


Figure V.12 : Schéma illustratif d'un rayon concave

Tableau V.13 : Les données de l'axe à calculer

Sommet	X(m)	Z(m)	Pente (%)	R(m)
A(x,y)	477993.179	970.83	P1=-1.48%	900
S(x,y)	478677.625	960.67		
D(x,y)	478942.189	966.32	P2=2.14%	

• **Calcul de déclivités :**

$$P1 = \frac{Zs - Za}{Xs - Xa} = \frac{960.67 - 970.83}{478677.625 - 477993.179} = -1,48\%$$

$$P2 = \frac{Zd - Zs}{Xd - Xs} = \frac{966.32 - 960.67}{478942.189 - 478677.625} = 2,14\%$$

• **Calcul des tangentes :**

$$T = R \times \frac{|P1| + |P2|}{2} = 16.29m$$

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

$$B \begin{cases} XB = Xs - T = 478661.335 m \\ ZB = Zs + T \times |P1| = 960.91m \end{cases}$$

$$C \begin{cases} XC = Xs + T = 478693.915 m \\ ZC = Zs + T \times |P2| = 961.01m \end{cases}$$

• **Calcul de la longueur de raccordement :**

$$L = 2 \times T = 32.58 m$$

• **Calcul de la flèche :**

$$H = \frac{T^2}{2R} = 0.147m$$

- calcul des cordonnés du sommet J :

$$X_{J/A} = R \times |P_1| = 13.32 m$$

$$Z_{J/A} = X_{J/A} \times |P_1| - \frac{X_J^2}{2 \times R} = 0.098m$$

$$J \left\{ \begin{array}{l} XJ = XB + X_{J/A} = 478674.655m \\ ZJ = ZB - Z_{J/A} = 960.812m \end{array} \right.$$

**Les résultats de calcul de profil en long sont joints dans
l'ANNEXE II.**

V.3. Profil en travers :

V.3.1. Introduction :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée sur un plan vertical. Il existe deux types de profil :

- **Profil en travers courant** : est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances généralement régulières (10, 15, 20,25m...) qui servent à calculer les cubatures et d'avoir des précisions techniques et géométriques sur les sections transversales de la route.
- **Profil en travers type** : est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais ou mixte).

V.3.2. Les éléments du profil en travers :

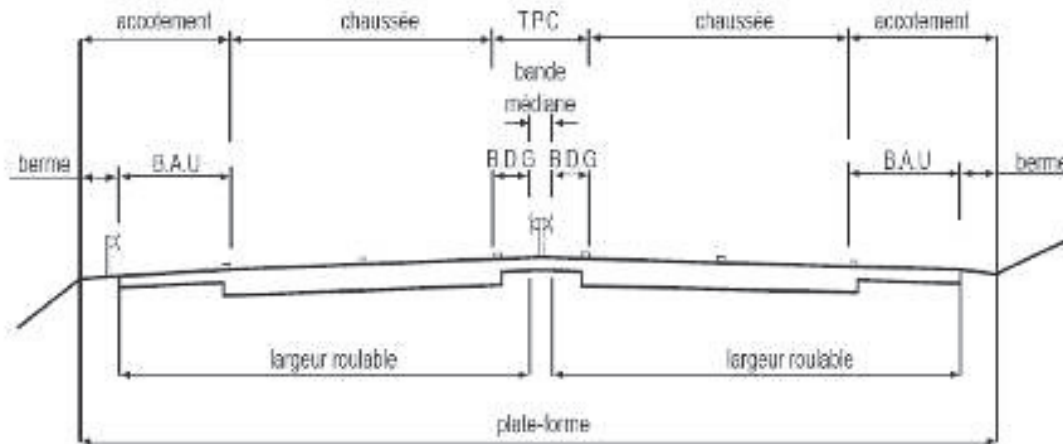


Figure V.13 : Les éléments du profil en travers

Avec:

- **Chaussée** : D'après l'étude de trafic, la chaussée est de type 2×2 voies de largeur 3,5m.
- **Terre-plein central (T.P.C)** : il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane
- **Bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation.
- **Bande médiane** : Partie du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche de largeur égale à 0,5 m.
- **Accotement** : comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.
- **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue, Sa largeur est de 2 m.

- **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..).

V.3.3. Pentestransversals (Devers):

V.3.3.1. En alignement et en courbe non déversée

- La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.
- Les pentes des B.D.G et du versant en toit d'un T.P.C sont identiques à celle de la chaussée adjacente.
- L'accotement présente une pente transversale de 4%.

V.3.3.2. En courbe déversée

La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, entre 2,5% pour R_{nd} et 7% pour R_M , la variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.

V.3.4. Profil en travers type de notre projet :

Tableau V.14 : Profil en travers type proposé

Description		Largeur(m)	Nombre	Largeur totale(m)
Voie de circulation 2x2		3,5	4	14
Terre-plein Centrale	Bande dérasée de gauche	2	1	2
	Bande médiane (B.M)	0,5	1	0,5
Accotement	Bande d'arrêt d'urgence	2	2	4
	La berme	1	2	2
Déversen section droite	Chaussée	2.5% vers l'extérieur		
	Bande dérasée de gauche	Identique à celle de la chaussée.		
	Bande d'arrêt d'urgence	Identique à celle de la chaussée.		
	Berme extérieur	8% vers l'extérieur		
déversencourbedéversée	Chaussée	7% (maximum)		
	Bande dérasée de gauche	Identique à celle de la chaussée		
	Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	Selon le devers		

V.3.5. Profil en travers les différentes sections de dédoublement :

On présente dans ce paragraphe les différents profils en travers courants en différentes sections du projet, comme la montre les figures suivantes :

- Profil en travers en déblai :

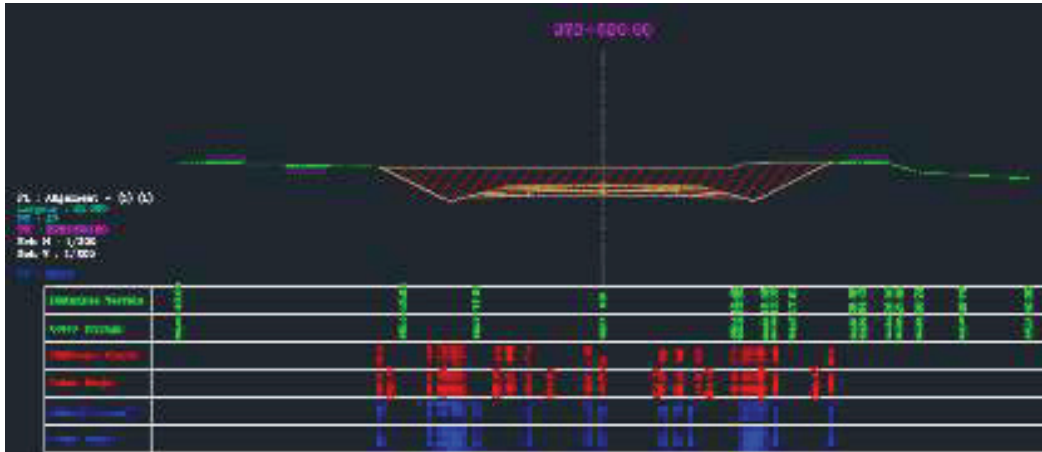
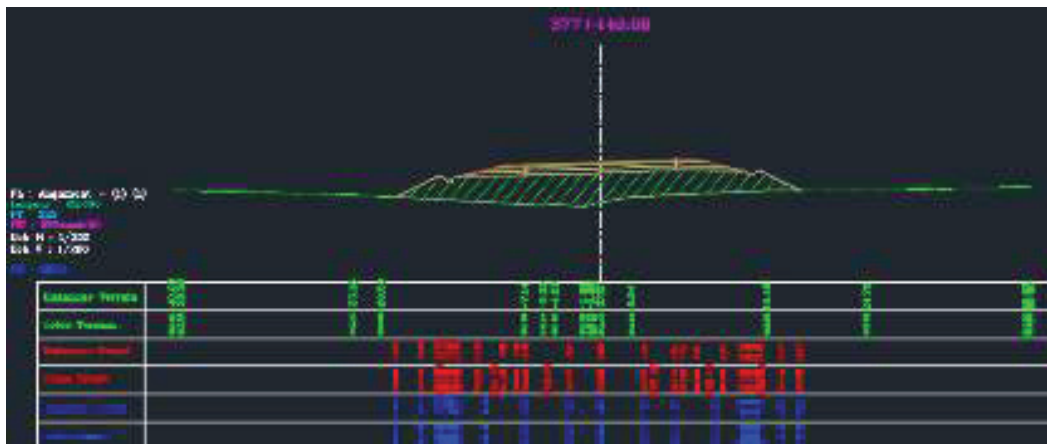
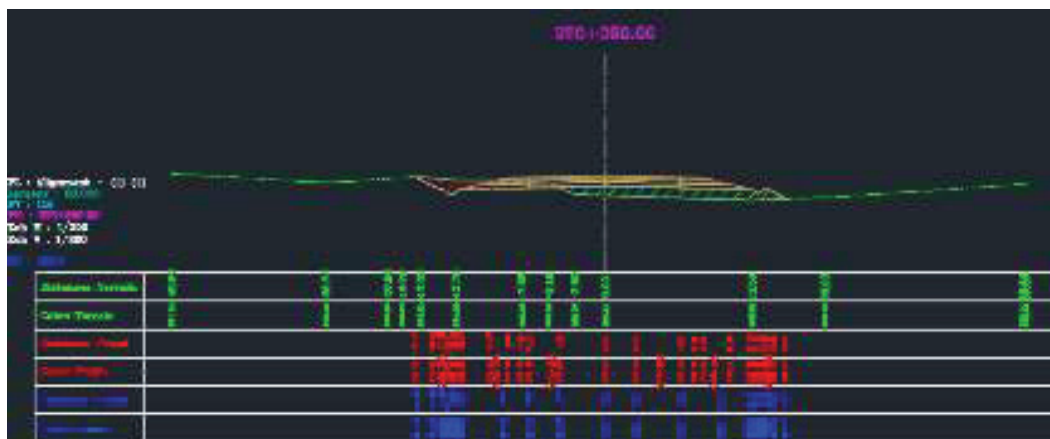


Figure V.14 : Profil en travers en déblai



- Profil en travers en remblai :

Figure V.15 : Profil en travers en remblai



- Profil en travers mixte :

Figure V.16 : Profil en travers mixte

VI. EUDE GEOTECHNIQUE :

VI.1. Introduction :

L'étude géotechnique et la phase permettant de définir les propriétés mécaniques et physiques du sol, qui va recevoir la chaussée sélectionné, on se basant sur une série d'essais, in-situ (essais pressiométriques, essais de pénétration dynamique ...) et au laboratoire (Limites d'Atterberg, Essai CBR ...), dans le but d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les informations de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. Elle se détermine par l'exécution des travaux de reconnaissance le long et autour de la zone de l'étude.

VI.2. Travaux de reconnaissance :

- L'étude des archives et documents existants
- Les essais in situ
- Les essais en laboratoire

VI.2.1. Les archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés. Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologique et géotechnique des formations existantes.

VI.2.2. Contexte géologique

Le territoire de Laghouat est partagé en deux régions d'inégale superficie, présentant chacune un intérêt particulier.

La première, qui comprend la partie Nord-Ouest de la wilaya, est une région montagneuse, accidentée, à peu près nue et aride. Des chainons rocheux, isolés à pente raide, généralement peu accessibles, y formant les ceintures des grandes vallées.

Cette oasis est partagée en deux parties, Nord et Sud, par une crête rocheuse dont la direction générale est Ouest Est. Au Nord, une autre ligne de crête parallèle à la précédente offre deux coupures assez larges, l'un donnant passage à l'Oued M'zi, l'autre formant un col appelé le col des sables.

Dans le Nord de la wilaya, ce sont les éléments du Crétacé inférieur qui dominant. Ces éléments sont parfois coupés par des faciès marins normaux à récifaux et par des éléments continentaux lagunaires. En descendant vers le Sud, les formations des Pliocènes continentales composées en particulier des poudings et de calcaires lacustres forment la partie Nord du plateau. Elles dominent presque exclusivement la partie Sud-ouest, tandis que dans la partie Sud Est apparaissent les formations du Pontien (Miocène). Ces formations allant jusqu'à l'extrême Sud du plateau, ne changent qu'à la pointe Nord de la Chebka du M'zab, ou réapparaît le Crétacé Supérieur marin, prolongé vers le Sud par le Crétacé moyen marin et le Turonien.

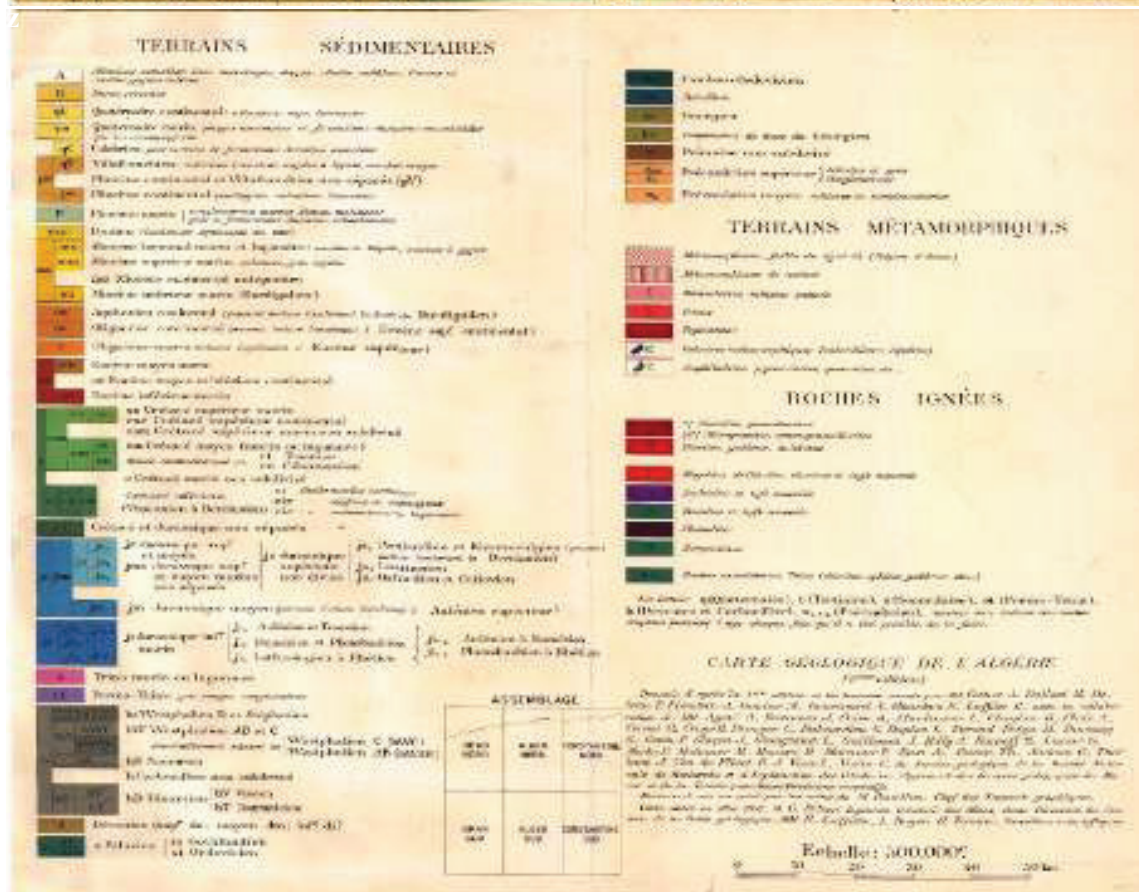


Figure VI.17 :La carte géologique de la région de LAGHOUAT

VI.2.3. Contexte climatologique :

- Le site du projet est situé dans un contexte semi-aride ayant une pluviométrie allant de 100 à 150mm ; les précipitations surviennent fréquemment sous forme d'orages.
- Sur toute l'année, les températures maximales moyennes mensuelles sont comprises entre 20 et 37°C. Les températures minimales moyennes mensuelles sont comprises entre 0° et 15°C.
- A la surface de la chaussée et en période estivale, la température peut atteindre 40° et plus.
- En période hivernale, la température peut osciller entre 2° le matin (on peut observer 0° et même en dessous) et 20°entre 12h et 16h.
- Les chocs thermiques sont importants avec des écarts de températures pouvant atteindre 25° et même plus.
- Les vents sont très violents à dominance Nord-Nord-Est pour des vitesses allant de 60 à 130km/h.

VI.3. Essais in-situ :

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des Caractéristiques des sols en présence nécessitent des investigations in-situ permettant : la mesure de certaines caractéristiques en place, et parmi les essais in situ on a les Puits de reconnaissance.

L'investigation géotechnique sur site a porté principalement sur la réalisation du programme géotechnique, Ce programme comporte, l'exécution de (15) puits réalisés le long de l'itinéraire de tronçon étudié (réalisés alternativement à l'axe), côté gauche et côté droit du tracé.

La profondeur des puits du sol support est variable selon la nature du sol et son degré d'homogénéité.

Les puits d'axes ont été réalisés sur une emprise d'environ 100m afin de bien cerner l'itinéraire de la route et d'avoir une approche plus précise de l'assise.

Tableau VI.15: Etat des puits de reconnaissance

Puits N°	PK	NATURE DU SOL	PROFENDEUR DU PUIITS (cm)
05	373+000	Sable limoneux graveleux	60-80
06	374+000	Sol graveleux sableux	80-120
07	375+000	Sol graveleux	80-110
08	376+000	Sol grave sableux	50-90
09	377+000	Sol graveleux	60-70
10	378+000	Sol sable graveleux	70-80
11	379+000	sable graveleux	60-90
12	380+000	Sol sableux	40-70
13	381+000	Sol fin	80-110
14	382+000	Sol graveleux	60-130
15	383+000	Sol graveleux sableux	70-100

VI.4. Essai au laboratoire :

Les échantillons prélevés au niveau des 16 puits réalisés ont été acheminés au Laboratoire pour effectuer une série d'analyses géotechniques

Liste des essais de laboratoire et leurs références normatives :

- Analyse granulométrique : NFP 94-056 ;
- Limites d'Atterberg : NFP 94-051 ;

- Equivalent de sable : NFP18-597 ;
- Essai CBR NFP 94-078 : Imbibé
- Caractéristiques Proctor NFP 94-093

VI.4.1. Les essais d'identification :

Tableau VI.16 : Les essais d'identification

Puits N°	Les essais d'identification										
	Analyse granulométrique (%)							Limites d'Atterberg (%)			ES (%)
	<31.5 mm	<10 mm	<02 mm	<01 mm	<0.4 mm	<0.2 mm	<0.08 mm	L _L	L _P	I _P	
05	80	70	64	60	47	35	20	36.33	15.89	20.44	15.66
06	100	97	87	80	64	50	38	40.92	19.63	21.29	9.82
07	78	700	60	53	46	37	27	34.68	23.13	11.55	13.36
08	93	82	57	46	33	25	21	16.29	/	/	15.70
09	90	78	51	41	35	27	24	37.31	18.56	18.75	8.44
10	100	96	86	80	65	60	38	36.56	17.38	19.18	25.09
11	98	91	88	79	71	62	29	34.32	29.49	4.83	16.26
12	97	89	80	74	60	53	45	49.04	34.12	24.92	22.69
13	100	91	83	75	63	34	27	35.91	19.04	16.87	29.33
14	90	79	77	69	52	44	19	44.47	20.06	14.42	23.50
15	93	87	55	48	35	24	18	35.26	18.27	16.99	8.66

Avec ;

- L_L. Limite de liquidité
- L_P. Limite de plasticité
- I_P. Indice de plasticité
- ES. Equivalent de sable

Les résultats enregistrés nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

Le pourcentage des fines (< 0.080mm) varie de 18 à 45 %.

Le pourcentage des éléments inférieurs à 31 mm varie de 78 à 100 %.

Le pourcentage des éléments inférieurs à 02 mm varie de 51 à 88 %

Le coefficient d'uniformité (coefficient de Hazen CU= D60/D10) est largement > 02.

Il s'agit donc de courbes granulométriques étalées ou continues, ainsi le matériau se prête bien au compactage.

- Les valeurs des limites de liquidité L_L des différents échantillons varient entre 16.29 et 49.04 %.
- Les valeurs des limites de plasticité L_P des différents échantillons varient du non mesurable à 34.12%.

- Les valeurs des indices de plasticité I_p des différents échantillons varient d'un mesurable à 24.92%.

Ce qui nous révèle que le matériau du sol support est de sensibilité variable à l'eau.

Les résultats enregistrés se situent dans la fourchette 08.44 et 29.33%.

VI.4.2. Les essais mécaniques :

Tableau VI.17 : Les essais mécaniques

Puits		Les essais mécaniques				
		Caractéristiques Proctor		Indice CBR imbibé (4 jours)	Classe de portance	Classification NFP 11-36
		Teneur en eau optimale (%)	Densité sèche maximale (t/m ³)			
N°05	P110	2.08	9.33	15.30	S2	C1B5
N°06	P111	2.13	8.48	10.38	S3	A2
N°07	P112	2.15	8.66	13.24	S2	A2
N°08	P113	2.18	8.02	12.77	S2	B6
N°09	P114	2.14	8.91	17.69	S2	B5
N°10	P115	2.03	10.65	14.68	S2	A2
N°11	P116	2.05	9.45	16.89	S2	B5
N°12	P117	2.02	8.08	13.26	S2	A2
N°13	P118	2.07	7.85	14.56	S2	B6
N°14	P119	2.11	7.99	10.26	S3	B6
N°15	P120	2.14	8.23	15.04	S2	B6

- Les teneurs en eau varient entre 2.02 et 2.18 %.
- Les densités sèches maximales obtenues oscillent entre 7.85 et 10.65 t/m³.
- les valeurs de l'indice CBR oscillent entre 10.26 et 17.69 avec une valeur moyenne de 15 en omettant les deux valeurs extrêmes.
- D'après les résultats sur le CBR imbibé à 04 jours, le sol support est de portance moyenne (CBR moyen est de 15).

VI.5. Classes de portances :

Tableau VI.18 : Les différentes classes de portance

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

Dans la majorité des cas les sols ont un indice CBR de 14 donc la portance est moyenne S2

VI.6. Classification des sols :

VI.6.1. Classification selon GTR :

Les figures suivantes représentent les différentes classes du sol

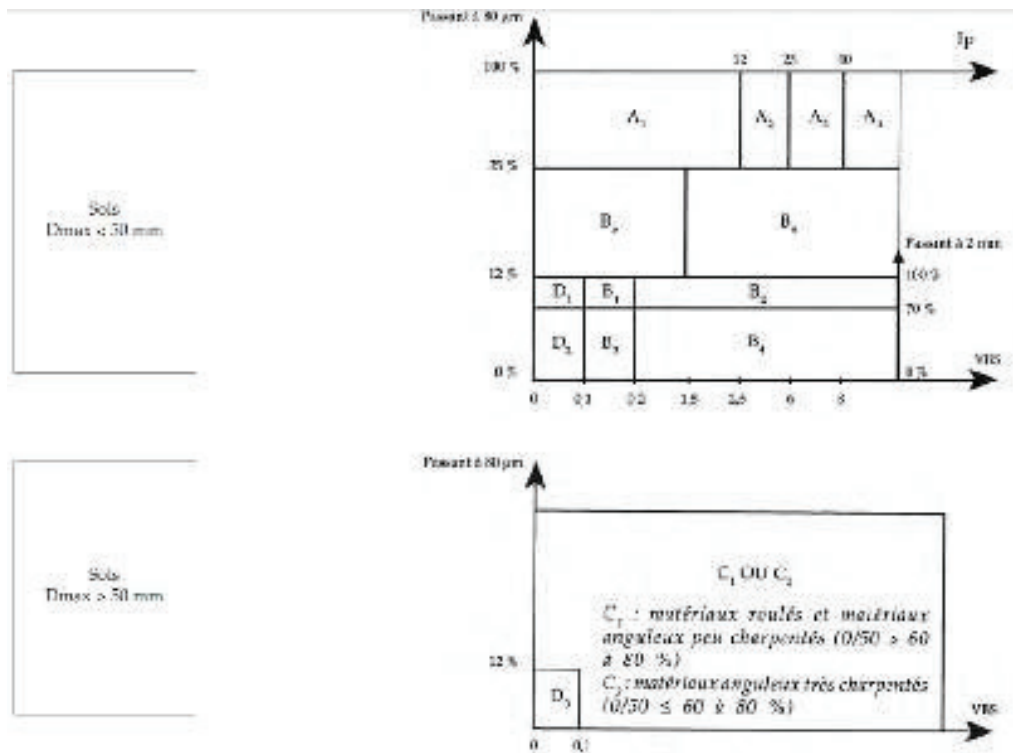


Figure VI.18 : Classification des matériaux selon GTR

Selon la technique de réalisation des remblais (GTR-SETRA/LCPC Fascicule I et II SEPT-1992), les paramètres retenus pour la classification des sols se rangent en trois catégories

Tableau VI. : 19 Tableau récapitulatif de la démarche d'identification des sols

Paramètre	Caractéristique	Essais
Nature	la granularité	Dmax Analyse granulométrique
	L'argilosité	Limites d'ATTERBERG VBS
	Résistance à la fragmentation	LA
Comportement mécanique	Résistance à l'usure	MDE
	Etat	Etat hydrique
Teneur en eau		
Limites d'ATTERBERG		
CBR		

La classification GTR est basée sur la reconnaissance des caractéristiques naturelles du sol (Granulométrie, argilosité), caractéristique de comportement des granulats (LA, MDE) et caractéristique de l'état hydrique (IPI).

La classification des sols rencontrés dans le tronçon d'étude est donnée dans le tableau suivant :

Tableau VI. 20 : Classification GTR des différents puits

Les puits	Caractéristiques granulométriques	Caractéristiques physiques	classification
p6, p7, p10, p12	D<50mm 35<Passant à 80µm<100%	12<I _p ≤25%	A2 –Sables fins argileux
p9, p11	D<50mm 12<Tamisât à 80µm<35%	I _p ≤12 VBS ≤1.5	B5- Sol sableux et graveleux avec fines
p8, p13, p14, p15	D<50mm 12<Tamisât à 80µm<35%	I _p >12 VBS >1.5	B6- Sables et graves argileux
p5	D>50mm Tamisât à 80µm<35%		C1B5 -Sol comportant des fines et des gros éléments

VI.7. Terrassement :

VI.7.1. Déblai :

H_{max}=3,63m de PK 380+850 au PK 381+100.

Tableau VI.21 : Les volumes et les types du sol de différentes sections en déblai

Section	PK	Volume de déblai (m ³)	Type de sol
1	De 373+ 398 à 374+072	84427	C1B5/A2
2	De 374+391 à 375+285	85476	A2
3	De 375+629 à 375+878	27139	A2
4	De 376+431 à 376+729	31511	B6
5	De 377+938 à 378+895	81709	B5/A2
6	De 379+354 à 379+717	39250	B5
7	De 379+867 à 380+344	26068	B5/A2
8	De 380+812 à 381+085	34126	A2/B6
9	De 382+632 à 382+755	14265	B6
Volume total de déblai (m ³)		430813	

VI.7.2. Remblai :

H_{max}=-7,08m de PK 381+225 au PK 382+450.

Tableau VI.22 : Les volumes et les types du sol de différentes sections en remblai

Section	PK	Volume de remblai (m3)	Type de sol
1	De 373+000 à 373+400	641	C1B5
2	De 375+285 à 375+576	6331	A2
3	De 375+881 à 376+443	9006	A2/B6
4	De 376+727 à 377+928	18661	B6/B5
5	De 379+211 à 379+360	690	B5
6	De 379+713 à 379+868	666	B5
7	De 380+343 à 380+811	7091	A2
8	De 381+086 à 383+000	116266	B6
Volume total de remblai (m3)		159352	

VI.7.1. Volumes de déblai utilisés en remblai

Tableau VI.23 : les pourcentages des déblais utilisés en remblai

Déblai Remblai	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,8%								
2		6,8%							
3		1,4%		3,8%					
4				3,6%		6,5%			
5						1,4%			
6						0,3%			
7		9%							
8									

VI.7.2. Conditions d'utilisation des matériaux en remblai :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels. Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80 mm
- Matériaux plastiques IP > 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.
- Les remblais ils seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Chapitre VI : Etude Géotechnique

- Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.
- Afin de vérifier l'aptitude d'un sol à servir comme matériaux de remblais, il est normalement soumis à une étude géotechnique qui comprend les investigations précédentes.

Pour le présente projet, les matériaux de déblais qui sont réutilisés en remblai et les matériaux de gites d'emprunts sont des sols sableux et graveleux avec des fines

D'après le GTR, les conditions d'utilisations de ces matériaux en remblais sont les suivantes :

VI.7.2.1. Pour le sol A2 (Sables fins argileux) :

Tableau VI.24 : Les conditions d'utilisations du sol A2 en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code												
				E	G	W	T	R	C	I	H					
A ₂ S	Le remblai en sol sableux de cas sans être obligé à un compactage intense. Il faut au maximum éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hygroscopique est nécessaire. L'humidification dans la masse exige un arrosage superficiel pour des quantités importantes d'eau.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON											
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (> 10 m)	1	0	0	0	1	1	2					
		-	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0					
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (> 10 m)	0	0	0	0	0	1	2					
		-	évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage intense	0	0	4	0	1	1	0					
				Solution 2 : arrosage W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (< 5 m)	0	0	3	0	0	1	1					
Solution 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (> 10 m)	2			0	3	0	0	1	2							

VI.7.2.2. Pour le sol B5s (Sol sableux et graveleux avec fines) :

Ces sols sont très difficiles à compacter, du fait de leur faible teneur en eau

Tableau VI.25 : Les conditions d'utilisations du sol B5 en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	I	H	C	H	
B _{5s}	Ces sols sont très difficiles à compacter, en fait de leur faible teneur en eau. En conséquence il convient : - soit de compacter intensément avec un procédé spécialisé - soit d'humidifier le matériau dans un massif pour le ramener au B _{5m} . Cette humidification est créée et obtenue de façon à réaliser :	++ pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON							
		+ pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m)	1	0	0	0	1	1	2	
		- ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m)	0	0	4	0	1	2	0	
		- évaporation importante	Solution 1 : extraction frontale et arrosage E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m) Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	2	0	3	0	0	1	2	

VI.7.2.3. Pour le sol B6s (Sol sableux et grave argileux) :

Tableau VI.26 : Les conditions d'utilisations du sol B6 en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
B _{6s}	Il est possible d'acidifier temporairement la teneur en eau par un compactage intense, un arrosage, ou une humidification avec un treillage soigné et une quantité d'eau importante.	++ pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON							
		+ pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m)	1	0	0	0	1	1	2	
		- ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m)	0	0	4	0	1	2	0	
		- évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (à 5 m) Solution 2 : extraction frontale - arrosage E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (à 10 m) Solution 3 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0	0	3	0	0	1	1	
				2	0	3	0	0	1	2	
				0	0	4	0	1	1	0	

VI.7.2.4. Pour le sol C1B5 –Sol comportant des fines et des gros éléments :

Tableau VI.27 : Les conditions d'utilisations du solC1B53 en remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code																				
					E	G	W	T	R	C	I	H													
C ₁ A ₁ s C ₁ B ₆ s	Ces sols sont difficiles à compacter. L'humidification pour changer d'état ne peut être réalisée que par le compactage. Si ce matériau ne peut être réalisé à l'origine, il faut laisser percoler l'eau à partir de la surface après avoir réalisé une compactation. Dans ce cas, il convient d'observer un temps de percolation de plusieurs heures.	+	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols métriques pour permettre leur utilisation et risquant de conduire rapidement à des excès de teneur en eau											NON										
			pluie faible	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)											0 0 0 0 0 1 1										
		Solution 2 : extraction en couches E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)											1 0 0 0 1 1 2												
		-	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)											0 0 0 0 0 1 1										
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen											0 0 4 0 1 2 0										
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne											0 0 3 0 0 1 2										
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense											0 0 4 0 1 1 0										

VI.8. Conclusion :

Le projet se situe dans une zone semi-aride, le GTR propose des conditions et des solutions pour l'utilisation des matériaux de déblai (B5s, B6s, C1B5s, A2s) en remblai en fonction de l'état météorologique,

VII. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :

VII.1.Introduction :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays. Si les routes ne sont pas correctement construites, ou ne sont pas entretenues en temps opportun, elles se dégradent inexorablement. Le dimensionnement de la chaussée est en fonction de la politique de gestion du réseau routier, cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Dimensionner la chaussée revient à choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

VII.2.Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont Conditionnées par plusieurs facteurs :

- Le Trafic.
- Le Sol Support.
- Environnement.
- Matériaux.
- Le risque de calcul considéré.
- Les données climatiques.

VII.3.Différents types de chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide.

VII.3.1.chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les couches suivantes :

- Couche de roulement (surface)
- Couche de base
- Couche de fondation
- Couche de forme

VII.3.2.chaussée semi-rigide :

Les chaussées semi-rigides comportent en particulier une couche de base (et quelque fois une couche de fondation) traitée au liant hydrocarbonés (bitume) ou hydraulique (ciment).

VII.3.3.chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les

répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques

VII.4.Principes méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles de méthodes :

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites rationnelles basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussées utilisées dans notre projet sont :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTT

VII.4.1.Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

VII.4.1.1.Description de la méthode :

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule suivante :

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

Avec :

- **e** : épaisseur équivalente
- **I_{CBR}** : indice CBR (sol support)
- **N** : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- **P** : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)
- **Log** : logarithme décimal

VII.4.1.2.Epaisseur Equivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

- **a₁ x e₁** : couche de roulement
- **a₂ x e₂** : couche de base
- **a₃ x e₃** : couche de fondation
- **a₁, a₂, a₃** : coefficients d'équivalence des matériaux par rapport à un grave concassé.
- **e₁, e₂, e₃** : épaisseurs réelles des couches.

Les valeurs usuelles des coefficients d'équivalence suivants les matériaux utilisés sont données dans le tableau suivant :

Tableau VII.28 : Coefficients d'équivalence des différents matériaux.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2
Grave ciment – grave laitier	1,5
Grave bitume	1,2 à 1,7
Grave concassée ou gravier	1
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0,75
Sable ciment	1 à 1,2
Sable	0,50
Tuf	0,60

VII.4.1.3. Application de la méthode CBR (CALIFORNIA-BEARING-RATIO) au dimensionnement du corps de chaussée :

Pour obtenir l'épaisseur équivalente de la chaussée.

On a :

- pourcentage poids lourd de **31.15 %**
- **TJMA₂₀₄₀ = 15404 v/j**
- **TJMA₂₀₂₀ = 6916 v/j.**
- **CBR du sol naturel = 15**

$$TJMA_{2020} = 6916 \text{ (v/j)} \implies TJMA_{2020/sens} = (6916 \times 1/2) = \mathbf{3458 \text{ (v/j/sens)}}.$$

$$N_{pl2020} = \% \text{ PL} \times TJMA_{2020} \implies 0.3115 \times 3458 \implies \mathbf{1078 \text{ (pl/j/sens)}}.$$

Poids lourd à l'année (2040) pour une durée de vie de 20 ans.

$$N_{pl2040} = 1078. (1 + 0,04)^{20} \implies \mathbf{N_{pl2040} = 2361 \text{ (PL /j/sens)}}.$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5 \cdot (75 + 50 \cdot \log \frac{2361}{10})}}{14 + 5}$$

$$E_{\acute{e}q} = \mathbf{31 \text{ cm}}$$

On a:

$$E_{\acute{e}q} = (\mathbf{a1} \times \mathbf{e1}) + (\mathbf{a2} \times \mathbf{e2}) + (\mathbf{a3} \times \mathbf{e3})$$

- **e1 = 6 cm** en Béton bitumineux **BB**, **a1 = 2**
- **e2 = 10 cm** en Grave bitumineux **GB**, **a2 = 1.5**
- **e3 = X cm** en Grave concassée **GNT**, **a3 = 1**

$$2 \times 6 + 1.5 \times 10 + 1 \times X = 31$$

$$\mathbf{X = 4 \text{ cm}}$$

On prend 15 cm de GNT.

Tableau VII.29 : Epaisseur des couches

Couche	E réelles (cm)	Ci	Eéq (cm)
BB	06	2	12
GB	10	1,5	15
GNT	15	1	15
TOTAL	31		42

Donc :

La structure réelle est de : **6(BB) + 10(GB) + 15(GNT).**

La structure équivalente est de : **12(BB) + 15(GB) + 15(GNT)**

VII.4.2. Méthodes rationnelles (Méthode CTPP) :

Ces méthodes se basent sur la connaissance du sol, des matériaux mis en place et du trafic envisagé, et font appel à des modèles mathématiques élaborés.

Ces modèles fournissent les contraintes, déformations et déplacements à différents niveaux.

Parmi ces méthodes, on a utilisé la méthode suivante :

VII.4.2.1. La Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTPP) :

- **Description de la méthode :**

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées. Ces structures pré-calculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de documents d'accompagnement (normes, guides techniques, recommandation...). La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves se base sur deux approches couplées :

*Approche théorique. *Approche empirique.

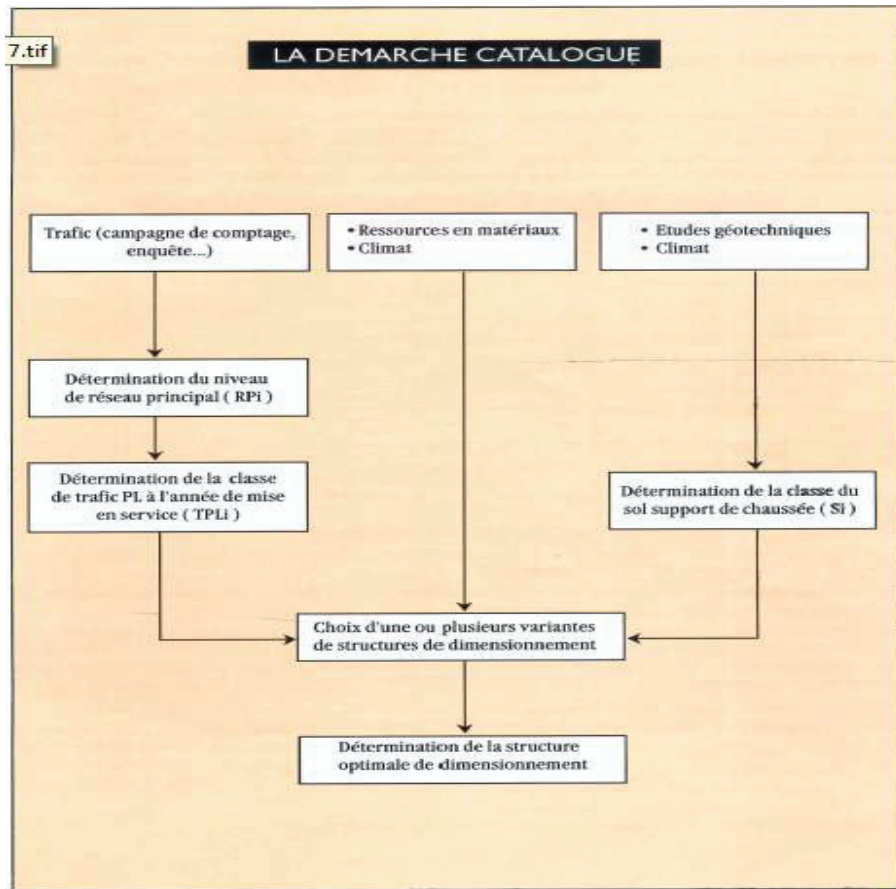


Figure VII.19 : démarche du catalogue

• Application de la méthode du catalogue au dimensionnement du corps de chaussée

1. Trafic et comptage

L'année de mise en service 2020 : $TJMA_{2020/sens} = 3458 \text{ v/j/sens}$.

2. Zone climatique

La Région de LAGHOUAT se situe dans les Hauts-plateaux d'un climat semi-aride, donc la zone climatique considérée est la zone III.

Tableau VII.30 : Zone climatique

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
I	> 600	très humide	Nord
II	350 - 600	humide	Nord, Hauts-plateaux
III	100 - 350	semi - aride	Hauts-plateaux
IV	< 100	aride	Sud

3. Détermination du type de réseau principal

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivants :

Tableau VII. 31 : Classification des réseaux principaux

Réseau principal	Trafic (véhicules/jours)
RP1	>1500V/J
RP2	<1500V/J

Le projet, Il s'agit d'un dédoublement d'une route nationale (RN23) où le trafic est supérieur à 1500 v/j.

Donc le réseau principal est **RP1**.

4. Détermination de la classe de trafic

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

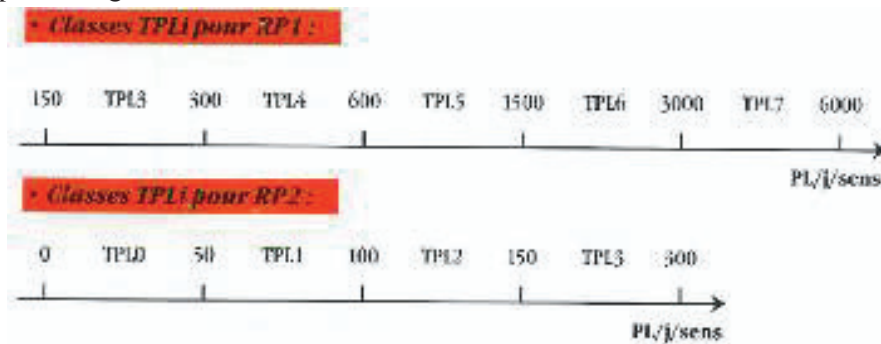


Figure VII.20 : Classes du trafic

- PL = **31,15%**.
- $TPL_{2020} = 1078 \text{ PL/j/sens}$
- $TPL_{2040} = 2361 \text{ PL/J/sens}$

On a une chaussée unidirectionnelle à **2 voies** : **90%** du trafic poids lourds sur la voie lente de droite.

- $TPL_{2020} = 971 \text{ PL/J/Voie la plus chargée.}$
- $TPL_{2040} = 2126 \text{ PL/J/voie la plus chargée.}$

Donc la classe de trafic est **TPL5**.

5. Calcul de trafic poids lourd cumulé :

$$TCi = \frac{TPL_i \cdot 365((1 + i)^n - 1)}{i}$$

Avec :

- **i** : taux d'accroissement.
- **n** : durée de vie de la chaussée **20 ans**.

$$TCi = \frac{971 \cdot 365((1 + 0,04)^{20} - 1)}{0,04} = 10,55 \times 10^6 \text{ TPL/sens}$$

$$TCEi = TCi \cdot A$$

- **A** : Coefficient d'agressivité de Poids Lourds par rapport à l'essieu de référence de 13t égal à **0.6** car la chaussée à matériaux traités au bitume et le réseau RP1.

Donc : $TCEi = 10,55 \times 10^6 \times 0.6 = 6,33 \times 10^6$ essieu équivalent

6. Détermination de la classe du sol support de chaussée :

Les classes de portance des sols par ordre croissant répertoriées dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves sont les suivantes :

Tableau VII.32 : Classes du sol support

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

Pour notre tronçon entre les PK (373+000 et 383+000) les sols recensés ont un indice CBR de **14** dans la majorité des cas, la classe de portance est donc **S2 (portance moyenne)**.

Les valeurs des modules E (MPa) ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E(MPa) = 5 \times CBR$$

VII.5. Structure recommandée par le fascicule 2 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

VII.5.1. Différentes caractéristiques du projet :

- Le réseau principal niveau 1 (RP1)
- Zone climatique : **III**
- Durée de vie : **20 ans**
- Température équivalent : **25°C**
- Classe de TPLi : **TPL5**
- Portance de sol-support : **S2** donc $E=5 \times 14=70$ MPa
- Taux d'accroissement : **4%**

VII.5.2. Structures possibles de l'ouvrage d'après le catalogue :

Tableau VII.33 : Réseau principal "RPI"

Types de Matériaux	Fiche structure n°	Type structure	Zones climatiques (*)
1 - MTB (Matériaux traités au bitume)	1	GB/GB	I, II
	2	GB/GNT	I, II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SGI	IV
	5	GB/TUFF1	III
2 - MTLH (matériaux traités liants hydrauliques)	6	GL/GL	I, II
	7	BCg/GC	I, II

MTB (matériaux traités au bitume) : **GB/GNT ; GB/TUFF1**.

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes.

Dans le présent projet on a un sol à une portance moyenne S2, alors l'utilisation d'une couche de forme d'épaisseur **40cm**, en 2 couches de **GNT** permet un sur classement de portance du sol qui sera d'une classe **S1**.

Pour l'utilisation des matériaux locaux, il est recommandé de faire une étude spécifique au laboratoire. D'après les résultats de calculs le catalogue propose les structures suivantes :

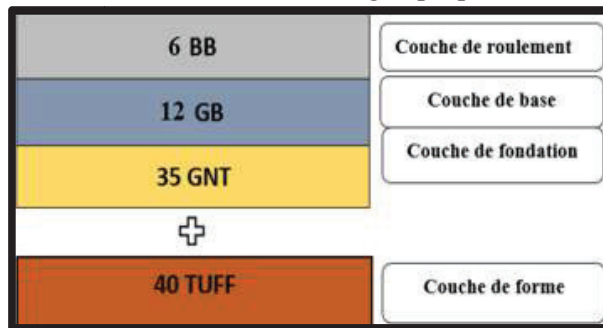


Figure VII.21 : la structure de chaussée adoptée

VII.5.2.1. Calcul la déformation admissible ($\epsilon_{z,adm}$) de sol support :

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

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (TCEi)^{-0,235}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (6,33 \times 10^6)^{-0,235} = 554,744 \times 10^{-6}$$

Le calcul de la déformation admissible de traction à la base des couches bitumineuses est donné par la relation suivante :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ, 25Hz) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_r \cdot k_c$$

- $\epsilon_6(10^\circ, 25Hz)$: déformation limite détenue au bout de 106cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).

$$\epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) = 100 \times 10^{-6}$$

- k_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalent supporté par la chaussée.

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b$$

- $K\theta$: facteur lié à la température.

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

- Kr : facteur lié au risque et aux dispersions.

$$Kr = 10^{-tb\delta}$$

- Kc : coefficient de calage résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée ($k_c=1.3$).
- b : pente de la droite de fatigue du matériau traité ($b<0$).
- $E(10^\circ\text{C})$: Module complexe de matériaux bitumineux.
- $E(\theta_{eq})$: Module complexe des matériaux bitumineux à la température équivalente qui est de la zone climatique d'étude.
- δ : en fonction de la dispersion.

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

- SN : dispersion sur la loi de fatigue (égale à 0,45).
- Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm, égale à 3).
- c : coefficient égal à 0.02
- t : fractile de la loi normale qui est en fonction de risque adopté ($r\%$) et d'après le tableau de catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves ($t=-1.282$).

VII.5.2.2. Application numérique :

- $\delta = \sqrt{0,45^2 + \left(\frac{0,02}{0,146} * 3\right)^2} = 0,61$
- $Kne = \left(\frac{6,33 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0,146} = 0,764$
- $K\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq}=25^\circ\text{C})}} = \sqrt{\frac{12500}{5500}} = 1,51$
- $Kr = 10^{-(-1,282)(-0,146)(0,61)} = 0,769$

D'où :

$$W \varepsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0,764 \times 1,51 \times 0,769 \times 1,3 = 115,33 \times 10^{-6}$$

VII.5.2.3. Vérification par ALIZE LCPC de la structure retenue par le catalogue :

A l'aide de logiciel ALIZE LCPC pour la vérification de la structure proposée ce dernier nous a fourni les résultats suivants :

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	3600,0 collé	0,350	0,000	52,1	0,402	-2,2	0,659
			0,060	26,8	0,297	61,5	0,574
0,120	7000,0 collé	0,350	0,060	26,8	0,558	13,3	0,574
			0,180	-110,0	-1,018	108,0	0,111
0,350	360,0 collé	0,350	0,180	-110,0	0,004	290,6	0,111
			0,530	-90,9	-0,030	150,3	0,035
0,400	200,0 collé	0,350	0,530	-90,9	-0,008	198,5	0,035
			0,930	-79,4	-0,017	122,5	0,013
infini	70,0	0,350	0,930	-79,4	-0,002	196,4	0,013

Figure VII.22 : Résultats de vérification de la structure par ALIZE LCPC

Le tableau suivant résume toutes les déformations calculées et admissibles :

Tableau VII.34 : Résultats des déformations

Déformations admissibles calculées (µdef)	Déformations calculées par ALIZE (µdef)
$\epsilon_{t,adm} = 115,33$	$\epsilon_t = 110,0$
$\epsilon_{z,adm} = 554,744$	$\epsilon_z = 196,4$

On peut remarquer que :

$$\epsilon_{t,adm} = 115,33 > \epsilon_t = 110 \text{ Et } \epsilon_{z,adm} = 554,744 > \epsilon_z = 196,4$$

Donc la structure **6BB + 12GB + 35GNT+40TUF** est vérifiée

VII.6. Conclusion :

Dans le cadre du projet la structure de chaussée retenue est celui de la méthode decatalogue car le choix de la méthode de dimensionnement ne porte pas seulement sur le cout et les épaisseurs des différents couches a mise en place, il faut prendre en considération les avantages de la méthode de catalogue algérien, on rappelant que

- C'est une méthode rationnelle.
- Elle s'appuie sur les lois de comportement à la fatigue.
- Elle se base sur les déformations admissibles.
- Assure une longévité de la route. et minimise le cout d'entretien.

VIII. CUBATURE :

VIII.1. Introduction :

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première consiste à ajouter des terres (remblai) et la deuxième consiste à d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures desterrassements).

Ce calcul nécessite la connaissance de :

-
- Profil en long.
- Profils en travers.
- Distances entre ces profils.

VIII.2. Méthode de calcul des cubatures :

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

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

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs par excès.

Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

VIII.3. Description de la méthode :

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

$$V = Hm/6 \times (S1 + S2 + 4 \times S m)$$

Avec :

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

On adopte les figures ci-dessous que représentant les profils en travers et en long d'un tracé donné :

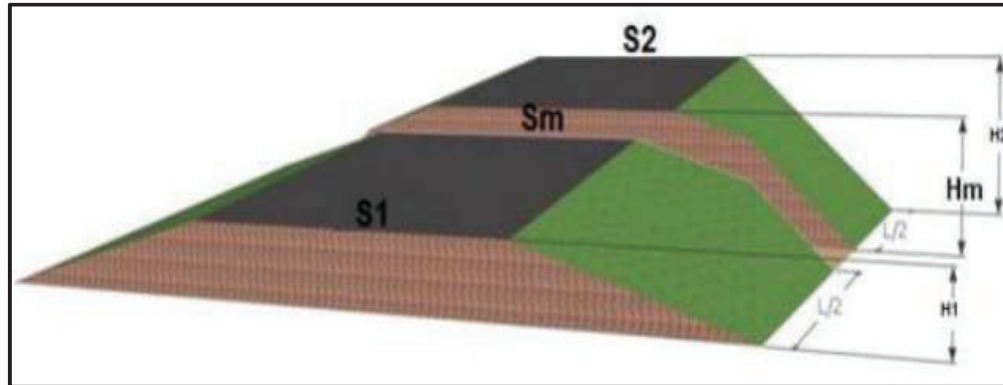


Figure VIII.23 : Les sections des profils en travers

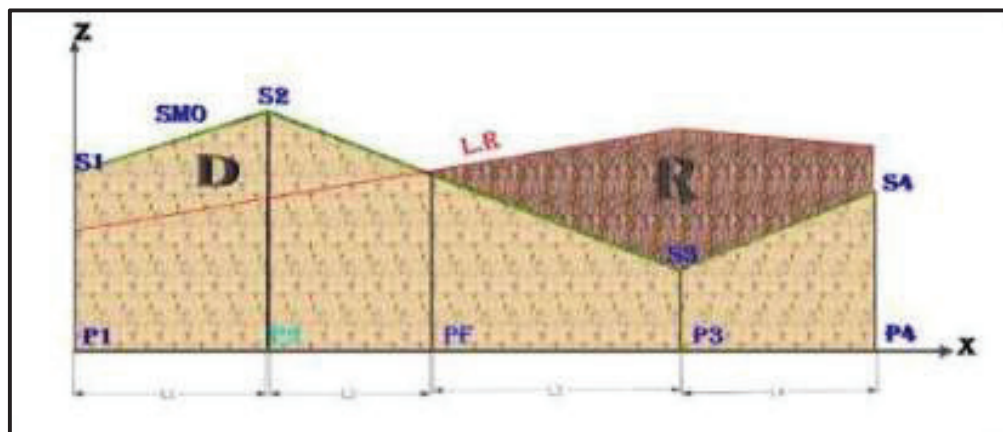


Figure VII.24 : Schématisation des déblais et remblai sur le profil en long

Avec :

- **PF** : profil fictive, surface nulle.
- **Si**: surface de profil en travers P_i .
- **Li** : distance entre deux profils
- **Smoy** : Surface intermédiaire.

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

$$V_i = L_i / 6 \times (S_i + S_{i+1} + 4 S_m)$$

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

Donc :

- Entre P_1 et P_2 : $V_1 = L_1 \times (S_1 + S_2) / 2$
- Entre P_2 et PF : $V_2 = L_2 \times (S_2 + 0) / 2$
- Entre PF et P_3 : $V_3 = L_3 \times (0 + S_3) / 2$
- Entre P_3 et P_4 : $V_4 = L_4 \times (S_3 + S_4) / 2$

Le volume total :

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V = (L_1 / 2) \times S_1 + (L_1 + L_2) / 2 \times S_2 + (L_3 + L_4) / 2 \times S_3 + (L_4 / 2) \times S_4$$

VIII.4. CALCUL DES CUBATURES DE PROJET :

Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide de logiciel CIVILE 3D.

**Les résultats complets de calcul sont joints en
ANNEXE III.**

IX. ASSAINISSEMENT :

IX.1. Introduction :

L'assainissement des ouvrages routiers, est l'un des problèmes techniques les plus importants auquel doit faire attention un ingénieur lors des études conceptuelles dans le but d'assurer la sécurité des usagers et protéger la route et le milieu extérieur.

L'eau est la première ennemie de la route car elle pose de grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation, diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobages des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

IX.2. Ouvrages d'assainissement :

La figure suivante illustre les différents ouvrages d'assainissement routier :

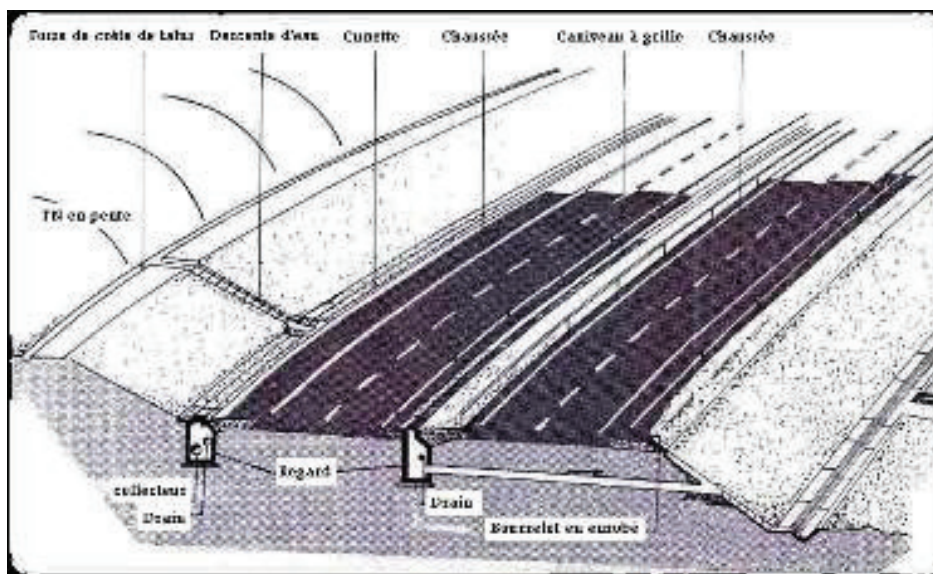


Figure IX.25 : Les différents ouvrages d'assainissement routier

IX.3. Les ouvrages d'assainissement existants :

Les divers ouvrages rencontrés sont comme suit :

Tableau IX 35 : Localisation de l'ouvrage busé existants

Endroit d'ouvrage (PK)	Types d'ouvrage
373+200	Ouvrage d'art
374+292	Dalot (300×200) cm
375+684	Dalot (300×200) cm
377+282	Dalot (300×200) cm
378+997	Dalot (300×200) cm
380+732	Buse Ø800

IX.4. Dimensionnement des ouvrages d'assainissement :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela on utilise la formule :

$$Q_a = Q_s$$

Avec :

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

On a réalisé deux types d'ouvrages pour le projet, afin d'assurer un drainage judicieux le long de l'itinéraire. Soit des buses lorsque le volume d'écoulement des eaux souterraines est faible contrairement pour le volume important on construit alors des dalots.

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

- Un écoulement à surface libre.
- Une vitesse d'écoulement inférieur à 4 m /s.
- Une hauteur d'eau amont acceptable.
- Une revanche pour le passage des corps flottants.

IX.4.1. Estimation des débits d'apport (Q_a) :

Le calcul du débit maximum limite (Le débit d'apport en provenance du bassin), de fréquence donnée, à l'intensité moyenne **I** de la pluie, et de durée "t" égale au temps de concentration est effectué par une formule donnant un débit de la méthode dite rationnelle et elle est donnée par :

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

Avec :

- **K** : Coefficient qui permet la conversion des unités (0.27).
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I** : l'intensité de l'averse exprimée **mm /h**.
- **A** : superficie du bassin versant (bassin d'apport). **Km²**

IX.4.1.1. Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement « C », qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, il est estimé pour les basant versants à partir de la formule :

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Avec :

- **C1** : dépend de la pente "p" du thalweg principal.

Tableau IX.36 : Valeurs de coefficient "C1".

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
$P \leq 3,5$	0,01 – 0,05
$3,5 \leq P \leq 11$	0,06 – 0,10
$11 < P \leq 35$	0,12 – 0,20
$35 < P$	0,22 – 0,30

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

Tableau IX.37 : Valeurs de coefficient "C2"

Perméabilité du sol	Coefficient (C2)
Imperméable	0.22-0.30
Peu Perméable	0.10-0.20
Perméable	0.06-0.10
Très Perméable	0.06-0.5

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

Tableau IX. 38 : Valeurs de coefficient "C3"

Couverture Végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0,22 – 0,30
Prairie	0,17 – 0,25
Labours – Champs	0,07 – 0,15
Forêts et Terrains Sableux	0,03 – 0,05

Par contre pour les chaussées le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée, sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

Tableau IX. 39 Valeurs du coefficient de ruissellement

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement ou sol légèrement perméable	0,15 à 0,40	0,40
Talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

IX.4.1.2. Les données hydrauliques :

Les données hydrauliques sont tirées de l'étude effectuée par l'A.N.R.H dans la région de **Laghout**. Les données nécessaires aux calculs concernent :

- Les précipitations moyennes de 24h, $P_{J\ moy} = 28.82\ mm$
- $b = 0,22$ pour la région de Laghouat
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0.25$
- Le coefficient de ruissellement : $C = 0.46$

IX.4.1.3. Précipitation Maximale Journalière :

C'est la hauteur de pluie journalière maximale de fréquence donnée (f%), est déterminé par la formule (**formule de GALTON**) suivante :

$$P_j = \frac{P_{j\ moy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \exp(u \cdot \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)})$$

- $P_{j\ moy}$: La précipitation moyenne de **24 h** en mm
- C_v : Le coefficient de variation de la région considérée.
- U : variable de GAUSS

IX.4.1.4. Période de retour :

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

Tableau IX.40 : Valeurs de variable de GAUSS u

Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

• **Exemple de calcul :**

Tableau IX.41 : exemple de calcul de la précipitation

Période de retour	U	Pj
10	1,282	38,3368735
50	2,057	46,39692625
100	2,327	49,58621121

IX.4.1.5. Temps de concentration :

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

Le temps de concentration peut être estimé selon plusieurs formules comme celles de Ventura, Passini, Giandotti, chacune ayant son propre domaine de validité d'application.

- **Méthode des petits bassins versant :** $T_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$ Pour : $A < 5 \text{ Km}^2$
- **Méthode de Passini :** $T_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$ Pour : $5 \text{ Km}^2 < A < 25 \text{ Km}^2$
- **Méthode de Ventura :** $T_c = 7,62 * \sqrt{\frac{A}{P}}$ Pour : $A > 10 \text{ km}^2$

Où :

- Tc : Temps de concentration (h)(min pour la méthode de ventura).
- A : Surface du bassin (km²).
- P : Pente moyenne du bassin (m/m).
- L : Longueur du bassin(Km).

Ces approches donnent des résultats évidemment différents et ne peuvent donner qu'un ordre de grandeur du temps de concentration. Ce temps de concentration permet une comparaison entre bassins versants et constitue ainsi un paramètre représentatif de ses caractéristiques morphologiques.

• **Exemple de calcul de temps de concentration :**

Tableau IX.42 : exemples de calcul des temps de concentration

BV	Formule de calcul	Temps de concentration
13	$T_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$	$T_c = 0,108 * \frac{\sqrt[3]{11,27177264 * 10,8628818}}{\sqrt{0,023382377}} = 3,44$
15	$T_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$	$T_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{1,275045322}{0,024310463}} = 0,92$
19	$T_c = 7,62 * \sqrt{\frac{A}{P}}$	$T_c = 7,62 * \sqrt{\frac{367,9144229}{0,007883439}} = 27,44$

IX.4.1.6. Fréquence d'averse :

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante :

$$I_T = I. \left(\frac{T_C}{24}\right)^B$$

Avec :

- **I** : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h. $I = P_j (\%) / 24$
- **B** = $b - 1 = 0.22 - 1 = -0.78$.

Tableau IX.43 : Les débits d'apport pour chaque bassin versant

BV	Tc	Période de retour	It	Qa
13	3,4407109	10	7,26749323	10,4756139
		50	8,79543156	12,6780366
		100	9,40002199	13,549514
14	0,69929105	10	25,1847128	1,4367436
		50	30,479618	1,73880864
		100	32,5747609	1,85833286
15	0,91975025	10	20,3379739	3,3161635
		50	24,6138871	4,0133631
		100	26,3058246	4,28923824
16	0,87962937	10	21,0579668	2,19680682
		50	25,4852533	2,6586697
		100	27,2370877	2,84142438
17	0,97550631	10	19,425435	3,51495085
		50	23,5094935	4,25394406
		100	25,1255159	4,54635653
18	2,33355307	10	9,83821766	7,98362904
		50	11,9066324	9,66212979
		100	12,7250841	10,3262963
19	27,4359034	10	1,43906759	67,7065419
		50	1,74162123	81,9413568
		100	1,86133878	87,5739355

IX.4.2. Calcul de débit De Saturation (Qs) :

C'est le débit d'écoulement au point de saturation de l'ouvrage d'assainissement et calculé par la formule de MANNING STRICKLER :

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

Avec :

- **S** : section mouillée.
- **K_{st}** : coefficient de STRICKLER
 - **K=30** : Paroi en terre.
 - **K=70** : Paroi en bétons (dalots).
 - **K=80** : Paroi en bétons (buses préfabriquées)
- **P_m** : périmètre mouillé.
- **I** : la pente longitudinale de l'ouvrage.
- **R_h** : rayon hydraulique. $R_h = S_m / P_m$

IX.4.3. Délimitation et les caractéristiques des bassins Versants (Obtenus par logiciel Global Mapper)

Le tracé traverse 07 bassins versants ayant plusieurs sous bassins. Leurs surfaces varient entre 0,45 km² à 367,9km² en superficie.

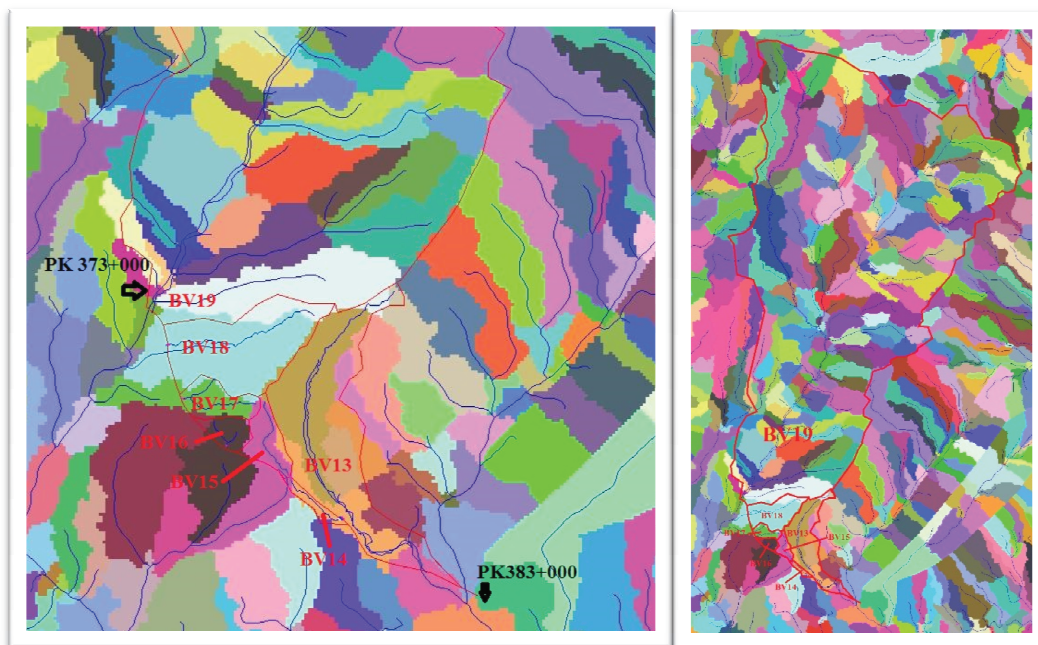


Figure IX.25 : Délimitation des bassins versants avec Global Mapper

Tableau IX.44 : Caractéristiques des bassins versants

BV	PK	A (km ²)	P(Km)	L (m)	Z _{max} (m)	Z _{min} (m)	Pente(%)
13	382+40 0	11,27177264	22,7116036	10,8628818	1090	836	0,023382377
14	380+73 2	0,44610762	4,2325066	1,6990606	892	867	0,014714013
15	378+99 7	1,275045322	5,8451035	2,4680731	952	892	0,024310463
16	377+28 2	0,815779533	3,8741726	0,7644737	931	918	0,017005163
17	375+68 4	1,414965579	5,2689864	2,0431626	966	917	0,023982428
18	374+29 2	6,345725691	12,0087962	4,3604342	996	907	0,020410811
19	373+20 0	367,9144229	99,1303227	39,8303318	1218	904	0,007883439

IX.4.4. Dimensionnement des systèmes de drainage :

IX.4.4.1. Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses, on a deux paramètres à envisager, Q et I.

I : est la pente de radier qui est imposé par la pente du profil en travers qui prend au maximum une valeur de 4% (Manning Strickler) et ceci pour éviter les glissements des conduits sous l'effet des fortes charges.

Selon la formule de MANNING STRICKLER on a :

$$D = 2 * \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} * Q}{\pi * K_{st} * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

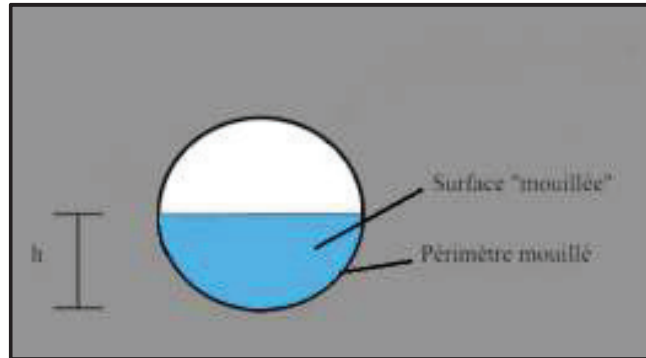


Figure IX.26 : La surface mouillée et le périmètre mouillé d'une buse

1. Exemple de calcul BV14

- $K_{st}=80$ (pour les buses en béton)
- On Prend la pente d'ouvrage d'assainissement $i= 2\%$

Donc :

$$D = 2 * \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} * 1,7388}{3,14 * 80 * \sqrt{0,02}} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,76724 \text{ m}$$

On prend une buse de **800 mm** de diamètre.

2. Les conditions d'auto curage

$$Q_{ps} = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

Avec :

$$S_m = 3.14 * D^2 / 4 = 3.14 * 0.8^2 / 4 = 0.5024 \text{ m}^2$$

$$P_m = 3.14 * D = 3.14 * 0.8 = 2.512 \text{ m}$$

$$R_h = S_m / P_m = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Donc } Q_{ps} = 0,5024 * 80 * 0.2^{2/3} * \sqrt{0.02} = 1.9439 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = Q_{ps} / S_m = 3.8692 \text{ m/s.}$$

- **1ere condition :**

$$Q / Q_{ps} = 0.1 \rightarrow V / V_{ps} = 0.64 \text{ (par interpolation) donc } V = 0.64 * V_{ps} = 2.476 \text{ m/s} > 0.6 \text{ m/s}$$

Donc la 1ere condition est vérifié ($V > 0.6 \text{ m/s}$)

- **2eme condition :**

$$Q / Q_{ps} = 0.01 \rightarrow V / V_{ps} = 0.316 \text{ (par interpolation) donc } V = 0.316 * V_{ps} = 1.22 \text{ m/s} > 0.3 \text{ m/s}$$

Donc la 2eme condition est vérifié ($V > 0.3 \text{ m/s}$)

IX.4.4.2. Dimensionnement des dalots :

Le dimensionnement des dalots est 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 : $P_m = 1.6H + B$
- Le rayon hydraulique : $R_H = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$

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

$$H_{i+1} = \frac{1}{0.8B} \left(\frac{Q_a}{K_{st} \cdot I^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H_i + B)^{2/5}$$

Et par calcul itératif on tire la valeur de H qui vérifie l'inégalité :

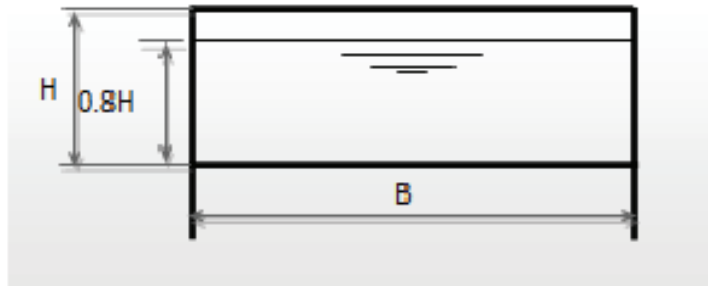


Figure IX.27 : Schémas représentatif d'un dalot

1. Exemple de calcul BV 18 :

- Dans notre cas $K_{st} = 70$ (béton).
- On prend $i = 2\%$ (la pente d'ouvrage d'assainissement).
- On considère $B = 1.6$ m

$$H_{i+1} = \frac{1}{0.8 * 1.6} \left(\frac{9.6621}{70.0.2^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H_i + 1.6)^{2/5}$$

$$H_0 = \left(\frac{9.6621}{70.0.2^{1/2}} \right)^{3/5} = 0.9855$$

On tire H par un calcul itératif :

Tableau IX.45 : détermination de la hauteur du dalot

H0	H1	H2	H3	H4
0,985543726	1,22254739	1,27895226	1,29183787	1,29475464

Donc on prend $H = H_3 = 1.3$ m

IX.4.4.3. Dimensionnement de fossé :

Pour le dimensionnement des fossés, l'estimation du débit de pointe, on a les hypothèses de calcul suivantes :

- La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à **10 ans**.
- La durée est égale au temps de concentration du bassin.
- La section transversale des fossés est de forme trapézoïdale.

On considère la présence des quatre éléments (chaussée, bande stabilisée, berme, talus), et on calcule le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

Donc :

- $Q_a = Q_c + Q_{ba} + Q_b + Q_t$
- $Q_c = K.I.C_c.A_c$
- $Q_{ba} = K.I.C_{ba}.A_{ba}$
- $Q_b = K.I.C_b.A_b$
- $Q_t = K.I.C_t.A_t$

Avec :

- Q_c : débit rapporté par la chaussée.
- Q_{ba} : débit rapporté par la bande stabilisée,
- Q_b : débit rapporté par la berme.
- Q_t : débit rapporté par le talus.
- C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- C_{ba} : coefficient de ruissellement de la bande stabilisée,
- C_b : coefficient de ruissellement de berme.
- C_t : coefficient de ruissellement du talus.
- A_c : surface de la chaussée.
- A_{ba} : surface de la bande stabilisée,
- A_b : surface de berme.
- A_t : surface du talus.

Le profil en travers hypothétique de fossés est donné dans la figure ci-dessous avec :

- S_M : surface mouillée.
- U : périmètre mouillé.
- R : rayon hydraulique $R = S_m / U$.
- P : pente du talus $P = 1/n$

On fixe la base du fossé à ($b \Rightarrow$) et la pente du talus à ($1/n \Rightarrow$) d'où la possibilité de calcul du rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

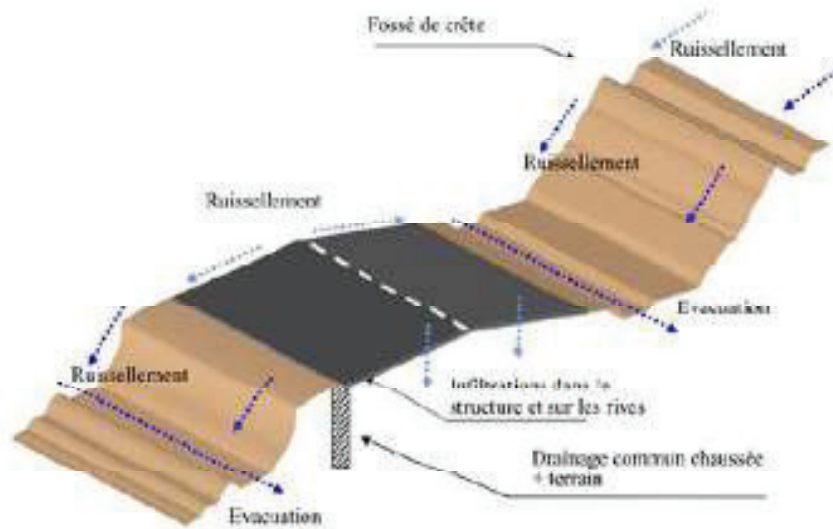


Figure IX.28 : Direction du ruissellement

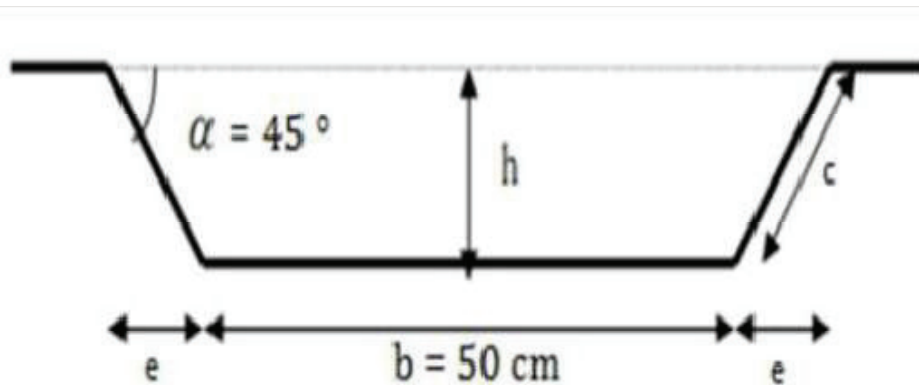


Figure IX.29 : schémas d'un fossé

- Calcul de la section mouillée :

$$S_m = bh + 2 * eh/2$$

Avec : $\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$ D'ou $e = h \cdot n$

$$S_m = bh + n \cdot h^2 = h \cdot (b + n \cdot h)$$

- Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

Avec : $B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$

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

- Calcul le rayon hydraulique :

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

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K \cdot I_t \cdot C \cdot A = K_{st} \cdot i^{1/2} S_m \cdot R_h^{2/3}$$

D'où $Q = F(h)$.

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et le calcul se fera par itération.

$$Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot i^{1/2}) \cdot S_m \cdot R^{2/3}$$

K : Coefficient d'écoulement de Manning - Strickler = 70

$$h_{i+1} = \left(\frac{Q_a}{K \times \sqrt{I} \times b} \right)^{3/5} \times \frac{(1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h_i}{b})^2}{1 + \frac{h_i}{b}}$$

- **Caractéristiques des sous bassins versants :**

Tableau IX.46 : caractéristiques des sous bassins versant

SBV	Largeur(m)	Pente(%)
Chaussée	7	2,5
bande stabilisée	2,5	4
Berme	0,75	8
Talus	5,5	66

- **Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin versant :**

Tableau IX.47 : Coefficient de ruissellement des sous bassin versant

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement	0,15 à 0,40	0,40
Talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

1. Exemple de calcul :

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, entre le **PK380+800** et le **PK381+100** de longueur de **300 met** le talus d'hauteur égale à **3,63m**

Calcul des surfaces des sous bassins versants :

- **chaussée** : $A_c = 0,007 \times 0,3 = 0,0021 \text{ Km}^2$
- **Bande stabilisée** : $A_{ba} = 0,0025 \times 0,3 = 0,00075 \text{ Km}^2$
- **Berme** : $A_b = 0,00075 \times 0,3 = 0,000225 \text{ Km}^2$
- **Talus** : $A_t = 5,5 \times 0,3 = 0,00165 \text{ Km}^2$

2. Calcul de débit d'apport Q_a :

Exemple pour la chaussée :

- **Intensité horaire :**

$$I_h = \frac{P_J(10\%)}{24} = \frac{38,3368735}{24} = 1,59736973 \text{ h}$$

- **Temps de concentration :**

$$T_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,00462}{0,025}} = 0,036808097 \text{ h}$$

- Intensité de l'averse :

$$I_T = 1,59736973 \cdot \left(\frac{0,036808097}{24}\right)^{-0,78} = 250,3423904 \text{ mm/h}$$

- Calcul de débit rapporté à la chaussée :

$$Q_c = K \cdot I \cdot C_c \cdot A_c = 0,278 * 250,3423904 * 0,95 * 0,0021 = 0,138842393 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tableau IX.48 : calcul de débit pour le dimensionnement du fossé

SBV								
N°		Largeur (Km)	A(Km²)	Pente (%)	I horaire(h)	Tc(h)	It (mm/h)	Q (m³/s)
1	Chaussée	0,007	0,0021	0,025	1,597369729	0,036808097	250,3423904	0,138842393
2	Bande stabilisée	0,0025	0,00075	0,04	1,597369729	0,017390191	449,2962773	0,03747131
3	Berme	0,00075	0,000225	0,08	1,597369729	0,006735192	941,5800087	0,023558332
4	Talus	0,00555	0,00165	0,66	1,597369729	0,00635	985,8406298	0,135661529

Donc : $Q_a = Q_c + Q_{ba} + Q_b + Q_t = 0,335533564 \text{ m}^3/\text{s}$

On prend $b = 0.5\text{m}$ et On tire la hauteur h par itération tel que $I=1\%$.

$$h_0 = \left(\frac{0,335533564}{70 \times \sqrt{0,01} \times 0,4}\right)^{\frac{3}{5}} = 0,28 \text{ m}$$

$$h_1 = h_0 \times \frac{(1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h_0}{0,4})^{\frac{2}{5}}}{1 + \frac{h_0}{0,4}} = 0,25 \text{ m}$$

Tableau IX.49 : calcul itératif pour dimensionnement du fossé

h0	h1	h2	h3	h4	h5
0,279992735	0,254912641	0,258257642	0,257810526	0,25787028	0,257862294

$|h_5-h_4| < 0.001$

Après le calcul itératif et pour des raisons de sécurité on prend donc $h=0,3\text{m}$

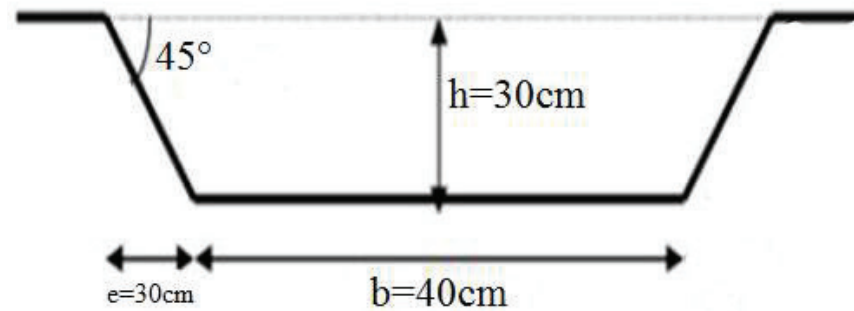


Figure IX.30 : Dimensions du fossé

IX.5. CONCLUSION :

Pour le projet on a 05 ouvrages hydrauliques : 4 dalots et 1 buse, ces ouvrages ont bien vérifié les conditions d'auto curage.

**Les résultats de calcul d'assainissement sont joints dans
l'ANNEXE IV.**

X. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR :

X.1. Définition d'un échangeur :

Un échangeur est un croisement étagé entre deux routes, avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.

Son implantation doit permettre de respecter les conditions générales de visibilité et de perception du point d'échange.

Les croisements à niveau sont éliminés complètement aux conflits de virage ils sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser, on les désignera par :

- Nœud : quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbaines classiques.
- Mixte : quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

X.2. Rôle d'échangeur :

L'échangeur a pour rôle de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout on évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquant des pertes de temps.

X.3. Type d'échangeurs :

Nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- Echangeur majeur : raccordement autoroute-autoroute (type trèfle complet, Type bifurcation « Y »).



Bifurcation

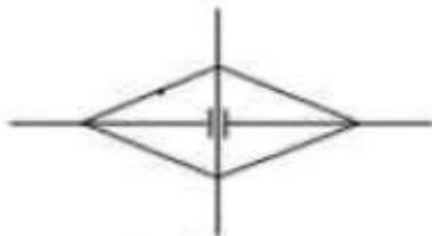


Trèfle complet

Figure X.31 : Les types d'échangeurs majeurs

- Echangeur mineur : raccordement autoroute-route (type losange, type demis-trèfle, type trompette).

•



Losange



Trompette

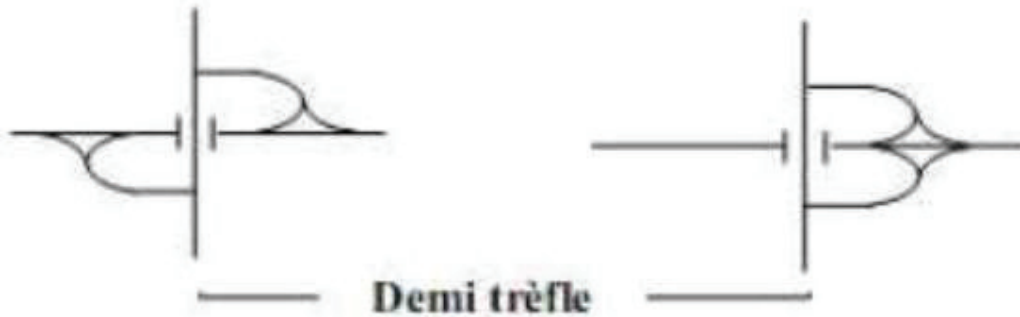


Figure X.32 : Les types d'échangeurs mineurs

X.4. Constituants d'un échangeur :

Tout échangeur quel que soit son importance, sa classe ou sa forme est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

- Pont (passage supérieur ou inférieur)
- Carrefour (s) plan(s)
- Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie)

X.4.1. Pont :

Est un ouvrage d'art qui présente dans l'échangeur un carrefour dénivelé implique impérativement une dénivellation de courant qui est assurée par le passage supérieur

Le nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

- Le type d'échangeur choisi.
- La condition de coordination profil en long-tracé en plan.
- Les contraintes du terrain d'implantation.
- Les instructions et réglementation de conception.

X.4.2. Carrefour plan :

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité, commodité et débit, un compromis entre ces conditions doit être recherché.

X.4.3. Bretelles :

X.4.3.1. Fonctionnement des bretelles :

Toute chaussée qui relie deux routes sur des niveaux différents ou deux routes parallèles et par laquelle les véhicules peuvent entrer sur une chaussée déterminée ou la quitter

Ces tronçons de route doivent avoir une vitesse de base aussi près que possible des vitesses des routes qu'ils raccordent.

Chaque bretelle se termine à une de ses extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération ou un carrefour à niveau.

X.4.3.2. Géométries des dispositions des bretelles :

1. Dispositif de sortie « déboitement de la voie » :

Il permet à l'automobiliste de diminuer sa vitesse en dehors de la voie principale pour s'engager sur la bretelle. Sa configuration peut être parallèle à la voie principale ou en biseau direct.

Chapitre X : Conception d'Echangeur

Le dispositif de sortie comporte successivement :

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

Les tableaux suivants récapitulent les différentes règles à respecter pendant la conception de la voie de sortie.



Figure X.33 : Schéma d'un dispositif de sortie

Tableau X.50 : longueur de référence pour voies de sortie-Normes B40.

Vitesse d'approche à vide V0 (km/h)	80-90	100-110	120
Vitesse à l'entrée du biseau Vs (km/h)	60	75	90
Vitesse au nez de sortie VE (km/h)	36	50	72
Longueur biseau	80	110	110
30	39	64	110
40	41	52	103
50		52	96
60		54	88
70		56	81
80		58	73
90			73
100			66
120			65
150			64

Tableau X.51 : Vitesse de base des bretelles -Doc SETRA

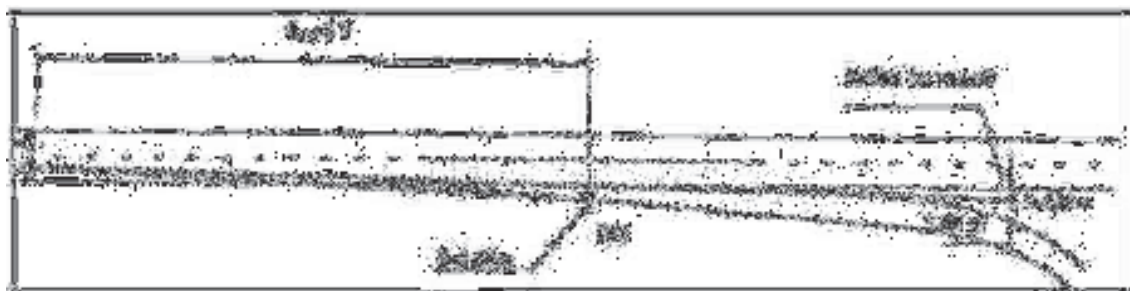
Vitesse de base de la route (km/h)		60	70	80	90	100	110	120	130	140
Vitesse de base de la bretelle (km/h)	souhaitable	50	60	70	80	80	90	100	100	110
	minimale	40	40	40	50	50	60	60	70	70

2. Disposition d'entrée « en insertion » :

Il permet à l'automobiliste d'augmenter sa vitesse en dehors de la voie principale pour s'engager sur la route principale. Sa configuration peut être parallèle à la voie principale ou en biseau direct.

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.



Les tableaux suivants récapitulent les différentes règles à respecter pendant la conception de la voie de sortie.

Tableau X.52 : Longueur de référence pour voie d'entrée -Normes B40.

Vitesse d'approche sur la route principale V_B (km/h)	60	80	90	100	110	120
---	----	----	----	-----	-----	-----

Figure X.34 : Schéma d'un dispositif d'entrée

Vitesse fin voie d'accélération V_1 (km/h)	30	40	55	65		
Vitesse sur voie de droite à forte débit (km/h)	50	60	75	85		
Longueur totale L(m)	140	180	210	240	270	320

Longueur biseau I(m)	40	50	60	70	75	80
----------------------	----	----	----	----	----	----

X.4.3.3. Caractéristiques géométriques des bretelles :

1. Rayon en plan :

D'après le guide SETRA qui donne les valeurs des rayons suivants :

- Le rayon minimum sur boucle ou diagonale est **R=40m**
- Le rayon maximum sur boucle est **R=60m**
- Pour les diagonales, il n'est pas nécessaire d'implanter des courbes de rayon R supérieur à **120m**.
- La vitesse maximale V(R) admise sur R est donnée dans le tableau suivant :

Tableau X.53 : Vitesse maximale admise dans les bretelles –Doc SETRA.

V (km/h)	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R(m) pour d=5%	22	33	45	60	80	100	125	155	185

1. Profil en long :

Déclivités : en aucun point du tracé des bretelles, on ne devra avoir de déclivité supérieure à :

- **Entrée :** 5%(rampe) ; 8%(pente).
- **Sortie :** 7%(rampe) ; 6%(pente).

Dévers : il est le même sur toute la largeur roulable.

Les dévers supérieurs à **5%** sont à éviter, en particulier dans les petits rayons.

1. Profil en travers

- **Berme :** au moins 1m ; de préférence 1.5m
- **BAU :** de préférence 2m
- **BDG :** 0.5 à 1m
- **Chaussée :** à 1 voie : 4m+s(R) avec BAU
: 5m+s(R) sans BAU

X.5. Choix du type de l'échangeur :

Le choix d'un échangeur est basé sur la détermination de certains paramètres qui sont :

- Présentation du site d'implantation
- Type de route et nombre de branche à raccorder
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours
- Vitesse d'approche pratiquée qui détermine les caractéristiques sur les bretelles

L'échangeur doit assurer un haut niveau de sécurité et de service et pour assurer celle-ci il faut respecter les normes suivantes :

- Tracé respectant les valeurs limites de conception (les valeurs des rayons et des alignements).
- La longueur des voies réglementaires.
- Respecter les conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

X.5.1. Application au projet :

X.5.1.1. Détermination du tracé à partir de Terrain :

- Terrain plat.
- Le terrain devant recevoir le futur échangeur est en grande partie agricole.

- La vitesse sur la RN23 est de 100km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est 40 à 60 Km/h.
- On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=55Km/h.
- L'échangeur qu'on va réaliser doit raccorder RN23 (évitement de la base de vie sp5 « trace neuf ») avec la chaussée existante de RN23 ; Donc l'échangeur est de type mineur.

X.5.1.2. Configuration de tracé à adopter :

Valeur limite sur la bretelle pour une vitesse = **55Km/h.**

- $R_{max} = 140m$
- $R_{min} = 56 m$

X.5.1.3. Analyse :

L'échangeur qui assure la liaison entre toutes les directions du projet (dédoublage de la RN23) est de type **trompette**.

La figure suivante montre l'implantation de cet échangeur :

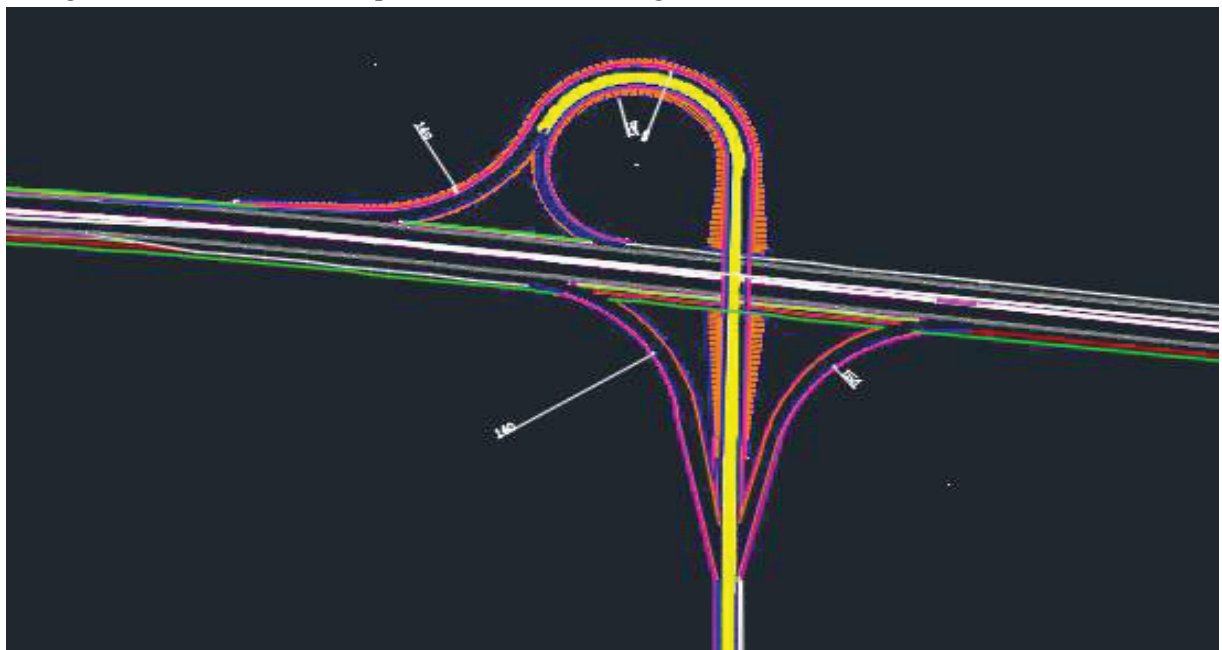


Figure X.35 : Implantation de l'échangeur

XI. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE :

XI.1. Introduction :

La signalisation est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. La circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

XI.2. Objectifs de la signalisation routière :

- Assurer la sécurité et la facilité de la circulation.
- Fournir aux usagers les informations relatives à la route.
- Rappeler certaines prescriptions du code de la route.

XI.3. Règles à respecter pour la signalisation :

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

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

XI.4. Catégories de signalisation

On distingue les types suivants soit des signalisations permanentes ou temporaires :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feu.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

XI.5. Types de signalisation :

XI.5.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur et leur forme.

Elles peuvent être classées dans trois classes suivantes :

- **Signalisation avancée :** Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection. Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.
- **Signalisation de position :** Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.
- **Signalisation de direction :** L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

XI.5.2. Signalisation horizontale :

La signalisation horizontale a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usages. Cette signalisation se fait par le marquage des chaussées qui joue un rôle essentiel dans la sécurité routière, il est obligatoire sur autoroute.

Le rôle essentiel de la signalisation horizontale est de délimiter les voies de circulation afin d'augmenter la sécurité routière. Un autre rôle est de compléter la signalisation verticale.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "U"

- **u = 7,5 cm** sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées.
- **u = 6 cm** sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.
- **u = 5 cm** sur toutes les autres routes.

Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinal :

1. Lignes continues :

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

2. Lignes discontinues :

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

On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement
-
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence

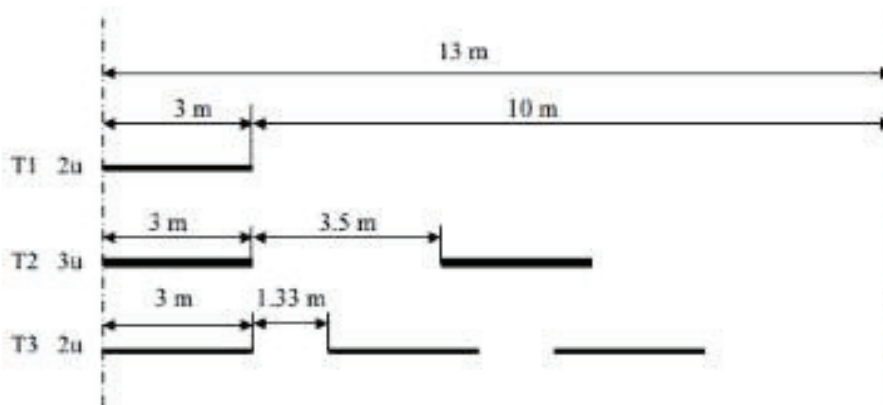


Figure XI.36: Types de modulation

Tableau XI.54 : Caractéristiques des lignes

Modulation	Désignation des marques	largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T2'	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50cm
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T3'	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U

b) Marquage transversal :

- **Lignes transversales continues :**

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

- **Lignes transversales discontinues :**

Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

c) Autre marquage :

- **Flèche de rabattement :** Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèche de sélection :** Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

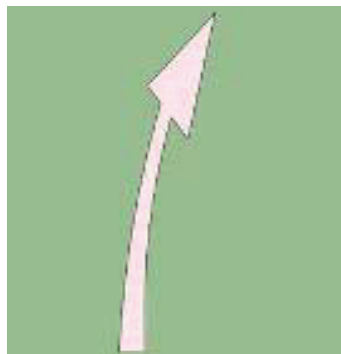


Figure XI.37 Flèche de rabattement

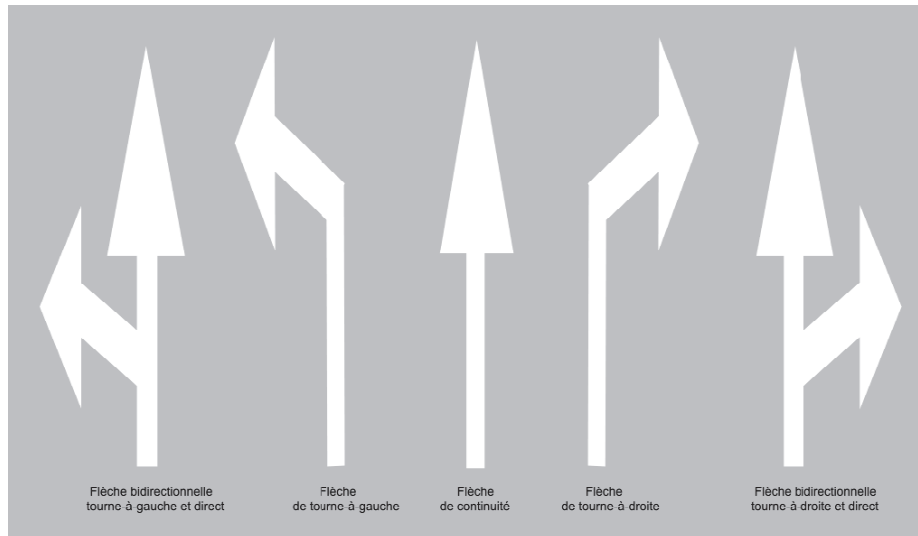


Figure XI. 38 Flèches de sélections

XI.5.3. Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue constituant eux-mêmes des obstacles, ils ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie.

Le Choix du dispositif est fonction du risque que l'on veut couvrir. Il dépend essentiellement du type de route et de ses caractéristiques, de la nature et de l'importance du trafic, de la nature et de la fréquence des obstacles.

Les cas usuels d'implantation de dispositifs de retenue sont les suivants :

(1) Glissières de sécurité :

- **Glissières de niveau 1** : adoptées pour les routes principales.
- **Glissières de niveau 2 et 3** : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le **T.P.C** pour les routes à deux chaussées, et suraccotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

(2) Murette de protection en béton armé

Elle envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à **10m**.

XI.6. Application au projet :







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



- Panneaux de signalisations d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisations d'avertissement de danger (type A1a).
- Panneaux de signalisations d'avertissement de danger (type A1b).
- Panneaux de signalisations d'avertissement de danger (type A23).
- Panneaux de signalisations d'interdiction de priorité (type B2).
- Panneaux de signalisations d'interdiction de priorité (type B14).

- Panneaux de signalisations d'interdiction ou de restriction (type C7)
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D1).
- Panneaux de pré signalisation (type J14a).

XI.6.1. Signalisation Verticale :

Tableau XI.55 Exemples des panneaux utilisés

Panneaux utilisés		
Schéma	Symbole	Définition
	A1b	Virage à droite : succession des virages de 250m.
	A1a	Virage à droite : succession des virages de 250m.
	AB3b	Cédez le passage à l'intersection. Signal avancé de l'AB3a
	A	Passage des animaux
	B	Arrêt obligatoire
	B14	Limitation de vitesse, interdiction de dépasser la vitesse limitée.

	<p>B21d1</p>	<p>Directions obligatoires à la prochaine intersection : tout droit ou à droite.</p>
	<p>J14a</p>	<p>Balise du musoir, signalant la divergence des voies.</p>

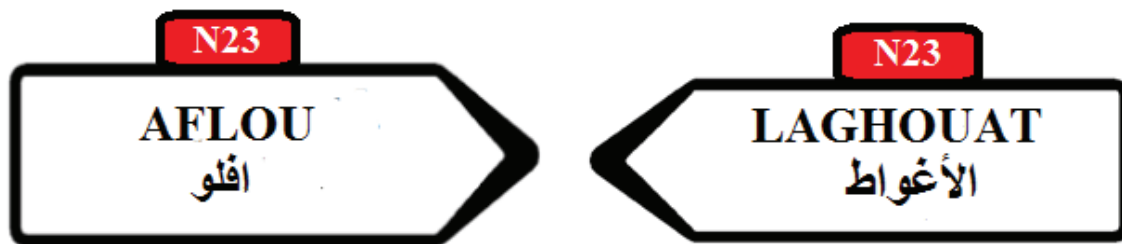


Figure XI.39 Signalisations verticales

XI.6.2. Signalisation horizontale :

- Voies De Décélération

La ligne séparant la voie de décélération et la chaussée principale est du type T2 delargeur 5u comme se montre sur la figure suivante :

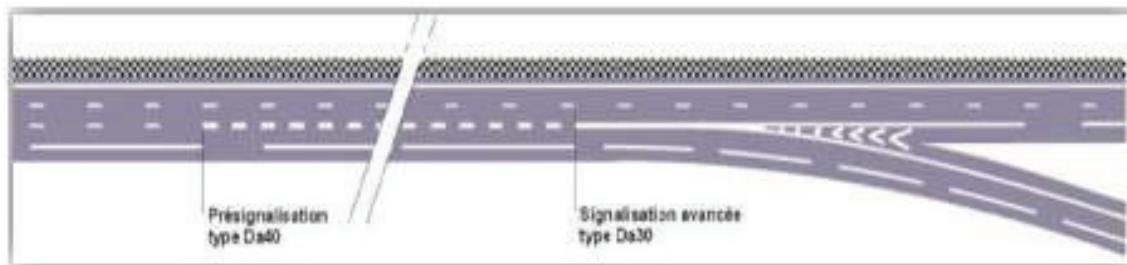


Figure XI.40 : Marquage de la voie de décélération

- Voies d'insertion :

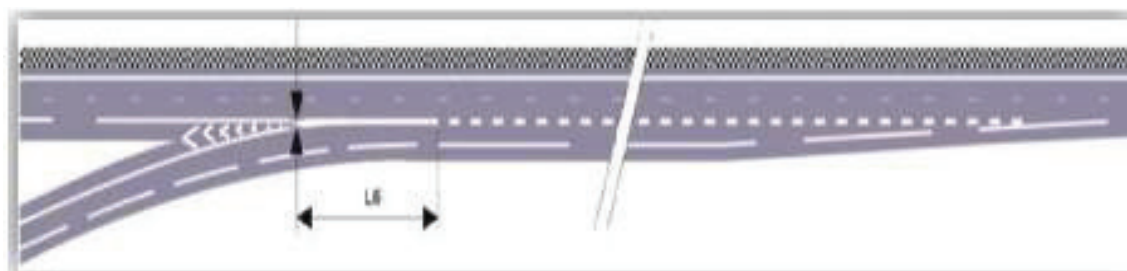


Figure XI.41 : Marquage de la Voies d'insertion

- Classe B : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- Classe C : éclairage des voies dessertes.
- Classe D : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire nonéclairé.

XI.7.1. Paramètres de l'implantation des luminaires

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

XI.7.2. Application au projet :

- **Pour notre tronçon de route :** Les luminaires sont implantés dans le terre-plein central espacés de 30m.

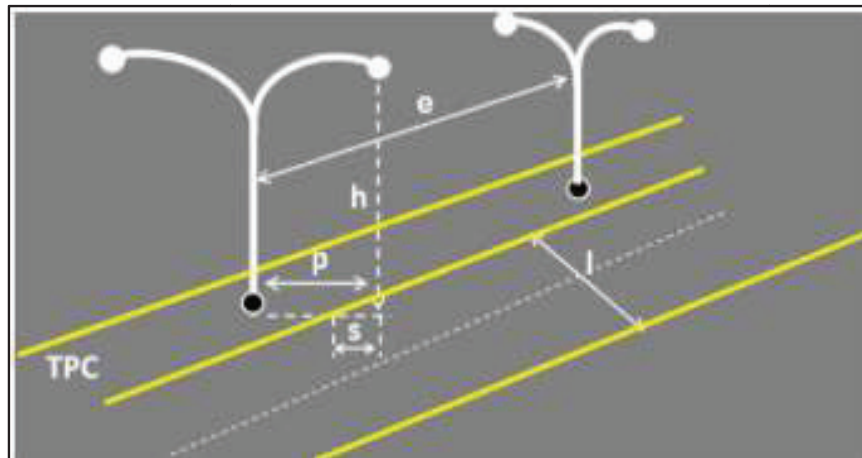


Figure XI.45 : Schémas des paramètres de l'implantation des luminaires "route"

- **Pour l'échangeur :** les luminaires sont implantés du part et d'autre de la voie espacés de 20 m

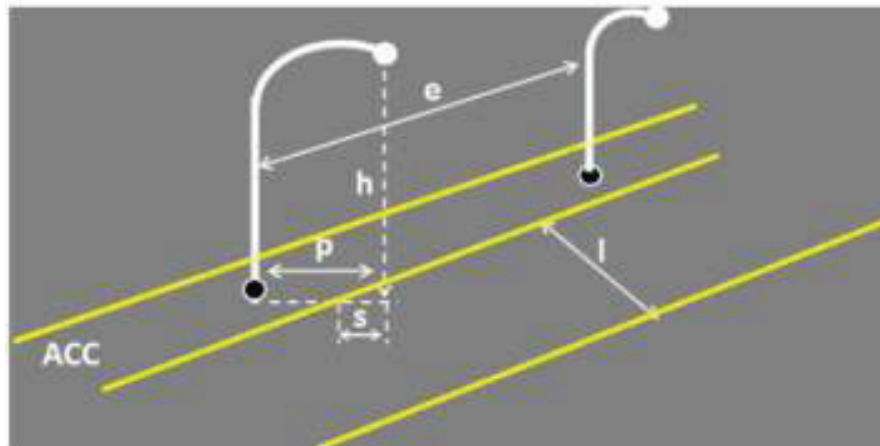


Figure XI.46 : Schéma des paramètres d'implantation lumineuse "échangeur"

XII. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT :

XII.1. Introduction :

La construction d'un aménagement routier provoque plusieurs impacts sur l'environnement qui entoure la zone du projet, en effet l'extraction de matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer l'environnement.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain.

XII.2. Cadre juridique :

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

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

XII.3. Objectif d'une étude d'impact sur l'environnement :

- De définir les incidences du projet et surtout les principes de mesures envisagées pour réduire, supprimer, voire compenser les conséquences dommageables du projet.
- Concevoir un projet respectueux de l'environnement.
- De sauvegarder le patrimoine religieux, culturel, architectural et archéologique de la zone d'étude.
- Ne pas dégrader l'environnement, ou du moins limiter ou corriger ce qui peut conduire à des dégradations.
- De définir les incidences du projet et surtout les principes de mesures envisagées pour réduire, supprimer, voire compenser les conséquences dommageables du projet.
- Assurer la meilleure stratégie de l'entretien routier.

XII.4. Impacts du projet sur l'environnement :

Notre projet est un dédoublement de la RN23, et pour une infrastructure déjà existée les nouveaux impacts sont limités sur la population et surtout sur l'environnement, et ils sont généralement dans la phase de réalisation.

Selon les phases de réalisation du projet routier, on a deux types d'impacts sur l'environnement :

XII.4.1. Impacts associées à la phase de construction :

Qui induit des impacts temporaires, et d'une influence direct ou indirect sur la santé de la population et sur l'environnement.

XII.4.1.1. Impact sur la population :

Les projets routiers en général ont des impacts négatifs sur la population en phase de travaux portent sur l'expropriation des biens (bâties, équipements agricoles et terrains), ainsi que des nuisances (émanations atmosphériques et bruits) générées par les travaux (terrassements, transports de matériaux etc...).

XII.4.1.2. Impact sur la qualité d'air :

Le chantier peut avoir différents impacts sur la qualité de l'air, liés à :

- Des rejets de gaz par les installations de combustion, gaz d'échappement des engins et des camions.
- Des émissions de poussières dues au transport de matériaux par les camions.

XII.4.2. Impact de la phase d'exploitation du projet :

Qui induit des impacts permanents suivants :

XII.4.2.1. Impacts sur les eaux superficielles souterraines :

Lors d'exploitation du projet, les rejets de moteurs et des pots d'échappements des véhicules ainsi que les graisses, huiles... s'accumulent sur la chaussée de la route, en période des pluies, ces cumules seront transportés par les eaux pluviales vers le milieu naturel (eaux de surface ou souterraines).

XII.4.2.2. Impact sur le milieu biologique :

- **La flore** : Lors d'exploitation du projet, la pollution des formations végétales par les émissions atmosphériques des carburants automobiles provoque la pollution qui influe sur la végétation.
- **la faune** : La construction d'une autre chaussée provoque une perturbation et modification d'habitat faunistique et une perturbation de déplacement des espèces faunistiques et leur mouvement migratoire ce qui provoque une diminution de ces espèces.

XII.4.2.3. Impacts sur la qualité de l'air :

La qualité de l'air sera réduite par les émissions atmosphériques des véhicules, notamment une augmentation des concentrations des gaz toxiques comme : SO₂, NO_X, O₃, CO, CO₂...

XII.4.2.4. Impact sur le sol :

- Changement de la vocation des sols.
- Les sols qui peuvent être déstabilisés favorisant ainsi leur érosion et l'accentuation du phénomène de désertification. Leur qualité peut également être compromise par des déversements de contaminant.

XII.5. Mesures d'atténuation :

La réalisation de notre projet engendre à son tour un certain nombre d'impacts sur l'environnement, ces impacts seront réduits ou composés par un ensemble de mesures. Les mesures d'atténuations des impacts sont appliqués au projet dans le but de :

- Minimiser les dommages au sol et à la végétation environnante par une planification adéquate du tracé des pistes et des chemins de rétablissement.
- Créer des voies de passage pour permettre aux agriculteurs d'atteindre leurs champs agricoles.
- Couvert des camions de transport de matériaux par une bâche étanche.
- Contrôle du déchet, du drainage du site.
- La construction des murs et des buttes antibruit pour la protection contre les nuisances sonores.
- Mesures préventives par le rattachement du chantier à un système d'égout existant.

XII.6. Conclusion :

Chapitre XIII : Etude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact sur l'environnement est un instrument efficace pour planifier et réaliser des projets visant le développement durable d'un pays .Alors il est nécessaire de faire une étude d'impact sur l'environnement dans lequel sera construit n'importe quel projet routier.

XIII. DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF :

Tableau XII.56 : Devis estimatif et quantitatif

N°	Désignations	Unité	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant
1-Préparation et installation de chantier					
1	installation du chantier et repliement	F	3%(2+3)	1	18244197
	Déplacement des poteaux électrique MT	U	0	0	0
TOTAL(1)=		18244197			
2-Terrassement					
2	• Décapage de l'emprise	m3	7865	120	943800
	• Déblai mis en remblai	m3	159352	400	63740800
	• Déblai mis en dépôt	m3	271461	200	54292200
TOTAL(2)=		118976800			
3-Corps De Chaussée					
3	• Couche de forme (TUF)	m3	40040	800	32032000
	• Couche de fondation GNT (2,3t/m3)	m3	35035	2200	77077000
	• Couche d'imprégnation au Cut /back dosé à 1kg/m ²	m2	100100	200	20020000
	• Couche de base GB (2,3t/m3)	T	28829	6500	187388500
	• Couche d'accrochage dosé à 0.3kg/m2	m2	100100	200	20020000
	• Couche de roulement BB (2,4t/m3)	T	14415	8000	115320000
	• matériaux pour accotement (TUF)	m3	24882	800	19905600
	• matériaux pour TPC (TVC)	m3	17400	1000	17400000
TOTAL(3)=		489163100			
4-Assainissement					
4	• Fourniture et pose de buse Ø800	ml	100	10000	1000000
	• Fourniture des dalots (1,6m*0.7m)	m3	88	40000	3520000
	• Fourniture des dalots (1,6m*0.6m)	m3	113	40000	4520000
	• Fourniture des dalots (1,6m*0.8m)	m3	275	40000	11000000

Chapitre XII : Devis estimatif et quantitatif

	• Fourniture des dalots (1,6m*1,3m)	m3	320	40000	12800000
	• Réalisation des fossés bétonnés de section trapézoïdale de dimension b=0.5m h=0.4m y compris toutes sujétions de bonne exécutions	ml	4318	3500	15113000
TOTAL(4)=		47953000			
5-Environnement					
5	• Les lampadaires	U	20	150000	3000000
	• Impact sur l'environnement	F	2%(2+3)	1	608139900
TOTAL(5)=		611139900			
6-Equipements					
6	• Lignes continues	ml	20000	180	3600000
	• Lignes discontinues	ml	20000	120	2400000
	• Glissière en béton armé pour la séparation des 2 sens	ml	20000	10000	200000000
TOTAL(6)=		206000000			
7-Contrôle					
7	• Contrôle bureau d'étude et laboratoire	F	3%(1+2)	1	4116629,91
TOTAL(7)=		4116629,91			
MONTANT TOTAL EN HT		1495593627			
TVA 17 %		254250916,6			
MONTANT TOTAL EN TTC		1749844543			

:

XIII.1. LE MONTANT TOTAL DU PROJET EST DE :

Un milliard sept cents quarante-neuf millions huit cents quarante-quatre mille Cinq cents quarante-trois dinars.

XIV. CONCLUSION GENERALE :

Dans notre projet de dédoublement de la RN°23 nous avons suivi le tracé de la route existante et on a introduit le long du tracé des courbes de raccordement, aussi nous avons évité au maximum les contraintes existantes à savoir les réseaux divers, les surfaces bâties en respectant les normes imposées par B40

Cette étude d'APD nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier.

Concernant l'infrastructure étudiée, nous avons analysé des résultats de la campagne géotechnique et avons effectué une étude géométrique (le tracé en plan, profil en long...etc.), et aussi l'établissement de l'étude hydraulique ; avec la proposition de solutions concernant les ouvrages hydrauliques.

Ce travail nous a poussé à maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels : (CIVILE 3D, AUTOCAD et Alize III, GLOBALE MAPPER), vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats

Ce projet est la clé de notre future vie professionnelle. Il est important de reconnaître que le projet est bénéfique non seulement en matière économique et social, mais aussi en matière technique de formation des futurs ingénieurs au sein de l'ENSTP.

ANNEXE I
LISTING DE TRACE EN PLAN

Elem	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			373+000.00	466,446.8658	3,752,326.5233
DR1	ANG=182.0241 (g)	1,185.6448			
			374+185.64	466,777.2184	3,751,187.8306
CLO2	A=400.000				
	R=1,000.000	160.000			
			374+345.64	466,825.8660	3,751,035.4533
ARC3	XC=467,760.9274				
	YC=3,751,389.9391				
	R=1,000.000	339.766			
			374+685.41	466,997.4590	3,750,744.0939
CLO4	A=202.485				
	R=1,000.000	41.000			
			374+726.41	467,024.3635	3,750,713.1571
DR5	ANG=153.9960 (g)	651.1394			
			375+377.55	467,455.0007	3,750,224.7575
CLO6	A=444.972				
	R=1,100.000	180.000			
			375+557.55	467,577.6461	3,750,093.0806
ARC7	XC=468,340.5061				
	YC=3,750,885.5733				
	R=1,100.000	524.886			
			376+082.44	468,026.8237	3,749,831.2473
CLO8	A=212.368				
	R=1,100.000	41.000			

			376+123.44	468,066.2630	3,749,820.0448
DR9	ANG=117.2233 (g)	222.6928			
			376+346.13	468,280.8555	3,749,760.5291
CLO10	A=619.677				
	R=1,600.000	240.000			
			376+586.13	468,510.3928	3,749,690.6446
ARC11	XC=467,968.4605				
	YC=3,748,185.2179				
	R=1,600.000	202.282			
			376+788.41	468,695.8866	3,749,610.2973
CLO12	A=256.125				
	R=1,600.000	41.000			
			376+829.41	468,732.2435	3,749,591.3459
DR13	ANG=130.8622 (g)	287.8555			
			377+117.27	468,986.9313	3,749,457.2008
CLO14	A=282.843				
	R=800.000	100.000			
			377+217.27	469,076.3450	3,749,412.4602
ARC15	XC=469,404.2194				
	YC=3,750,142.1851				
	R=800.000	279.149			
			377+496.42	469,345.5958	3,749,344.3359
CLO16	A=282.843				
	R=800.000	100.000			
			377+596.42	469,445.5283	3,749,341.1692
DR17	ANG=100.6904 (g)	528.2997			
			378+124.72	469,973.7970	3,749,335.4398

CLO18	A=169.411				
	R=700.000	41.000			
			378+165.72	470,014.7867	3,749,334.5950
ARC19	XC=469,986.7026				
	YC=3,748,635.1586				
	R=700.000	1,006.574			
			379+172.29	470,683.6970	3,748,699.9572
CLO20	A=169.411				
	R=700.000	41.000			
			379+213.29	470,686.6945	3,748,659.0685
DR21	ANG=195.9628 (g)	179.9076			
			379+393.20	470,698.0959	3,748,479.5226
CLO22	A=169.411				
	R=700.000	41.000			
			379+434.20	470,701.0935	3,748,438.6338
ARC23	XC=471,398.0878				
	YC=3,748,503.4325				
	R=700.000	323.927			
			379+758.12	470,803.3252	3,748,134.3018
CLO24	A=169.411				
	R=700.000	41.000			
			379+799.12	470,825.6208	3,748,099.8957
DR25	ANG=162.7743 (g)	760.1549			
			380+559.28	471,245.2132	3,747,466.0364
CLO26	A=308.221				
	R=950.000	100.000			
			380+659.28	471,301.8588	3,747,383.6422

ARC27	XC=472,065.3383				
	YC=3,747,948.9732				
	R=950.000	620.657			
			381+279.94	471,802.7077	3,747,035.9972
CLO28	A=308.221				
	R=950.000	100.000			
			381+379.94	471,899.7092	3,747,011.7432
DR29	ANG=114.4812 (g)	1,098.8014			
			382+478.74	472,970.2055	3,746,763.9488
CLO30	A=489.898				
	R=1,200.000	200.000			
			382+678.74	473,163.6660	3,746,713.4677
ARC31	XC=472,796.6778				
	YC=3,745,570.9619				
	R=1,200.000	225.936			
			382+904.67	473,371.0228	3,746,624.5879
CLO32	A=221.811				
	R=1,200.000	41.000			
			382+945.67	473,406.7954	3,746,604.5560
DR33	ANG=132.8602 (g)	55.5574			
			383+001.23	473,455.1147	3,746,577.1356

ANNEXE II
LISTING DE TRACE EN PLAN

Elément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			373+000.00	951.150
D1	PENTE= 1.18%	102.037		
			373+102.04	952.353
PAR1	S= 373+253.51 Z=954.140			
	R = 14,000.000	302.955		
			373+404.99	952.649
D2	PENTE= -0.98%	67.629		
			373+472.62	951.983
PAR2	S= 373+627.48 Z=950.459			
	R = 10,000.000	309.709		
			373+782.33	953.730
D3	PENTE= 2.11%	199.453		
			373+981.78	957.944
PAR3	S= 374+172.66 Z=961.977			
	R = 12,000.000	381.756		
			374+363.54	959.937
D4	PENTE= -1.07%	0.869		
			374+364.41	959.928
PAR4	S= 374+455.11 Z=958.959			
	R = 7,000.000	181.408		
			374+545.82	960.340
D5	PENTE= 1.52%	599.298		
			375+145.12	969.467
PAR5	S= 375+275.00 Z=971.445			
	R = 13,000.000	259.769		
			375+404.88	970.828

D6	PENTE= -0.48%	0.000		
			375+404.88	970.828
D7	PENTE= -2.41%	316.178		
			375+721.06	963.205
PAR7	S= 375+905.27 Z=958.763			
	R = 9,000.000	368.413		
			376+089.48	961.862
D8	PENTE= 1.68%	264.712		
			376+354.19	966.316
D9	PENTE= 100,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000.00%	-0.000		
			376+354.19	966.316
PAR9	S= 376+502.55 Z=965.611			
	R = 16,000.000	296.732		
			376+650.92	962.154
D10	PENTE= -2.33%	610.482		
			377+261.40	947.931
PAR10	S= 377+282.00 Z=947.451			
	R = 4,500.000	41.197		
			377+302.60	947.160
D11	PENTE= -1.41%	880.494		
			378+183.09	934.706
PAR11	S= 378+247.73 Z=933.792			
	R = 13,000.000	129.280		
			378+312.37	932.235
D12	PENTE= -2.41%	333.937		
			378+646.31	924.191

PAR12	S= 378+736.14 Z=922.027			
	R = 10,000.000	179.657		
			378+825.97	921.477
D13	PENTE= -0.61%	134.281		
			378+960.25	920.655
PAR13	S= 378+997.00 Z=920.430			
	R = 14,000.000	73.505		
			379+033.75	920.012
D14	PENTE= -1.14%	1,030.442		
			380+064.19	908.293
PAR14	S= 380+118.56 Z=907.675			
	R = 5,000.000	108.738		
			380+172.93	908.239
D15	PENTE= 1.04%	10.225		
			380+183.16	908.345
PAR15	S= 380+390.82 Z=910.500			
	R = 11,000.000	415.329		
			380+598.49	904.813
D16	PENTE= -2.74%	88.164		
			380+686.65	902.399
PAR16	S= 380+730.39 Z=901.201			
	R = 6,000.000	87.488		
			380+774.14	900.641
D17	PENTE= -1.28%	305.224		
			381+079.36	896.734
PAR17	S= 381+150.00 Z=895.830			
	R = 6,000.000	141.275		

			381+220.64	896.589
D18	PENTE= 1.07%	143.571		
			381+364.21	898.132
PAR18	S= 381+632.26 Z=901.012			
	R = 13,000.000	536.102		
			381+900.31	892.838
D19	PENTE= -3.05%	255.757		
			382+156.07	885.039
PAR19	S= 382+217.20 Z=883.175			
	R = 6,000.000	122.256		
			382+278.32	882.556
D20	PENTE= -1.01%	417.232		
			382+695.56	878.335
PAR20	S= 382+751.84 Z=877.766			
	R = 20,000.000	112.577		
			382+808.13	876.879
D21	PENTE= -1.57%	191.867		
			383+000.00	873.858

ANNEXE III

VOLUME TERRASSEMENT

Abscisse curviligne	Surface de déblai	Volume de déblai	Volume réutilisabl	Surface de	Volume de remblai	Vol. déblai	Vol. réutilisabl	Vol. remblai	Vol. net cum. (m ³)
------------------------	----------------------	---------------------	-----------------------	---------------	----------------------	----------------	---------------------	-----------------	------------------------------------

	(m ²)	(m ³)	e (m ³)	remblai (m ²)	(m ³)	cum. (m ³)	e cum. (m ³)	cum. (m ³)	
373+000.00	38.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
373+020.00	31.10	696.74	696.74	0.00	0.00	696.74	0.00	0.00	696.74
373+040.00	22.68	537.75	537.75	0.00	0.00	1,234.49	0.00	0.00	1,234.49
373+060.00	19.68	423.62	423.62	1.26	12.58	1,658.11	12.59	12.59	1,645.53
373+080.00	16.57	362.58	362.58	7.51	87.65	2,020.70	100.24	100.24	1,920.45
373+100.00	14.34	309.14	309.14	13.25	207.58	2,329.83	307.82	307.82	2,022.01
373+120.00	11.93	262.73	262.73	8.11	213.61	2,592.56	521.44	521.44	2,071.12
373+140.00	16.91	288.47	288.47	0.30	84.06	2,881.03	605.50	605.50	2,275.53
373+160.00	20.66	375.77	375.77	0.00	2.96	3,256.80	608.46	608.46	2,648.34
373+180.00	21.95	426.13	426.13	0.00	0.00	3,682.93	608.46	608.46	3,074.47
373+200.00	22.34	442.85	442.85	0.00	0.00	4,125.78	608.46	608.46	3,517.32
373+220.00	21.43	437.64	437.64	0.02	0.23	4,563.42	608.69	608.69	3,954.72
373+240.00	19.93	413.62	413.62	0.00	0.28	4,977.04	608.97	608.97	4,368.07
373+260.00	21.90	418.37	418.37	0.01	0.12	5,395.41	609.09	609.09	4,786.32
373+280.00	16.71	386.10	386.10	0.09	0.97	5,781.51	610.06	610.06	5,171.45
373+300.00	15.77	324.72	324.72	1.52	16.08	6,106.24	626.14	626.14	5,480.10
373+320.00	17.79	335.58	335.58	0.00	15.20	6,441.82	641.33	641.33	5,800.48
373+340.00	22.29	400.84	400.84	0.00	0.00	6,842.66	641.33	641.33	6,201.32
373+360.00	23.36	456.50	456.50	0.00	0.00	7,299.16	641.33	641.33	6,657.83
373+380.00	27.27	506.27	506.27	0.00	0.00	7,805.43	641.33	641.33	7,164.10
373+400.00	41.42	686.86	686.86	0.00	0.00	8,492.30	641.33	641.33	7,850.96
373+420.00	47.30	887.16	887.16	0.00	0.00	9,379.46	641.33	641.33	8,738.12
373+440.00	58.69	1,059.86	1,059.86	0.00	0.02	10,439.32	641.35	641.35	9,797.97
373+460.00	75.11	1,337.99	1,337.99	0.00	0.02	11,777.31	641.37	641.37	11,135.94
373+480.00	84.26	1,593.74	1,593.74	0.00	0.02	13,371.05	641.39	641.39	12,729.66

373+500.00	90.22	1,744.84	1,744.84	0.00	0.01	15,115.89	641.40	641.40	14,474.49
373+520.00	100.88	1,911.02	1,911.02	0.00	0.00	17,026.91	641.40	641.40	16,385.51
373+540.00	114.60	2,154.76	2,154.76	0.03	0.32	19,181.66	641.72	641.72	18,539.94
373+560.00	123.96	2,385.51	2,385.51	0.00	0.32	21,567.18	642.05	642.05	20,925.13
373+580.00	132.24	2,561.94	2,561.94	0.00	0.00	24,129.12	642.05	642.05	23,487.07
373+600.00	142.52	2,747.54	2,747.54	0.00	0.00	26,876.65	642.05	642.05	26,234.61
373+620.00	101.39	2,439.04	2,439.04	0.00	0.05	29,315.69	642.09	642.09	28,673.60
373+640.00	130.28	2,316.68	2,316.68	0.05	0.52	31,632.37	642.62	642.62	30,989.75
373+660.00	147.13	2,774.15	2,774.15	0.00	0.47	34,406.52	643.09	643.09	33,763.43
373+680.00	160.62	3,077.59	3,077.59	0.00	0.00	37,484.11	643.09	643.09	36,841.02
373+700.00	166.50	3,271.26	3,271.26	0.00	0.00	40,755.38	643.09	643.09	40,112.29
373+720.00	170.90	3,374.06	3,374.06	0.00	0.00	44,129.43	643.09	643.09	43,486.34
373+740.00	172.14	3,430.42	3,430.42	0.00	0.00	47,559.86	643.09	643.09	46,916.77
373+760.00	169.14	3,412.83	3,412.83	0.03	0.28	50,972.69	643.37	643.37	50,329.32
373+780.00	164.16	3,333.08	3,333.08	0.00	0.28	54,305.77	643.64	643.64	53,662.12
373+800.00	151.39	3,155.49	3,155.49	0.00	0.00	57,461.26	643.64	643.64	56,817.62
373+820.00	140.19	2,915.76	2,915.76	0.00	0.02	60,377.02	643.66	643.66	59,733.35
373+840.00	130.08	2,702.68	2,702.68	0.00	0.03	63,079.70	643.69	643.69	62,436.01
373+860.00	118.87	2,489.50	2,489.50	0.00	0.00	65,569.20	643.69	643.69	64,925.50
373+880.00	108.10	2,269.70	2,269.70	0.00	0.00	67,838.89	643.70	643.70	67,195.20
373+900.00	98.21	2,063.05	2,063.05	0.00	0.00	69,901.95	643.70	643.70	69,258.25
373+920.00	89.55	1,877.57	1,877.57	0.00	0.00	71,779.52	643.70	643.70	71,135.82
373+940.00	81.87	1,714.16	1,714.16	0.00	0.00	73,493.68	643.70	643.70	72,849.98
373+960.00	67.13	1,490.02	1,490.02	0.00	0.00	74,983.70	643.70	643.70	74,340.00
373+980.00	54.08	1,212.17	1,212.17	0.00	0.00	76,195.87	643.70	643.70	75,552.17
374+000.00	48.53	1,026.08	1,026.08	0.00	0.00	77,221.95	643.70	643.70	76,578.24
374+020.00	43.15	916.78	916.78	0.00	0.00	78,138.73	643.70	643.70	77,495.02

374+040.00	40.41	835.63	835.63	0.05	0.51	78,974.35	644.22	644.22	78,330.14
374+060.00	37.06	774.67	774.67	0.00	0.51	79,749.03	644.73	644.73	79,104.30
374+080.00	31.27	683.27	683.27	0.00	0.00	80,432.30	644.73	644.73	79,787.57
374+100.00	26.08	573.53	573.53	0.00	0.00	81,005.83	644.73	644.73	80,361.10
374+120.00	23.60	496.84	496.84	0.00	0.00	81,502.68	644.73	644.73	80,857.95
374+140.00	24.37	479.73	479.73	0.00	0.00	81,982.41	644.73	644.73	81,337.68
374+160.00	22.53	469.00	469.00	0.00	0.02	82,451.41	644.75	644.75	81,806.66
374+180.00	21.84	443.69	443.69	0.00	0.02	82,895.10	644.78	644.78	82,250.32
374+200.00	24.49	463.30	463.30	0.00	0.00	83,358.40	644.78	644.78	82,713.62
374+220.00	29.10	535.92	535.92	0.00	0.00	83,894.32	644.78	644.78	83,249.54
374+240.00	34.30	634.01	634.01	0.08	0.77	84,528.34	645.55	645.55	83,882.78
374+260.00	31.79	660.88	660.88	0.00	0.78	85,189.21	646.33	646.33	84,542.88
374+280.00	40.06	718.46	718.46	0.00	0.01	85,907.68	646.34	646.34	85,261.34
374+300.00	33.05	731.11	731.11	0.00	0.00	86,638.78	646.34	646.34	85,992.45
374+320.00	43.38	764.38	764.38	0.00	0.00	87,403.17	646.34	646.34	86,756.83
374+340.00	43.30	860.53	860.53	4.88	49.33	88,263.70	695.67	695.67	87,568.03
374+360.00	32.98	755.73	755.73	0.41	53.46	89,019.43	749.12	749.12	88,270.31
374+380.00	50.09	823.76	823.76	0.00	4.07	89,843.19	753.19	753.19	89,089.99
374+400.00	93.45	1,426.23	1,426.23	0.00	0.00	91,269.42	753.19	753.19	90,516.22
374+420.00	114.38	2,067.29	2,067.29	0.00	0.00	93,336.71	753.19	753.19	92,583.51
374+440.00	130.58	2,439.28	2,439.28	0.00	0.00	95,775.99	753.19	753.19	95,022.79
374+460.00	144.07	2,736.43	2,736.43	0.00	0.02	98,512.41	753.21	753.21	97,759.20
374+480.00	151.25	2,942.89	2,942.89	0.00	0.02	101,455.31	753.23	753.23	100,702.08
374+500.00	155.31	3,054.62	3,054.62	0.00	0.00	104,509.92	753.23	753.23	103,756.70
374+520.00	149.11	3,032.42	3,032.42	0.00	0.00	107,542.34	753.23	753.23	106,789.11

374+540.00	139.31	2,871.93	2,871.93	0.01	0.10	110,414.27	753.33	753.33	109,660.94
374+560.00	140.98	2,791.07	2,791.07	0.00	0.10	113,205.34	753.42	753.42	112,451.92
374+580.00	143.62	2,835.34	2,835.34	0.00	0.00	116,040.68	753.43	753.43	115,287.25
374+600.00	141.59	2,841.77	2,841.77	0.00	0.00	118,882.45	753.43	753.43	118,129.02
374+620.00	132.31	2,728.42	2,728.42	0.00	0.00	121,610.87	753.43	753.43	120,857.44
374+640.00	119.19	2,505.11	2,505.11	0.00	0.01	124,115.98	753.44	753.44	123,362.54
374+660.00	125.78	2,439.76	2,439.76	0.00	0.01	126,555.74	753.45	753.45	125,802.29
374+680.00	124.51	2,491.99	2,491.99	0.00	0.01	129,047.73	753.46	753.46	128,294.27
374+700.00	107.36	2,318.62	2,318.62	0.00	0.01	131,366.34	753.47	753.47	130,612.87
374+720.00	75.23	1,825.90	1,825.90	0.00	0.00	133,192.24	753.47	753.47	132,438.77
374+740.00	103.59	1,788.20	1,788.20	0.00	0.04	134,980.44	753.51	753.51	134,226.92
374+760.00	84.51	1,880.93	1,880.93	0.00	0.04	136,861.37	753.55	753.55	136,107.81
374+780.00	66.92	1,514.32	1,514.32	0.00	0.00	138,375.68	753.56	753.56	137,622.13
374+800.00	70.57	1,374.91	1,374.91	0.00	0.00	139,750.59	753.56	753.56	138,997.03
374+820.00	73.36	1,439.29	1,439.29	0.00	0.00	141,189.88	753.56	753.56	140,436.32

374+840.00	77.52	1,508.84	1,508.84	0.00	0.00	142,698.7 2	753.57	753.57	141,945.1 5
374+860.00	80.15	1,576.75	1,576.75	0.00	0.00	144,275.4 6	753.57	753.57	143,521.9 0
374+880.00	79.09	1,592.46	1,592.46	0.00	0.02	145,867.9 2	753.58	753.58	145,114.3 4
374+900.00	80.48	1,595.74	1,595.74	0.00	0.02	147,463.6 6	753.60	753.60	146,710.0 6
374+920.00	84.27	1,647.50	1,647.50	0.00	0.00	149,111.1 6	753.60	753.60	148,357.5 6
374+940.00	85.29	1,695.52	1,695.52	0.00	0.00	150,806.6 8	753.60	753.60	150,053.0 8
374+960.00	80.40	1,656.90	1,656.90	0.00	0.03	152,463.5 8	753.63	753.63	151,709.9 5
374+980.00	68.57	1,489.76	1,489.76	0.00	0.03	153,953.3 4	753.67	753.67	153,199.6 7
375+000.00	49.45	1,180.19	1,180.19	0.00	0.00	155,133.5 2	753.67	753.67	154,379.8 6
375+020.00	41.95	913.99	913.99	0.01	0.08	156,047.5 1	753.75	753.75	155,293.7 7
375+040.00	38.15	801.03	801.03	0.00	0.08	156,848.5 4	753.83	753.83	156,094.7 1
375+060.00	35.45	736.01	736.01	0.02	0.19	157,584.5 5	754.02	754.02	156,830.5 3
375+080.00	37.95	733.97	733.97	0.00	0.19	158,318.5 2	754.21	754.21	157,564.3 1
375+100.00	45.59	835.42	835.42	0.00	0.00	159,153.9 4	754.21	754.21	158,399.7 3
375+120.00	48.10	936.97	936.97	0.00	0.00	160,090.9 2	754.21	754.21	159,336.7 1

375+140.00	51.95	1,000.53	1,000.53	0.00	0.03	161,091.45	754.24	754.24	160,337.21
375+160.00	59.74	1,116.94	1,116.94	0.00	0.03	162,208.39	754.27	754.27	161,454.12
375+180.00	65.59	1,253.36	1,253.36	0.02	0.15	163,461.75	754.42	754.42	162,707.32
375+200.00	75.73	1,413.25	1,413.25	0.00	0.15	164,874.99	754.58	754.58	164,120.42
375+220.00	90.71	1,664.46	1,664.46	0.03	0.32	166,539.45	754.90	754.90	165,784.56
375+240.00	91.52	1,822.34	1,822.34	0.00	0.32	168,361.79	755.22	755.22	167,606.58
375+260.00	84.73	1,762.54	1,762.54	0.03	0.27	170,124.33	755.49	755.49	169,368.84
375+280.00	71.87	1,566.03	1,566.03	0.00	0.27	171,690.36	755.76	755.76	170,934.60
375+300.00	38.10	1,099.67	1,099.67	0.00	0.00	172,790.03	755.76	755.76	172,034.27
375+320.00	16.73	548.23	548.23	4.97	49.65	173,338.26	805.41	805.41	172,532.84
375+340.00	9.35	260.81	260.81	6.01	109.78	173,599.07	915.20	915.20	172,683.87
375+360.00	9.05	184.03	184.03	17.06	230.71	173,783.09	1,145.91	1,145.91	172,637.19
375+380.00	6.93	159.74	159.74	24.03	410.91	173,942.83	1,556.82	1,556.82	172,386.01
375+400.00	4.42	113.51	113.51	29.37	534.07	174,056.34	2,090.89	2,090.89	171,965.45
375+420.00	4.51	89.33	89.33	32.05	614.23	174,145.67	2,705.11	2,705.11	171,440.56

375+440.00	5.48	99.92	99.92	32.88	649.29	174,245.59	3,354.40	3,354.40	170,891.19
375+460.00	6.07	115.55	115.55	31.38	642.58	174,361.14	3,996.98	3,996.98	170,364.17
375+480.00	8.34	144.08	144.08	26.76	581.39	174,505.23	4,578.37	4,578.37	169,926.86
375+500.00	10.60	189.39	189.39	24.10	508.56	174,694.62	5,086.93	5,086.93	169,607.70
375+520.00	12.53	231.31	231.31	23.36	474.59	174,925.93	5,561.52	5,561.52	169,364.42
375+540.00	13.81	263.39	263.39	23.13	464.94	175,189.33	6,026.45	6,026.45	169,162.87
375+560.00	15.47	292.76	292.76	25.88	490.14	175,482.09	6,516.59	6,516.59	168,965.50
375+580.00	18.77	340.20	340.20	19.32	456.33	175,822.29	6,972.92	6,972.92	168,849.37
375+600.00	25.03	435.24	435.24	10.64	302.65	176,257.52	7,275.57	7,275.57	168,981.96
375+620.00	24.10	487.59	487.59	7.23	180.59	176,745.12	7,456.16	7,456.16	169,288.95
375+640.00	40.20	638.06	638.06	1.96	92.91	177,383.18	7,549.07	7,549.07	169,834.10
375+660.00	48.74	883.45	883.45	0.08	20.58	178,266.63	7,569.65	7,569.65	170,696.98
375+680.00	61.09	1,091.80	1,091.80	0.00	0.76	179,358.42	7,570.41	7,570.41	171,788.01
375+700.00	70.58	1,309.23	1,309.23	0.00	0.00	180,667.66	7,570.41	7,570.41	173,097.24
375+720.00	84.70	1,544.30	1,544.30	0.00	0.00	182,211.96	7,570.41	7,570.41	174,641.55

375+740.00	92.67	1,764.15	1,764.15	0.01	0.08	183,976.1 1	7,570.49	7,570.49	176,405.6 2
375+760.00	98.29	1,898.95	1,898.95	0.00	0.08	185,875.0 6	7,570.57	7,570.57	178,304.4 9
375+780.00	95.13	1,923.73	1,923.73	0.00	0.03	187,798.7 9	7,570.60	7,570.60	180,228.1 9
375+800.00	93.61	1,878.08	1,878.08	0.00	0.03	189,676.8 7	7,570.63	7,570.63	182,106.2 4
375+820.00	87.53	1,803.40	1,803.40	0.00	0.00	191,480.2 7	7,570.63	7,570.63	183,909.6 4
375+840.00	76.22	1,631.13	1,631.13	0.00	0.05	193,111.3 9	7,570.68	7,570.68	185,540.7 2
375+860.00	65.08	1,409.09	1,409.09	0.00	0.05	194,520.4 8	7,570.73	7,570.73	186,949.7 6
375+880.00	51.12	1,160.78	1,160.78	0.00	0.03	195,681.2 7	7,570.76	7,570.76	188,110.5 1
375+900.00	37.52	887.39	887.39	0.00	0.03	196,568.6 6	7,570.80	7,570.80	188,997.8 6
375+920.00	28.34	661.01	661.01	0.01	0.11	197,229.6 7	7,570.91	7,570.91	189,658.7 7
375+940.00	20.58	492.28	492.28	1.32	13.28	197,721.9 5	7,584.19	7,584.19	190,137.7 6
375+960.00	17.45	383.56	383.56	1.88	31.90	198,105.5 1	7,616.10	7,616.10	190,489.4 1
375+980.00	24.79	425.07	425.07	0.00	18.75	198,530.5 8	7,634.84	7,634.84	190,895.7 4
376+000.00	32.78	577.22	577.22	0.00	0.02	199,107.8 0	7,634.86	7,634.86	191,472.9 4
376+020.00	33.03	658.68	658.68	0.00	0.00	199,766.4 8	7,634.86	7,634.86	192,131.6 2

376+040.00	32.49	655.09	655.09	0.00	0.00	200,421.57	7,634.86	7,634.86	192,786.71
376+060.00	30.26	626.65	626.65	0.00	0.00	201,048.21	7,634.87	7,634.87	193,413.35
376+080.00	22.56	526.96	526.96	0.00	0.00	201,575.17	7,634.87	7,634.87	193,940.30
376+100.00	15.08	376.35	376.35	0.04	0.41	201,951.52	7,635.28	7,635.28	194,316.24
376+120.00	11.46	265.33	265.33	0.62	6.59	202,216.85	7,641.87	7,641.87	194,574.98
376+140.00	9.13	205.89	205.89	2.64	32.56	202,422.74	7,674.43	7,674.43	194,748.30
376+160.00	6.49	156.25	156.25	3.93	65.72	202,578.99	7,740.16	7,740.16	194,838.83
376+180.00	4.57	110.60	110.60	5.87	98.09	202,689.59	7,838.24	7,838.24	194,851.35
376+200.00	2.41	69.77	69.77	9.52	153.99	202,759.36	7,992.24	7,992.24	194,767.12
376+220.00	2.01	44.20	44.20	10.70	202.21	202,803.55	8,194.45	8,194.45	194,609.11
376+240.00	1.43	34.39	34.39	14.16	248.54	202,837.95	8,442.99	8,442.99	194,394.96
376+260.00	0.41	18.41	18.41	22.30	364.56	202,856.36	8,807.55	8,807.55	194,048.81
376+280.00	0.21	6.16	6.16	26.60	488.99	202,862.52	9,296.53	9,296.53	193,565.99
376+300.00	0.25	4.55	4.55	27.13	537.30	202,867.07	9,833.83	9,833.83	193,033.23
376+320.00	0.12	3.72	3.72	31.98	591.05	202,870.79	10,424.88	10,424.88	192,445.91

376+340.00	0.09	2.13	2.13	33.18	651.57	202,872.9 2	11,076.46	11,076.46	191,796.4 7
376+360.00	0.26	3.46	3.46	28.57	617.55	202,876.3 8	11,694.01	11,694.01	191,182.3 7
376+380.00	1.64	18.92	18.92	18.32	468.90	202,895.3 0	12,162.90	12,162.90	190,732.3 9
376+400.00	5.95	75.88	75.88	10.44	287.58	202,971.1 7	12,450.49	12,450.49	190,520.6 9
376+420.00	23.35	292.97	292.97	3.61	140.54	203,264.1 4	12,591.03	12,591.03	190,673.1 2
376+440.00	38.72	620.64	620.64	0.02	36.33	203,884.7 8	12,627.36	12,627.36	191,257.4 3
376+460.00	41.08	797.98	797.98	0.02	0.37	204,682.7 6	12,627.73	12,627.73	192,055.0 3
376+480.00	43.49	845.70	845.70	0.01	0.27	205,528.4 6	12,628.00	12,628.00	192,900.4 6
376+500.00	49.69	931.78	931.78	0.00	0.11	206,460.2 4	12,628.11	12,628.11	193,832.1 3
376+520.00	42.91	925.98	925.98	0.00	0.01	207,386.2 2	12,628.12	12,628.12	194,758.1 0
376+540.00	69.43	1,123.36	1,123.36	0.00	0.01	208,509.5 8	12,628.13	12,628.13	195,881.4 5
376+560.00	66.66	1,360.83	1,360.83	0.00	0.02	209,870.4 2	12,628.15	12,628.15	197,242.2 7
376+580.00	79.79	1,464.49	1,464.49	0.00	0.01	211,334.9 1	12,628.16	12,628.16	198,706.7 5
376+600.00	85.56	1,653.53	1,653.53	0.00	0.00	212,988.4 3	12,628.16	12,628.16	200,360.2 7
376+620.00	114.58	2,001.42	2,001.42	0.00	0.00	214,989.8 6	12,628.16	12,628.16	202,361.7 0

376+640.00	98.22	2,128.07	2,128.07	0.03	0.31	217,117.9 3	12,628.47	12,628.47	204,489.4 6
376+660.00	68.98	1,672.00	1,672.00	0.00	0.31	218,789.9 3	12,628.78	12,628.78	206,161.1 5
376+680.00	58.41	1,273.87	1,273.87	0.00	0.05	220,063.8 1	12,628.82	12,628.82	207,434.9 8
376+700.00	49.59	1,080.06	1,080.06	0.00	0.05	221,143.8 7	12,628.87	12,628.87	208,515.0 0
376+720.00	46.02	956.18	956.18	0.00	0.00	222,100.0 5	12,628.87	12,628.87	209,471.1 8
376+740.00	35.68	817.03	817.03	0.10	1.02	222,917.0 8	12,629.89	12,629.89	210,287.1 9
376+760.00	32.17	678.53	678.53	1.22	13.24	223,595.6 1	12,643.14	12,643.14	210,952.4 7
376+780.00	25.19	573.61	573.61	3.34	45.63	224,169.2 2	12,688.77	12,688.77	211,480.4 6
376+800.00	19.18	443.68	443.68	5.38	87.18	224,612.9 0	12,775.94	12,775.94	211,836.9 6
376+820.00	19.43	386.15	386.15	4.27	96.48	224,999.0 5	12,872.42	12,872.42	212,126.6 2
376+840.00	15.50	349.32	349.32	4.14	84.07	225,348.3 7	12,956.49	12,956.49	212,391.8 8
376+860.00	14.42	299.23	299.23	5.97	101.05	225,647.6 0	13,057.54	13,057.54	212,590.0 6
376+880.00	12.36	267.82	267.82	4.35	103.19	225,915.4 2	13,160.74	13,160.74	212,754.6 8
376+900.00	14.83	271.89	271.89	1.34	56.87	226,187.3 1	13,217.60	13,217.60	212,969.7 1
376+920.00	6.69	215.18	215.18	9.24	105.82	226,402.4 9	13,323.42	13,323.42	213,079.0 7

376+940.00	6.15	128.37	128.37	19.01	282.58	226,530.86	13,606.00	13,606.00	212,924.87
376+960.00	8.05	141.99	141.99	23.32	423.35	226,672.86	14,029.35	14,029.35	212,643.51
376+980.00	7.82	158.69	158.69	23.57	468.92	226,831.54	14,498.27	14,498.27	212,333.27
377+000.00	8.71	165.29	165.29	11.44	350.09	226,996.83	14,848.35	14,848.35	212,148.48
377+020.00	8.42	171.30	171.30	2.34	137.83	227,168.13	14,986.19	14,986.19	212,181.94
377+040.00	8.46	168.83	168.83	2.88	52.21	227,336.95	15,038.39	15,038.39	212,298.56
377+060.00	9.13	175.92	175.92	1.46	43.37	227,512.88	15,081.76	15,081.76	212,431.11
377+080.00	8.75	178.84	178.84	4.03	54.89	227,691.72	15,136.66	15,136.66	212,555.06
377+100.00	9.03	177.81	177.81	9.11	131.37	227,869.53	15,268.03	15,268.03	212,601.50
377+120.00	9.07	180.95	180.95	10.70	198.13	228,050.47	15,466.15	15,466.15	212,584.32
377+140.00	9.99	190.53	190.53	9.53	202.35	228,241.00	15,668.50	15,668.50	212,572.50
377+160.00	12.88	228.67	228.67	6.10	156.27	228,469.67	15,824.78	15,824.78	212,644.90
377+180.00	9.94	228.23	228.23	6.04	121.38	228,697.90	15,946.15	15,946.15	212,751.75
377+200.00	20.36	303.08	303.08	0.00	59.77	229,000.98	16,005.93	16,005.93	212,995.05
377+220.00	21.92	421.43	421.43	0.27	2.79	229,422.41	16,008.72	16,008.72	213,413.69

377+240.00	27.43	491.68	491.68	0.04	3.13	229,914.09	16,011.85	16,011.85	213,902.24
377+260.00	34.06	611.83	611.83	0.00	0.34	230,525.92	16,012.19	16,012.19	214,513.72
377+280.00	38.94	724.60	724.60	0.00	0.00	231,250.51	16,012.19	16,012.19	215,238.32
377+300.00	29.98	684.12	684.12	0.00	0.00	231,934.63	16,012.20	16,012.20	215,922.44
377+320.00	19.89	496.19	496.19	0.01	0.15	232,430.82	16,012.34	16,012.34	216,418.48
377+340.00	3.79	236.47	236.47	5.60	55.83	232,667.29	16,068.17	16,068.17	216,599.11
377+360.00	1.38	52.16	52.16	23.28	289.07	232,719.45	16,357.24	16,357.24	216,362.21
377+380.00	0.01	14.03	14.03	29.88	533.76	232,733.48	16,891.00	16,891.00	215,842.48
377+400.00	0.00	0.13	0.13	75.05	1,048.75	232,733.61	17,939.75	17,939.75	214,793.86
377+420.00	0.09	0.92	0.92	79.41	1,543.58	232,734.53	19,483.33	19,483.33	213,251.20
377+440.00	0.00	0.95	0.95	80.96	1,604.04	232,735.48	21,087.37	21,087.37	211,648.11
377+460.00	0.00	0.03	0.03	66.95	1,475.95	232,735.51	22,563.32	22,563.32	210,172.19
377+480.00	0.00	0.04	0.04	58.90	1,253.42	232,735.55	23,816.74	23,816.74	208,918.81
377+500.00	0.00	0.04	0.04	66.01	1,242.88	232,735.59	25,059.62	25,059.62	207,675.96
377+520.00	0.00	0.00	0.00	91.52	1,568.97	232,735.59	26,628.60	26,628.60	206,106.99

377+540.00	0.00	0.00	0.00	63.74	1,552.59	232,735.59	28,181.19	28,181.19	204,554.40
377+560.00	0.10	1.04	1.04	32.19	959.27	232,736.63	29,140.46	29,140.46	203,596.17
377+580.00	0.00	1.04	1.04	22.96	551.53	232,737.67	29,691.99	29,691.99	203,045.68
377+600.00	0.17	1.68	1.68	14.46	374.25	232,739.35	30,066.24	30,066.24	202,673.11
377+620.00	0.19	3.61	3.61	15.79	302.52	232,742.96	30,368.77	30,368.77	202,374.19
377+640.00	0.23	4.20	4.20	18.84	346.35	232,747.15	30,715.12	30,715.12	202,032.03
377+660.00	0.54	7.68	7.68	14.10	329.47	232,754.83	31,044.60	31,044.60	201,710.24
377+680.00	2.84	33.83	33.83	2.88	169.80	232,788.66	31,214.40	31,214.40	201,574.27
377+700.00	9.98	128.19	128.19	0.00	28.78	232,916.85	31,243.17	31,243.17	201,673.68
377+720.00	7.50	174.76	174.76	0.00	0.01	233,091.61	31,243.19	31,243.19	201,848.42
377+740.00	6.98	144.74	144.74	0.00	0.02	233,236.36	31,243.20	31,243.20	201,993.15
377+760.00	5.96	129.33	129.33	0.51	5.14	233,365.68	31,248.34	31,248.34	202,117.34
377+780.00	4.39	103.44	103.44	1.24	17.56	233,469.12	31,265.91	31,265.91	202,203.22
377+800.00	5.18	95.66	95.66	0.50	17.46	233,564.78	31,283.37	31,283.37	202,281.42
377+820.00	6.78	119.57	119.57	0.00	5.05	233,684.36	31,288.42	31,288.42	202,395.94

377+840.00	11.30	180.79	180.79	0.00	0.01	233,865.15	31,288.42	31,288.42	202,576.73
377+860.00	16.24	275.46	275.46	0.00	0.00	234,140.61	31,288.42	31,288.42	202,852.19
377+880.00	17.44	336.87	336.87	0.00	0.00	234,477.48	31,288.43	31,288.43	203,189.05
377+900.00	20.89	383.36	383.36	0.00	0.00	234,860.83	31,288.43	31,288.43	203,572.40
377+920.00	32.60	534.92	534.92	0.00	0.00	235,395.75	31,288.43	31,288.43	204,107.32
377+940.00	46.60	792.01	792.01	0.00	0.00	236,187.76	31,288.43	31,288.43	204,899.33
377+960.00	54.39	1,009.97	1,009.97	0.00	0.00	237,197.73	31,288.43	31,288.43	205,909.30
377+980.00	54.98	1,093.78	1,093.78	0.00	0.01	238,291.51	31,288.44	31,288.44	207,003.07
378+000.00	63.74	1,187.25	1,187.25	0.00	0.01	239,478.76	31,288.45	31,288.45	208,190.31
378+020.00	70.10	1,338.40	1,338.40	0.00	0.00	240,817.16	31,288.45	31,288.45	209,528.71
378+040.00	73.70	1,437.99	1,437.99	0.00	0.00	242,255.15	31,288.45	31,288.45	210,966.70
378+060.00	76.35	1,500.48	1,500.48	0.00	0.00	243,755.64	31,288.45	31,288.45	212,467.18
378+080.00	70.89	1,472.42	1,472.42	0.00	0.04	245,228.06	31,288.49	31,288.49	213,939.57
378+100.00	70.52	1,414.10	1,414.10	0.00	0.04	246,642.16	31,288.53	31,288.53	215,353.63
378+120.00	73.36	1,438.75	1,438.75	0.00	0.00	248,080.91	31,288.53	31,288.53	216,792.38

378+140.00	75.66	1,490.20	1,490.20	0.00	0.00	249,571.12	31,288.53	31,288.53	218,282.58
378+160.00	76.97	1,528.22	1,528.22	0.00	0.00	251,099.33	31,288.54	31,288.54	219,810.80
378+180.00	76.59	1,538.29	1,538.29	0.00	0.00	252,637.62	31,288.54	31,288.54	221,349.08
378+200.00	81.39	1,582.41	1,582.41	0.00	0.00	254,220.03	31,288.54	31,288.54	222,931.50
378+220.00	81.84	1,634.84	1,634.84	0.00	0.00	255,854.87	31,288.54	31,288.54	224,566.34
378+240.00	54.75	1,366.83	1,366.83	0.00	0.00	257,221.70	31,288.54	31,288.54	225,933.17
378+260.00	6.18	608.27	608.27	2.51	25.48	257,829.98	31,314.01	31,314.01	226,515.96
378+280.00	0.04	61.51	61.51	18.84	213.94	257,891.48	31,527.95	31,527.95	226,363.53
378+300.00	0.00	0.44	0.44	61.79	805.30	257,891.92	32,333.25	32,333.25	225,558.67
378+320.00	0.00	0.00	0.00	28.96	905.81	257,891.92	33,239.07	33,239.07	224,652.85
378+340.00	21.63	216.49	216.49	0.00	288.98	258,108.41	33,528.05	33,528.05	224,580.36
378+360.00	51.83	734.65	734.65	0.00	0.01	258,843.06	33,528.05	33,528.05	225,315.00
378+380.00	57.56	1,092.02	1,092.02	0.00	0.01	259,935.08	33,528.07	33,528.07	226,407.01
378+400.00	40.01	973.75	973.75	0.00	0.01	260,908.83	33,528.08	33,528.08	227,380.75
378+420.00	47.52	875.55	875.55	0.00	0.03	261,784.38	33,528.11	33,528.11	228,256.27

378+440.00	58.78	1,064.76	1,064.76	0.00	0.07	262,849.14	33,528.17	33,528.17	229,320.97
378+460.00	89.03	1,482.14	1,482.14	0.00	0.04	264,331.28	33,528.21	33,528.21	230,803.07
378+480.00	143.16	2,330.01	2,330.01	0.00	0.00	266,661.29	33,528.21	33,528.21	233,133.08
378+500.00	183.79	3,284.89	3,284.89	0.00	0.00	269,946.18	33,528.21	33,528.21	236,417.97
378+520.00	201.54	3,876.05	3,876.05	0.00	0.00	273,822.23	33,528.21	33,528.21	240,294.02
378+540.00	162.19	3,663.61	3,663.61	0.00	0.00	277,485.85	33,528.21	33,528.21	243,957.63
378+560.00	113.26	2,775.95	2,775.95	0.02	0.15	280,261.80	33,528.37	33,528.37	246,733.43
378+580.00	71.49	1,857.22	1,857.22	0.05	0.67	282,119.02	33,529.04	33,529.04	248,589.98
378+600.00	60.90	1,326.45	1,326.45	0.00	0.52	283,445.47	33,529.55	33,529.55	249,915.92
378+620.00	60.34	1,213.03	1,213.03	0.00	0.00	284,658.50	33,529.55	33,529.55	251,128.95
378+640.00	63.85	1,240.95	1,240.95	0.00	0.00	285,899.45	33,529.55	33,529.55	252,369.90
378+660.00	66.77	1,304.40	1,304.40	0.00	0.01	287,203.85	33,529.56	33,529.56	253,674.29
378+680.00	71.15	1,377.22	1,377.22	0.00	0.01	288,581.07	33,529.58	33,529.58	255,051.49
378+700.00	75.70	1,466.17	1,466.17	0.00	0.00	290,047.24	33,529.58	33,529.58	256,517.66
378+720.00	76.61	1,520.41	1,520.41	0.00	0.00	291,567.64	33,529.58	33,529.58	258,038.07

378+740.00	74.17	1,504.81	1,504.81	0.00	0.00	293,072.46	33,529.58	33,529.58	259,542.88
378+760.00	68.69	1,425.27	1,425.27	0.01	0.07	294,497.72	33,529.64	33,529.64	260,968.08
378+780.00	67.43	1,357.91	1,357.91	0.00	0.07	295,855.64	33,529.71	33,529.71	262,325.93
378+800.00	62.22	1,293.63	1,293.63	0.00	0.00	297,149.26	33,529.71	33,529.71	263,619.55
378+820.00	53.83	1,157.87	1,157.87	0.00	0.00	298,307.13	33,529.71	33,529.71	264,777.42
378+840.00	45.42	990.28	990.28	0.00	0.01	299,297.42	33,529.72	33,529.72	265,767.70
378+860.00	39.25	844.77	844.77	0.00	0.01	300,142.19	33,529.73	33,529.73	266,612.46
378+880.00	35.04	740.88	740.88	0.00	0.01	300,883.07	33,529.74	33,529.74	267,353.33
378+900.00	32.59	674.03	674.03	0.00	0.01	301,557.10	33,529.75	33,529.75	268,027.35
378+920.00	30.48	628.48	628.48	0.00	0.01	302,185.58	33,529.75	33,529.75	268,655.83
378+940.00	28.22	585.02	585.02	0.00	0.02	302,770.60	33,529.77	33,529.77	269,240.83
378+960.00	27.36	553.75	553.75	0.00	0.01	303,324.35	33,529.78	33,529.78	269,794.57
378+980.00	32.70	598.47	598.47	0.00	0.03	303,922.82	33,529.81	33,529.81	270,393.01
379+000.00	39.33	717.82	717.82	0.00	0.03	304,640.64	33,529.84	33,529.84	271,110.80
379+020.00	67.23	1,060.83	1,060.83	0.00	0.00	305,701.47	33,529.84	33,529.84	272,171.63

379+040.00	41.88	1,084.34	1,084.34	0.01	0.11	306,785.8 2	33,529.95	33,529.95	273,255.8 6
379+060.00	28.51	698.27	698.27	0.01	0.20	307,484.0 9	33,530.16	33,530.16	273,953.9 4
379+080.00	23.25	513.25	513.25	0.01	0.16	307,997.3 5	33,530.31	33,530.31	274,467.0 3
379+100.00	34.75	574.65	574.65	0.00	0.06	308,572.0 0	33,530.38	33,530.38	275,041.6 2
379+120.00	48.83	828.42	828.42	0.00	0.00	309,400.4 2	33,530.38	33,530.38	275,870.0 5
379+140.00	50.58	985.65	985.65	0.01	0.05	310,386.0 7	33,530.43	33,530.43	276,855.6 4
379+160.00	54.50	1,042.25	1,042.25	0.01	0.18	311,428.3 2	33,530.61	33,530.61	277,897.7 1
379+180.00	59.14	1,127.68	1,127.68	0.00	0.12	312,556.0 0	33,530.73	33,530.73	279,025.2 7
379+200.00	63.87	1,230.07	1,230.07	0.00	0.00	313,786.0 8	33,530.73	33,530.73	280,255.3 5
379+220.00	29.39	932.56	932.56	0.00	0.04	314,718.6 4	33,530.77	33,530.77	281,187.8 7
379+240.00	7.84	372.27	372.27	8.27	82.72	315,090.9 1	33,613.48	33,613.48	281,477.4 3
379+260.00	18.55	263.94	263.94	7.82	160.87	315,354.8 4	33,774.35	33,774.35	281,580.4 9
379+280.00	36.12	546.72	546.72	0.00	78.19	315,901.5 6	33,852.55	33,852.55	282,049.0 1
379+300.00	9.54	456.62	456.62	0.00	0.00	316,358.1 8	33,852.55	33,852.55	282,505.6 3
379+320.00	0.02	95.61	95.61	14.61	146.14	316,453.7 9	33,998.69	33,998.69	282,455.1 0

379+340.00	7.05	70.63	70.63	3.75	183.62	316,524.4 2	34,182.31	34,182.31	282,342.1 1
379+360.00	50.91	579.61	579.61	0.00	37.48	317,104.0 4	34,219.79	34,219.79	282,884.2 4
379+380.00	64.17	1,150.83	1,150.83	0.00	0.00	318,254.8 7	34,219.79	34,219.79	284,035.0 7
379+400.00	80.30	1,444.69	1,444.69	0.00	0.00	319,699.5 6	34,219.79	34,219.79	285,479.7 6
379+420.00	112.19	1,924.92	1,924.92	0.00	0.00	321,624.4 7	34,219.79	34,219.79	287,404.6 8
379+440.00	118.67	2,307.30	2,307.30	0.00	0.00	323,931.7 7	34,219.79	34,219.79	289,711.9 8
379+460.00	111.01	2,296.63	2,296.63	0.04	0.37	326,228.4 1	34,220.16	34,220.16	292,008.2 5
379+480.00	113.46	2,242.29	2,242.29	0.01	0.43	328,470.7 0	34,220.59	34,220.59	294,250.1 1
379+500.00	128.69	2,416.14	2,416.14	0.00	0.06	330,886.8 4	34,220.65	34,220.65	296,666.1 9
379+520.00	127.16	2,550.98	2,550.98	0.02	0.22	333,437.8 2	34,220.87	34,220.87	299,216.9 5
379+540.00	130.54	2,568.88	2,568.88	0.00	0.23	336,006.7 1	34,221.10	34,221.10	301,785.6 1
379+560.00	126.53	2,561.57	2,561.57	0.01	0.08	338,568.2 8	34,221.17	34,221.17	304,347.1 1
379+580.00	137.49	2,627.87	2,627.87	0.00	0.07	341,196.1 6	34,221.24	34,221.24	306,974.9 1
379+600.00	143.44	2,794.53	2,794.53	0.00	0.00	343,990.6 8	34,221.24	34,221.24	309,769.4 4
379+620.00	144.14	2,860.19	2,860.19	0.00	0.00	346,850.8 7	34,221.24	34,221.24	312,629.6 3

379+640.00	110.86	2,536.79	2,536.79	0.08	0.75	349,387.67	34,221.99	34,221.99	315,165.68
379+660.00	87.62	1,974.79	1,974.79	0.00	0.75	351,362.46	34,222.74	34,222.74	317,139.72
379+680.00	60.28	1,472.30	1,472.30	0.00	0.00	352,834.76	34,222.74	34,222.74	318,612.02
379+700.00	44.63	1,045.73	1,045.73	0.00	0.00	353,880.48	34,222.75	34,222.75	319,657.74
379+720.00	30.78	751.98	751.98	0.01	0.14	354,632.47	34,222.88	34,222.88	320,409.58
379+740.00	18.03	485.70	485.70	0.01	0.19	355,118.17	34,223.08	34,223.08	320,895.09
379+760.00	10.43	281.78	281.78	0.66	6.68	355,399.95	34,229.75	34,229.75	321,170.19
379+780.00	10.30	206.13	206.13	0.00	6.60	355,606.08	34,236.35	34,236.35	321,369.73
379+800.00	3.02	133.21	133.21	2.13	21.33	355,739.29	34,257.68	34,257.68	321,481.61
379+820.00	0.14	31.56	31.56	21.10	232.33	355,770.85	34,490.01	34,490.01	321,280.84
379+840.00	12.93	130.70	130.70	9.38	304.80	355,901.55	34,794.81	34,794.81	321,106.74
379+860.00	32.35	452.87	452.87	0.01	93.87	356,354.43	34,888.68	34,888.68	321,465.74
379+880.00	44.35	767.05	767.05	0.02	0.26	357,121.48	34,888.94	34,888.94	322,232.54
379+900.00	53.18	975.36	975.36	0.00	0.18	358,096.84	34,889.12	34,889.12	323,207.72
379+920.00	55.39	1,085.75	1,085.75	0.00	0.00	359,182.58	34,889.12	34,889.12	324,293.46

379+940.00	49.56	1,049.50	1,049.50	0.00	0.00	360,232.08	34,889.12	34,889.12	325,342.96
379+960.00	38.97	885.33	885.33	0.02	0.15	361,117.41	34,889.27	34,889.27	326,228.14
379+980.00	48.61	875.87	875.87	0.14	1.59	361,993.28	34,890.87	34,890.87	327,102.42
380+000.00	58.77	1,073.79	1,073.79	0.00	1.44	363,067.08	34,892.31	34,892.31	328,174.77
380+020.00	72.04	1,308.04	1,308.04	0.00	0.00	364,375.11	34,892.31	34,892.31	329,482.80
380+040.00	68.32	1,403.56	1,403.56	0.00	0.01	365,778.67	34,892.32	34,892.32	330,886.35
380+060.00	56.86	1,251.78	1,251.78	0.00	0.01	367,030.45	34,892.33	34,892.33	332,138.13
380+080.00	40.54	974.01	974.01	0.04	0.43	368,004.47	34,892.75	34,892.75	333,111.71
380+100.00	53.13	936.69	936.69	0.00	0.43	368,941.16	34,893.18	34,893.18	334,047.98
380+120.00	56.19	1,093.20	1,093.20	0.00	0.00	370,034.36	34,893.18	34,893.18	335,141.18
380+140.00	44.83	1,010.20	1,010.20	0.00	0.00	371,044.56	34,893.18	34,893.18	336,151.38
380+160.00	6.34	511.68	511.68	0.04	0.35	371,556.24	34,893.53	34,893.53	336,662.71
380+180.00	0.04	63.76	63.76	18.35	183.82	371,620.00	35,077.35	35,077.35	336,542.65
380+200.00	0.09	1.29	1.29	29.72	480.65	371,621.28	35,558.01	35,558.01	336,063.28
380+220.00	3.58	36.69	36.69	7.01	367.26	371,657.97	35,925.26	35,925.26	335,732.71

380+240.00	41.01	445.85	445.85	0.00	70.07	372,103.82	35,995.34	35,995.34	336,108.48
380+260.00	55.85	968.56	968.56	0.00	0.00	373,072.38	35,995.34	35,995.34	337,077.04
380+280.00	68.90	1,247.50	1,247.50	0.00	0.00	374,319.87	35,995.34	35,995.34	338,324.54
380+300.00	72.87	1,417.75	1,417.75	0.00	0.00	375,737.62	35,995.34	35,995.34	339,742.28
380+320.00	52.95	1,258.26	1,258.26	0.00	0.00	376,995.88	35,995.34	35,995.34	341,000.54
380+340.00	41.80	947.53	947.53	0.00	0.01	377,943.41	35,995.35	35,995.35	341,948.06
380+360.00	33.94	757.45	757.45	0.00	0.00	378,700.86	35,995.36	35,995.36	342,705.50
380+380.00	25.56	595.09	595.09	0.00	0.00	379,295.95	35,995.36	35,995.36	343,300.59
380+400.00	16.45	420.12	420.12	0.00	0.00	379,716.07	35,995.36	35,995.36	343,720.70
380+420.00	10.06	265.03	265.03	0.00	0.01	379,981.10	35,995.37	35,995.37	343,985.73
380+440.00	5.82	158.80	158.80	0.03	0.32	380,139.90	35,995.69	35,995.69	344,144.21
380+460.00	0.81	66.35	66.35	8.98	90.09	380,206.25	36,085.78	36,085.78	344,120.47
380+480.00	0.61	14.21	14.21	30.72	396.99	380,220.45	36,482.77	36,482.77	343,737.68
380+500.00	0.26	8.67	8.67	50.68	814.05	380,229.12	37,296.82	37,296.82	342,932.30
380+520.00	0.05	3.11	3.11	65.92	1,166.06	380,232.23	38,462.88	38,462.88	341,769.35

380+540.00	0.02	0.73	0.73	54.67	1,205.91	380,232.97	39,668.79	39,668.79	340,564.18
380+560.00	0.00	0.21	0.21	36.52	911.85	380,233.17	40,580.64	40,580.64	339,652.53
380+580.00	0.00	0.02	0.02	26.83	633.48	380,233.19	41,214.12	41,214.12	339,019.07
380+600.00	0.00	0.00	0.00	15.52	423.50	380,233.19	41,637.62	41,637.62	338,595.57
380+620.00	0.07	0.75	0.75	14.10	296.15	380,233.94	41,933.77	41,933.77	338,300.17
380+640.00	0.22	2.97	2.97	15.71	298.09	380,236.91	42,231.86	42,231.86	338,005.05
380+660.00	1.25	14.49	14.49	10.36	262.04	380,251.40	42,493.90	42,493.90	337,757.50
380+680.00	4.27	54.55	54.55	4.46	149.33	380,305.95	42,643.22	42,643.22	337,662.73
380+700.00	7.32	114.87	114.87	4.17	87.06	380,420.82	42,730.29	42,730.29	337,690.53
380+720.00	11.15	183.22	183.22	2.33	65.71	380,604.04	42,796.00	42,796.00	337,808.05
380+740.00	11.20	222.19	222.19	2.20	45.83	380,826.24	42,841.83	42,841.83	337,984.41
380+760.00	14.45	256.21	256.21	2.48	47.23	381,082.45	42,889.06	42,889.06	338,193.39
380+780.00	13.23	277.93	277.93	8.44	109.10	381,360.38	42,998.16	42,998.16	338,362.22
380+800.00	26.35	398.62	398.62	0.15	85.56	381,758.99	43,083.72	43,083.72	338,675.27
380+820.00	39.66	663.59	663.59	0.08	2.22	382,422.59	43,085.94	43,085.94	339,336.64

380+840.00	87.66	1,274.76	1,274.76	0.00	0.75	383,697.34	43,086.70	43,086.70	340,610.65
380+860.00	88.45	1,762.42	1,762.42	0.01	0.10	385,459.77	43,086.80	43,086.80	342,372.97
380+880.00	65.57	1,542.64	1,542.64	0.01	0.16	387,002.41	43,086.96	43,086.96	343,915.45
380+900.00	72.05	1,379.59	1,379.59	0.00	0.06	388,382.00	43,087.02	43,087.02	345,294.98
380+920.00	120.91	1,931.15	1,931.15	0.00	0.00	390,313.16	43,087.02	43,087.02	347,226.13
380+940.00	168.39	2,889.30	2,889.30	0.00	0.00	393,202.46	43,087.03	43,087.03	350,115.43
380+960.00	188.69	3,565.28	3,565.28	0.00	0.00	396,767.73	43,087.03	43,087.03	353,680.70
380+980.00	179.35	3,676.23	3,676.23	0.00	0.03	400,443.96	43,087.06	43,087.06	357,356.90
381+000.00	144.74	3,238.01	3,238.01	0.00	0.03	403,681.97	43,087.10	43,087.10	360,594.88
381+020.00	85.17	2,298.80	2,298.80	0.02	0.23	405,980.78	43,087.33	43,087.33	362,893.45
381+040.00	53.07	1,384.14	1,384.14	0.02	0.40	407,364.92	43,087.73	43,087.73	364,277.19
381+060.00	43.97	971.48	971.48	0.00	0.20	408,336.40	43,087.93	43,087.93	365,248.48
381+080.00	35.55	795.80	795.80	0.00	0.04	409,132.20	43,087.96	43,087.96	366,044.24
381+100.00	32.32	678.76	678.76	0.00	0.00	409,810.96	43,087.97	43,087.97	366,723.00
381+120.00	29.92	622.37	622.37	0.00	0.00	410,433.33	43,087.97	43,087.97	367,345.37

381+140.00	27.92	578.60	578.60	0.00	0.04	411,011.93	43,088.00	43,088.00	367,923.93
381+160.00	23.45	513.60	513.60	0.00	0.04	411,525.53	43,088.04	43,088.04	368,437.49
381+180.00	29.40	528.46	528.46	0.00	0.03	412,054.00	43,088.07	43,088.07	368,965.92
381+200.00	29.53	589.30	589.30	0.00	0.03	412,643.29	43,088.11	43,088.11	369,555.19
381+220.00	29.72	591.85	591.85	0.00	0.00	413,235.14	43,088.11	43,088.11	370,147.03
381+240.00	14.05	437.35	437.35	0.88	8.82	413,672.49	43,096.92	43,096.92	370,575.57
381+260.00	7.78	218.79	218.79	0.00	8.84	413,891.28	43,105.76	43,105.76	370,785.52
381+280.00	4.09	119.30	119.30	1.95	19.55	414,010.58	43,125.31	43,125.31	370,885.27
381+300.00	3.19	73.40	73.40	5.97	79.06	414,083.98	43,204.37	43,204.37	370,879.60
381+320.00	2.28	54.68	54.68	15.20	211.65	414,138.66	43,416.02	43,416.02	370,722.63
381+340.00	1.04	33.17	33.17	22.13	373.35	414,171.82	43,789.37	43,789.37	370,382.45
381+360.00	0.17	12.11	12.11	15.16	372.96	414,183.94	44,162.33	44,162.33	370,021.61
381+380.00	0.00	1.70	1.70	14.30	294.60	414,185.64	44,456.93	44,456.93	369,728.71
381+400.00	0.00	0.00	0.00	27.72	420.17	414,185.64	44,877.10	44,877.10	369,308.54
381+420.00	0.00	0.03	0.03	38.58	663.02	414,185.67	45,540.12	45,540.12	368,645.55

381+440.00	0.00	0.03	0.03	50.39	889.74	414,185.70	46,429.86	46,429.86	367,755.84
381+460.00	0.00	0.01	0.01	59.63	1,100.17	414,185.71	47,530.03	47,530.03	366,655.68
381+480.00	0.00	0.01	0.01	61.42	1,210.50	414,185.72	48,740.53	48,740.53	365,445.19
381+500.00	0.00	0.00	0.00	61.84	1,232.62	414,185.72	49,973.15	49,973.15	364,212.57
381+520.00	0.00	0.00	0.00	51.79	1,136.28	414,185.72	51,109.44	51,109.44	363,076.29
381+540.00	0.00	0.00	0.00	39.10	908.87	414,185.72	52,018.31	52,018.31	362,167.42
381+560.00	0.01	0.07	0.07	26.56	656.62	414,185.79	52,674.93	52,674.93	361,510.86
381+580.00	0.14	1.44	1.44	16.65	432.11	414,187.23	53,107.04	53,107.04	361,080.19
381+600.00	1.67	18.03	18.03	15.76	324.05	414,205.26	53,431.09	53,431.09	360,774.17
381+620.00	0.01	16.74	16.74	29.00	447.59	414,222.00	53,878.67	53,878.67	360,343.32
381+640.00	0.01	0.14	0.14	47.81	768.06	414,222.14	54,646.73	54,646.73	359,575.41
381+660.00	0.00	0.07	0.07	75.42	1,232.21	414,222.21	55,878.94	55,878.94	358,343.28
381+680.00	0.00	0.00	0.00	102.80	1,782.20	414,222.21	57,661.13	57,661.13	356,561.08
381+700.00	0.00	0.00	0.00	127.32	2,301.21	414,222.21	59,962.34	59,962.34	354,259.87
381+720.00	0.00	0.00	0.00	147.96	2,752.77	414,222.21	62,715.11	62,715.11	351,507.10

381+740.00	0.00	0.00	0.00	168.71	3,166.67	414,222.2 1	65,881.78	65,881.78	348,340.4 4
381+760.00	0.00	0.00	0.00	188.89	3,575.93	414,222.2 1	69,457.71	69,457.71	344,764.5 1
381+780.00	0.00	0.00	0.00	206.35	3,952.37	414,222.2 1	73,410.08	73,410.08	340,812.1 4
381+800.00	0.00	0.00	0.00	219.54	4,258.90	414,222.2 1	77,668.98	77,668.98	336,553.2 4
381+820.00	0.00	0.00	0.00	228.42	4,479.63	414,222.2 1	82,148.61	82,148.61	332,073.6 1
381+840.00	0.00	0.00	0.00	234.63	4,630.54	414,222.2 1	86,779.15	86,779.15	327,443.0 6
381+860.00	0.00	0.00	0.00	242.24	4,768.73	414,222.2 2	91,547.88	91,547.88	322,674.3 3
381+880.00	0.00	0.00	0.00	240.63	4,828.70	414,222.2 2	96,376.58	96,376.58	317,845.6 3
381+900.00	0.00	0.00	0.00	234.58	4,752.11	414,222.2 2	101,128.6 9	101,128.6 9	313,093.5 2
381+920.00	0.00	0.00	0.00	230.72	4,653.04	414,222.2 2	105,781.7 4	105,781.7 4	308,440.4 8
381+940.00	0.00	0.00	0.00	222.66	4,533.83	414,222.2 2	110,315.5 6	110,315.5 6	303,906.6 5
381+960.00	0.01	0.10	0.10	208.04	4,307.06	414,222.3 2	114,622.6 3	114,622.6 3	299,599.6 9
381+980.00	0.00	0.10	0.10	200.87	4,089.15	414,222.4 2	118,711.7 8	118,711.7 8	295,510.6 4
382+000.00	0.00	0.00	0.00	195.23	3,960.99	414,222.4 2	122,672.7 7	122,672.7 7	291,549.6 5
382+020.00	0.00	0.00	0.00	180.30	3,755.29	414,222.4 2	126,428.0 7	126,428.0 7	287,794.3 6

382+040.00	0.00	0.00	0.00	160.32	3,406.24	414,222.4 2	129,834.3 0	129,834.3 0	284,388.1 2
382+060.00	0.00	0.01	0.01	142.11	3,024.36	414,222.4 4	132,858.6 6	132,858.6 6	281,363.7 8
382+080.00	0.00	0.01	0.01	122.12	2,642.30	414,222.4 5	135,500.9 6	135,500.9 6	278,721.4 9
382+100.00	0.00	0.00	0.00	100.58	2,226.94	414,222.4 5	137,727.9 0	137,727.9 0	276,494.5 5
382+120.00	0.01	0.06	0.06	85.41	1,859.85	414,222.5 1	139,587.7 5	139,587.7 5	274,634.7 6
382+140.00	0.00	0.06	0.06	78.08	1,634.83	414,222.5 7	141,222.5 8	141,222.5 8	272,999.9 9
382+160.00	0.00	0.00	0.00	67.86	1,459.35	414,222.5 7	142,681.9 3	142,681.9 3	271,540.6 4
382+180.00	0.00	0.00	0.00	63.87	1,317.32	414,222.5 7	143,999.2 5	143,999.2 5	270,223.3 2
382+200.00	0.00	0.00	0.00	52.16	1,160.34	414,222.5 7	145,159.5 9	145,159.5 9	269,062.9 8
382+220.00	0.00	0.00	0.00	43.07	952.34	414,222.5 7	146,111.9 3	146,111.9 3	268,110.6 4
382+240.00	0.01	0.07	0.07	38.97	820.43	414,222.6 4	146,932.3 6	146,932.3 6	267,290.2 8
382+260.00	0.00	0.07	0.07	43.63	825.96	414,222.7 1	147,758.3 2	147,758.3 2	266,464.3 9
382+280.00	0.01	0.06	0.06	46.19	898.15	414,222.7 8	148,656.4 7	148,656.4 7	265,566.3 1
382+300.00	0.00	0.06	0.06	49.96	961.52	414,222.8 4	149,617.9 9	149,617.9 9	264,604.8 5
382+320.00	0.00	0.01	0.01	55.97	1,059.33	414,222.8 5	150,677.3 2	150,677.3 2	263,545.5 3

382+340.00	0.00	0.01	0.01	59.01	1,149.77	414,222.86	151,827.09	151,827.09	262,395.77
382+360.00	0.15	1.46	1.46	66.79	1,257.94	414,224.33	153,085.02	153,085.02	261,139.30
382+380.00	0.00	1.46	1.46	112.17	1,789.61	414,225.79	154,874.63	154,874.63	259,351.16
382+400.00	0.00	0.00	0.00	79.69	1,918.60	414,225.79	156,793.23	156,793.23	257,432.56
382+420.00	0.00	0.02	0.02	47.64	1,273.31	414,225.81	158,066.54	158,066.54	256,159.27
382+440.00	0.00	0.02	0.02	16.56	642.09	414,225.83	158,708.63	158,708.63	255,517.20
382+460.00	22.95	229.55	229.55	1.98	185.42	414,455.38	158,894.05	158,894.05	255,561.33
382+480.00	35.83	587.82	587.82	0.96	29.40	415,043.19	158,923.45	158,923.45	256,119.75
382+500.00	22.99	588.21	588.21	0.48	14.37	415,631.40	158,937.82	158,937.82	256,693.58
382+520.00	8.26	312.51	312.51	0.16	6.37	415,943.91	158,944.19	158,944.19	256,999.72
382+540.00	0.32	85.75	85.75	6.86	70.20	416,029.66	159,014.39	159,014.39	257,015.27
382+560.00	1.57	18.88	18.88	7.27	141.31	416,048.54	159,155.70	159,155.70	256,892.84
382+580.00	2.50	40.66	40.66	4.85	121.19	416,089.20	159,276.89	159,276.89	256,812.31
382+600.00	9.17	116.68	116.68	0.00	48.46	416,205.88	159,325.35	159,325.35	256,880.53
382+620.00	25.06	342.32	342.32	0.04	0.45	416,548.19	159,325.79	159,325.79	257,222.40

382+640.00	69.18	942.38	942.38	0.00	0.45	417,490.57	159,326.24	159,326.24	258,164.33
382+660.00	84.50	1,536.81	1,536.81	0.00	0.00	419,027.38	159,326.24	159,326.24	259,701.14
382+680.00	68.66	1,531.64	1,531.64	0.00	0.03	420,559.01	159,326.27	159,326.27	261,232.75
382+700.00	65.19	1,338.50	1,338.50	0.00	0.03	421,897.52	159,326.29	159,326.29	262,571.23
382+720.00	55.24	1,204.29	1,204.29	0.00	0.00	423,101.80	159,326.29	159,326.29	263,775.51
382+740.00	41.76	970.03	970.03	0.00	0.00	424,071.83	159,326.29	159,326.29	264,745.54
382+760.00	30.16	719.25	719.25	0.00	0.00	424,791.08	159,326.29	159,326.29	265,464.79
382+780.00	20.12	502.83	502.83	0.02	0.16	425,293.91	159,326.46	159,326.46	265,967.45
382+800.00	15.29	354.14	354.14	0.86	8.75	425,648.06	159,335.21	159,335.21	266,312.85
382+820.00	15.91	312.03	312.03	0.42	12.81	425,960.09	159,348.01	159,348.01	266,612.07
382+840.00	20.32	362.28	362.28	0.00	4.22	426,322.36	159,352.24	159,352.24	266,970.13
382+860.00	21.34	416.57	416.57	0.00	0.01	426,738.93	159,352.24	159,352.24	267,386.68
382+880.00	20.73	420.65	420.65	0.00	0.00	427,159.58	159,352.24	159,352.24	267,807.33
382+900.00	22.65	433.76	433.76	0.00	0.00	427,593.33	159,352.24	159,352.24	268,241.09
382+920.00	25.75	484.00	484.00	0.00	0.00	428,077.33	159,352.25	159,352.25	268,725.09

382+940.00	30.08	558.30	558.30	0.00	0.00	428,635.6 3	159,352.2 5	159,352.2 5	269,283.3 9
382+960.00	34.86	649.40	649.40	0.00	0.00	429,285.0 3	159,352.2 5	159,352.2 5	269,932.7 9
382+980.00	38.60	734.58	734.58	0.00	0.01	430,019.6 2	159,352.2 5	159,352.2 5	270,667.3 6
383+000.00	40.81	794.08	794.08	0.00	0.01	430,813.6 9	159,352.2 6	159,352.2 6	271,461.4 3

ANNEXE IV
ASSAINISSEMENT

ID	PENTE(m/m)	Tc(h)	Iu(mm/h)	Qa(m³/s)	Ouvrage existant	Cas d'une buse		Cas d'un Ouvrage d'art
						D'ée(mm)	Datonné(mm)	
7264	0,023382377	3,4407109	7,26749323	10,4756139				
			8,79543156	12,6780356				
			9,40002159	13,545514				
0762	0,014714013	0,59929105	25,1847128	1,4357436	Buse Ø800		C,767240339	800
			30,479518	1,73880854				
			32,5747509	1,85832286				
5322	0,024310463	0,91975025	20,3379759	3,3151635	Dalot 300x200			1,6
			24,6138871	4,0133631				
			26,3058246	4,28923824				
5533	0,017005163	0,87962937	21,0579568	2,19630682	Dalot 300x200			1,6
			25,4852533	2,6586697				
			27,2370877	2,84142438				
5579	0,023932428	0,97550631	19,425435	3,51495085	Dalot 300x200			1,6
			23,5094935	4,25394406				
			25,1255159	4,54635653				
5691	0,020410811	2,33355307	9,83821766	7,98352904	Dalot 300x200			1,6
			11,9066324	9,66212979				
			12,7250841	10,3252953				
4224	0,007882430	27,4359034	1,43906759	67,7055419				Ouvrage d'art
			1,76167112	81,0414558				

Bibliographie

- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves «CTTP».
- SETRA(1984), Aménagement des routes principales

- SETRA (1992), Eléments pour la conception des diffuseurs type « Trompette » sur autoroutes et routes assimilées de rase campagne.
- Signalisation routière «SETRA».
- Cours de route ENSTP 2ème et 3ème année.
- Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 2ème année.
- Cours de géotechnique routière ENSTP 2ème année
- Cours d'hydraulique ENSTP 2ème année.
- Cours d'environnement ENSTP 3ème année.
- Site Internet « www.SETRA.com ».
- Aide mémoires Routes.