

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED SEDDIK BENYAHIA JIJEL

Faculté des sciences et de la technologie

Département de génie civil et hydraulique

N° :/2022

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE: Sciences et Technologies

FILIERE: Travaux Publics.

SPECIALITE: Voies Et Ouvrage D'art.

Thème

**Etude de dédoublement d'un tronçon routier
de l'évitement sud de la ville de Mila reliant la RN79 à la
RN5A sur une distance de 13Km**

Présenté Par : BOUTALEB Mohammed

Encadré Par : BOUMEHRAZ.M^{ed}-AMIN

LEFENNI Smail

Date de soutenance:14/07/2022

Jury de Soutenance

Président : CHIKER.T

Grade M.C.A

Univ MSB Jijel

Encadreur : BOUMEHRAZ.M^{ed}-AMIN

Grade M.C.B

Univ MSB Jijel

Examineur 1: MENDACI. F

Grade M.A.A

Univ MSB Jijel

Promotion : 2021 /2022

REMERCIEMENT

Ce mémoire, n'aurait pas été possible à réaliser sans le soutien d'un nombre de personnes que nous souhaitons les en remercier.

Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement notre encadreur Mr **BOUMEHRAZ MED AMINE** qui nous a permis, grâce à son aide et conseils de finir ce travail.

Nous remercions évidemment nos chers parents pour leur amour inconditionnel; leur patience; soutien et encouragements.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant ce cycle.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail

*À mes chers père et mère, source de vie, d'amour et
d'affection*

A ma chère épouse et mes chers enfants

*À mes frères et sœurs, source de joie et de bonheur pour
toute ma famille et mes amis*

*Aux étudiants et étudiants étrangers à Jijel à tous ceux
qui m'ont permis de vivre avec lui à ce jour.*

A tous mes fidèles collègues de travail



Mohamed

Au nom de Dieu le Miséricordieux
A mes chers parents, Rabia et Akila, que je respecte.
A mes frères: charaf al-Din, Imad, Hocine, Mohammad
Le miroir de mon frère : Anisa.
Et ma grand-mère.
A mes tantes et tantes
Ainsi que toute la famille artistique
A mes partenaires Mohammed et Boukedira Lyamine
avec qui j'ai partagé un pèlerinage et récolté.
Sans oublier tous mes amis avec qui j'ai passé du temps
N'oublie pas durant toutes mes études de l'école
primaire à l'université et
A tous ceux qui nous ont aidés à faire ce travail.



Smaïl

Résumé: Ce projet est une étude détaillée des infrastructures routières sous le titre: étude de dédoublement d'un tronçon routier de l'évitement sud de la ville de Mila, reliant la Route Nationale 79 de la commune de Zaghaia et la Route Nationale 5A de la commune de Sidi Khalifa. Les principales étapes de cette étude sont les suivantes: calcul de trafic, une partie détaillée de l'étude d'ingénierie routière utilisant les logiciels « **Piste 5** » et AutoCad, le calcul des caractéristiques géométriques de la route est en fonction de son importance et du trafic, le dimensionnement de la structure du chaussée par la méthode expérimentale "CBR" et la mise en place d'un système de drainage des eaux pluviales.

Abstract: This project is a detailed study of road infrastructure under the title: study of duplication of a road section of the southern bypass of the city of Mila, connecting the National Road 79 of the municipality of Zaghaia and the National Road 5A of the town of Sidi Khalifa. The main stages of this study are as follows: traffic calculation, a detailed part of the road engineering study using « **Piste 5** » and AutoCad, the calculation of the geometric characteristics of the road is according to its importance and the traffic, dimensioning of the pavement structure using the "CBR" experimental method and installation of a rainwater drainage system.

Key-words: road development, backfilling, reference speed, crossroads, environment.

المخلص: هذا المشروع عبارة عن دراسة تفصيلية للبنية التحتية للطرق تحت عنوان: دراسة ازدواجية مقطع طريق من الالتفافية الجنوبية لمدينة ميلة يربط بين الطريق القومي 79 لبلدية زغايا والطريق الوطني 5 أ للبلدية سيدي خليفة. تتمثل المراحل الرئيسية لهذه الدراسة فيما يلي: حساب حركة المرور ، وجزء تفصيلي من دراسة هندسة الطرق باستخدام برنامج « **Piste 5** » ، ويتم حساب الخصائص الهندسية للطريق حسب أهميتها وحركة المرور ، وتحديد أبعاد هيكل الرصف باستخدام طريقة "CBR" التجريبية وتركيب نظام تصريف مياه الأمطار.

الكلمات المفتاحية: تطوير الطرق، الردم، السرعة المرجعية، مفترق الطرق، البيئة.

Sommaire

Introduction générale.....	02
Chapitre I Présentation du projet	
I.1. Introduction.....	04
I.2. Présentation de la région d'étude.....	04
I.2.1. Présentation de la wilaya.....	04
I.2.2. Superficie.....	05
I.2.3. Population.....	05
I.2.4. Plan de source d'eau et couverture végétale.....	05
I.2.5. Climat.....	05
I.2.6. Les réseaux routiers.....	05
I.2.7. Contexte géologique.....	05
I.3. Présentation du projet.....	06
I.4. Objectif de l'étude.....	06
I.5. Etat actuel de la route.....	07
I.6. Conclusion.....	08
Chapitre II Etude topographique et caractéristiques géométriques	
II.1. Introduction.....	10
II.2. Données topographiques.....	10
II.2.1. Implantation des stations.....	10
II.2.2. Cheminement des stations.....	10
II.2.3. Levé topographique.....	10
II.3. Environnement de la route.....	11
II.3.1. Dénivelée cumulée moyenne.....	11
II.3.2. Sinuosité.....	12
II.4. Catégorie de la route.....	13
II.5. Choix de la vitesse de référence.....	14
II.5.1. Vitesse de projet.....	14
II.6. Paramètres fondamentaux.....	15

II.6.1. Paramètres cinématiques.....	15
a) Distance minimal de freinage	15
b) Distance d'arrêt.....	17
c) Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre.....	20
II.7. Application dans notre projet.....	21
II.7.1. La catégorie.....	21
II.7.2. L'environnement.....	21
II.7.3. La vitesse de référence.....	23
II.7.4. Distance minimale de freinage.....	23
II.7.5. Distance d'arrêt.....	24
a) Distance d'arrêt en alignement droit.....	24
b) Distance d'arrêt en courbe.....	24
c) Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre.....	24

CHAPITRE III Etude du trafic

III.1. Introduction.....	27
III.2. Les indicateurs de trafics.....	27
III.3. L'analyse des trafics existants.....	27
III.4. Mesures du trafic.....	27
III.4.1. Les comptages.....	28
a) Les comptages automatiques.....	28
b) Les comptages manuels.....	28
III.4.2. Les enquêtes.....	28
a) Les enquêtes papillons ou distributions de cartes.....	28
b) Interview des conducteurs.....	29
c) Les enquêteurs à domicile (enquête ménage)	29
III.5. Différents types de trafic.....	29
III.5.1. Trafic normal.....	29
III.5.2. Trafic dévié.....	29
III.5.3. Trafic induit.....	30
III.5.4. Trafic total.....	30
III.6. Modèles de présentation de trafic.....	30
III.6.1. Prolongation de l'évolution passée.....	30

III.6.2. Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.....	30
III.6.3. Modèle gravitaire.....	31
III.6.4. Modèle de facteur de croissance.....	31
III.7. Calcul de la capacité de trafic.....	31
III.7.1. Définition de la capacité.....	31
III.7.2. Projection future du trafic.....	31
III.7.3. Calcul du trafic effectif.....	32
III.7.4. Débit de pointe horaire normale.....	32
III.7.5. Evaluation de l'offre.....	32
III.7.6. Détermination de la classe de trafic.....	33
III.7.7. Détermination du nombre des voies.....	34
a) Cas d'une chaussée bidirectionnelle.....	34
b) Cas d'une chaussée unidirectionnelle	34
III.8. Application dans notre projet.....	34
III.8.1. Les données de trafic.....	34
III.8.2. Calcul le TMJA.....	35
III.8.3. Calcul de Trafic effectif	35
III.8.4. Débit de pointe horaire normal.....	35
III.8.5. Capacité admissible.....	35
III.8.6. Le calcul du nombre des voies.....	36
III.8.7. Détermination de l'année de saturation.....	36
III.8.8. Détermination la classe du trafic.....	36
III.9. Conclusion	36

Chapitre IV: Trace en plan

IV.1.Introduction.....	38
IV.2.Règles à respecter dans le tracé en plan.....	38
IV.3.Eléments du tracé en plan.....	38
IV.3.1. Les droites (alignements)	39
a) Longueur minimum L_{min}	39
b) Longueur maximum L_{max}	39
IV.3.2. Arcs de cercle.....	40
IV.3.3. Condition de stabilité en courbe.....	40

a) Rayon minimal absolu (R_{Hm})	41
b) Rayon minimal normal R_{HN}	42
c) Rayon au dévers minimal (R_{Hd})	42
d) Rayon minimal non déversé (R_{Hnd})	42
IV.3.4. La clothoïde.....	44
IV.4. Conditions de raccordement.....	45
IV.4.1. Condition optique.....	45
IV.4.2. Condition de gauchissement.....	46
IV.4.3. Condition de confort dynamique.....	47
IV.5. Application au projet.....	48
IV.5.1. Paramètres fondamentaux.....	48
IV.5.2. Calcul des longueurs des alignements.....	49
a) Longueur minimum (L_{min})	49
b) Longueur maximum (L_{max})	49
IV.5.3. Calcul des rayons en plan.....	49
a) Rayon minimal absolu (R_{Hm})	49
b) Rayon minimal normal (R_{HN})	50
c) Rayon au dévers minimal (R_{Hd})	50
d) Rayon minimal non déversé (R_{Hnd})	50
IV.5.4. Exemple de calcul de la Clothoïde.....	50
a) Calcul de la longueur minimale de la clothoïde (L)	51
b) Vérification de non chevauchement.....	51
c) Calcul de l'abscisse du centre du cercle.....	52
d) Abscisse de KE.....	53
e) Origine de KE.....	53
f) Calcul des coordonnées SL.....	53
g) Calcul de σ	53
h) Calcul de l'arc.....	53
i) Calcul des coordonnées des points singuliers.....	53
IV.5.5. Trace en plan de la route.....	55

Chapitre V: Profil en long

V.1. Introduction.....	57
V.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	57
V.3. Éléments du profil en long.....	58
V.3.1. Déclivité.....	58
a) Déclivité minimale.....	58
b) Déclivité maximale.....	58
V.3.2. Raccordements du profil en long.....	58
a) Raccordements convexes (angle en saillant)	59
b) Raccordements concaves (angle rentrant)	60
V.4. Application dans notre projet.....	62
V.4.1. Déclivité.....	62
a) Déclivité minimale.....	62
b) Déclivité maximale.....	62
V.4.2. Cas d'un angle rentrant.....	62
V.5. Conclusion.....	63

Chapitre VI: Profil en travers

VI.1. Introduction.....	65
VI.2. Différent type de profils en travers.....	65
VI.3. Eléments du profil en travers.....	65
VI.3.1. L'emprise.....	65
VI.3.2. L'assiette.....	65
VI.3.3. La plate-forme.....	65
VI.3.4. La chaussée.....	66
VI.3.5. Les accotements.....	66
VI.3.6. La largeur rouable.....	66
VI.3.7. La bande d'arrêt.....	66
VI.3.8. Les fossés.....	67
VI.3.9. La berme.....	67
VI.4. Différentes formes de la chaussée.....	67
VI.4.1. En alignement droit.....	67
VI.4.2. En courbe.....	68

VI.5. Transition du profil en toit jusqu'au profil à pente unique.....	70
VI.5.1. Elévation du bord de la chaussée hauteur total «h»	70
VI.5.2. Elévation partielle.....	70
VI.5.3. Dévers partiel.....	70
VI.6. Profils en travers types	71
VI.6.1. Largeur des voies de circulation.....	71
VI.7. Application au projet.....	71
VI.7.1. Pente de talus.....	72
VI.7.2. Sur largeur.....	72
VI.7.3. calcul de dévers.....	72
VI.8. Conclusion.....	74

Chapitre VII Etude géotechnique

VII.1. Introduction.....	76
VII.2. Objectifs de l'étude géotechnique.....	76
VII.3. Etude géotechnique du site de projet	77
VII.4. Description des sols rencontrés.....	77
VII.5. Essais au laboratoire.....	77
a) Essai de la teneur en eau naturelle.....	78
b) Essai d'analyse granulométrique.....	78
c) Essai des limites d'Atterberg.....	78
a) Essai Proctor	78
b) Essai CBR.....	79
c) Essai de fragmentabilité	79
d) Essai de dégradabilité.....	79
VII.6. Le programme des Essais au projet	79
A. Caractéristiques physiques.....	80
a) Essai de la teneur en eau.....	80
b) Essai de Plasticité.....	80
c) Essai de la granulométrie.....	80
B. Caractéristiques mécaniques.....	81
a) Essai Proctor modifié.....	81
b) Essais de Poinçonnement CBR.....	81

VII.7. Classification des sols support.....	81
VII.8. Conclusion.....	82

Chapitre VIII Dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1. Introduction.....	84
VIII.2. Définition de la chaussée.....	84
VIII.3. Différents types de chaussée.....	84
VIII.3.1. Chaussées souples.....	84
VIII.3.2. Chaussée rigide.....	84
VIII.3.3. Chaussée semi rigide.....	85
VIII.4. Rôles de différentes couches de la chaussée.....	85
a) Couche de surface (ou de roulement)	85
b) Couche de base.....	85
c) Couche de fondation.....	85
d) Couche de forme.....	86
VIII.5. Facteurs influant sur le dimensionnement des chaussées.....	86
VIII.5.1. Sol support.....	86
VIII.5.2. Matériaux.....	87
VIII.5.3. Trafic.....	87
VIII.5.4. Climat et l'environnement.....	87
VIII.6. Principales méthodes de dimensionnement.....	87
VIII.6.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	88
VIII.6.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	89
e) Choix du réseau RP.....	89
f) Choix des structures type par niveau de réseau principal.....	90
g) Détermination la classe du trafic.....	91
h) Choix de la couche de roulement	91
i) Détermination la structure du corps de chaussée.....	91
VIII.6.3. Méthode d'A.A.S.H.O	92
VIII.6.4. Méthode L.C.P.C	92
VIII.7. Application dans notre projet.....	93
VIII.7.1. Données du trafic et I_{CBR} de sol support.....	93
VIII.7.2. Epaisseur du corps de chaussée par la méthode CBR.....	93

VIII.8. Vérification de la structure du Corps de chaussée.....	94
VIII.8.1. Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z,adm}$	94
VIII.8.2. Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t, ad}$ à la base de la GB	95
VIII.9. Conclusion.....	96

Chapitre IX Calcul des terrassements et protection des talus

IX.1.Introduction.....	98
IX.2.Définition.....	98
IX.2.1 Le Déblai :	98
X.2.1 Le Remblai :	98
IX.3.Méthode de calcul des cubatures.....	99
a) Formule de moyenne des aires	99
b) Le Déblai Résultats de calcul des terrassements dans notre projet.....	100
IX.4.Exécution des remblais.....	100
IX.4.1. Préparation le fond de forme	100
IX.4.2. Fourniture les matériaux de remblais.....	100
IX.4.3. Mis en œuvre le remblai.....	100
IX.5.Protection des talus	100
IX.6.Type des talus	101
IX.6.1. Talus de remblais	101
IX.6.2. Talus de déblais	101
IX.7.Différent type protection des talus	102
IX.7.1 Protection normal.....	102
A. Contrôle de la terre végétale.....	103
B. Végétaux	104
C. Gazons	104
X.7.2 Protection exceptionnel	105
IX.8.Conclusion	106

Chapitre X Aménagement des carrefours

X.1. Introduction.....	108
X.2. Types de carrefours	108
X.2.1. Carrefour à trois branches (en T) :	108

X.2.2. Carrefour à trois branches (en Y):	108
X.2.3. Carrefour à quatre branches (en croix) :	108
X.2.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :	108
X.3. Visibilité aux carrefours.....	110
X.4. Choix du type de carrefour.....	111
X.5. Application dans notre projet.....	112
X.5.1. Diagramme de visibilité.....	112

Chapitre XI Assainissement routier

XI.1. Introduction.....	115
XI.2. Objectif de l'assainissement.....	115
XI.3. Types de dégradation des réseaux routiers.....	116
XI.4. Type des canalisations.....	116
XI.5. Définition des termes hydraulique.....	116
XI.5.1. Bassin versant	116
XI.5.2. Collecteur principal (canalisation)	117
XI.5.3. Chambers de visite (chemises)	117
XI.5.4. Sacs	117
XI.5.5. Fossés de crête	117
XI.5.6. Descente d'eau.....	118
XI.5.7. Les regards.....	118
XI.6. Ouvrages d'écoulement d'eau.....	118
XI.6.1. Passages submersibles.....	118
XI.6.2. Fossés.....	119
XI.6.3. Les dalots	119
XI.7. Caractéristiques physiques du bassin versant.....	119
XI.8. Débit d'apport des petits bassins.....	121
XI.8.1. Méthode de calcul du débit de crue.....	121
XI.8.2. Coefficient de ruissellement.....	121
XI.8.2.1. Pour les bassins versants.....	121
XI.8.2.2. Pour la chaussée.....	123
XI.8.3. Intensité de l'averse.....	123
XI.8.4. Temps de concentration.....	123

XI.8.5. Méthode de calcul pente (%).....	124
XI.8.6. Méthode de calcul de l'intensité de l'averse.....	124
XI.8.7. Méthode de calcul de la précipitation (Pj)	124
XI.9. Rétablissement des écoulements naturels.....	125
XI.9.1. Principe de calcul.....	125
XI.9.2. Débit d'apport.....	125
XI.9.3. Débit de saturation.....	125
XI.10. Dimensionnement.....	126
XI.10.1. Dimensionnement des Fossés.....	126
a) Calcul de la surface mouillée.....	127
b) Calcul du périmètre mouillé.....	127
c) Calcul du rayon hydraulique.....	127
d) Dimensions des buses.....	127
XI.10.2. Dimensionnement des dalots.....	128
XI.11. Application au projet	129
XI.11.1. Dimensionnement des fossés.....	129
a) Calcul des débits	129
b) Calcul des surfaces des bassins versants.....	129
c) Calcul de précipitation.....	130
d) Débit de saturation (Qs).....	131
e) Fossé de pied de talus en remblai.....	132
f) Fossés de terre-plein central.....	132
XI.11.2. Dimensionnement du système de drainage transversal	132
a) Dimensionnement des buses de bassin	132
b) Dimensionnement du dalot.....	135

Chapitre XII Signalisation routière

XII.1. Introduction.....	139
XII.2. Objet de la signalisation routière.....	139
XII.3. Catégories de signalisation.....	139
XII.4. Règles à respecter pour la signalisation.....	140
XII.5. Types de signalisation.....	140
XII.5.1. Signalisation verticale.....	140

a) Signaux de danger.....	140
b) Signaux comportant une prescription absolue.....	140
c) Signaux à simple indication.....	140
XII.5.2. Signalisations horizontales.....	141
XII.5.3. Marquage longitudinales.....	141
a) Lignes continues.....	141
b) Lignes discontinues.....	141
c) Largeur des lignes.....	142
XII.5.4. Marquages transversales.....	142
XII.5.5. Autres signalisation.....	142
a) Flèches de rabattement.....	142
b) Flèches de sélection.....	143
XII.6. Eclairage.....	143
XII.6.1. Introduction.....	143
XII.6.2. Catégories d'éclairage.....	143
XII.6.3. Paramètres d'implantation des luminaires.....	143
XII.7. Application dans notre projet.....	144
XII.7.1. Signalisation horizontale.....	144
XII.7.2. Signalisation verticale.....	144
Conclusion générale.....	148
Référence bibliographique.....	150

Annexe

Annexe 01 : géotechnique.

Annexe 02 : listing des coordonnées stations topographique.

Annexe 03 : axe en plan.

Annexe 04 : profile en long.

Annexe 05 : listing d'implantation.

Annexe 06 : volume de terrassement.

Annexe 07 : volume de chaussée.

Liste des tableaux

Tableau II.01: Classification du relief en fonction de la dénivelée moyenne selon B40.....	11
Tableau II.02: Classification de la sinuosité moyenne selon B40.....	13
Tableau II.03: Environnement en fonction de relief et de la sinuosité.....	13
Tableau II.04: Coefficient de frottement longitudinal « f_L » en fonction de la vitesse (B40).....	16
Tableau II.05: Valeurs du temps t_I en fonction de la catégorie et de la vitesse de référence.....	18
Tableau II.06: Variations des distances de freinage (d_0), d'arrêt en alignement droit (d_1) et en courbe (d_3).....	20
Tableau II.07: Variations des « D_{dmin} » en fonction de la vitesse de référence (B40).....	20
Tableau II.08: Valeurs de « D_{Md} » en fonction de la vitesse de référence (B40).....	21
Tableau II.09: Valeurs de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (Km/h) (B40).....	21
Tableau II.10: Calcul de la dénivelée cumulée h_1 (pente >0).....	21
Tableau II.11: Calcul de la dénivelée cumulée h_2 (pente <0).....	22
Tableau II.12: Valeurs calculées et celles données par le B40.....	25
Tableau III.01: Coefficient d'équivalence «P»	32
Tableau III.02: Valeurs du coefficient « K_1 »	33
Tableau III.03: Valeurs du coefficient « K_2 »	33
Tableau III.04: Valeurs de la capacité théorique selon B40.....	33
Tableau III.05: Classe du trafic.....	34
Tableau IV.01: Coefficient de frottement transversal.....	41
Tableau IV.02: Valeurs des dévers minimales et maximales en fonction de la catégorie et de l'environnement.....	42
Tableau IV.03: Valeurs des rayons en plan selon B40.....	43
Tableau IV.04: Valeurs arrondies des longueurs minimales des clothoïde.....	47

Tableau VI.05: Paramètre fondamentaux dans notre projet.....	48
Tableau IV.06: Valeurs des rayons en plan.....	50
Tableau IV.07: Coordonnées des sommets d'un exemple de rayon de la clothoïde.....	51
Tableau IV.08: Valeurs des points singuliers calculés.....	54
Tableau V.01: Déclivité maximale en fonction de la catégorie et de l'environnement.....	58
Tableau V.02 Valeurs des rayons en angle saillant du profil en long pour les différentes vitesses de référence et selon la catégorie de la route (b40)	60
Tableau V.03: Valeur des rayons en angle rentrant du profil en long.....	61
Tableau V.04: Valeurs des rayons du profil en long calculées et selon B40.....	63
Tableau VI.01: d_{\min} et d_{\max} en fonction de catégorie de la route.....	69
Tableau VI.02: Pentés des éléments du profil en travers.....	69
Tableau VII.01: Résultats des essais physiques et mécaniques.....	81
Tableau VIII.01: Classe de portance des sols S_i	86
Tableau VIII.02: Propriété du C.F en fonction du classement de sol support.....	87
Tableau VIII.03: coefficient d'équivalence en fonction de matériaux utilisés.....	88
Tableau VIII.04: structures disponible dans le catalogue.....	90
Tableau IX.01: Caractéristique physique des matériaux utilisés.....	103
Tableau IX.02: Caractéristique chimique des matériaux utilisés.....	103
Tableau IX.03: Matière organique.....	103
Tableau X.01: Distance de visibilité d'p sur l'itinéraire prioritaire avec un signal de stop à la balise B1 (véhicule en position d'arrêt) selon B40.....	110

Tableau X.02: Distances de visibilité d_p et d_{np} selon B40.....	111
Tableau XI.01: Paramètres morphométriques des bassins versant.....	120
Tableau XI.02: Valeurs du coefficient (C1)	122
Tableau XI.03: Valeurs du coefficient (C2)	122
Tableau XI.04: Valeurs du coefficient (C3)	122
Tableau XI.05: Coefficient de ruissellement pour la chaussée.....	123
Tableau XI.06: Données climatiques et pluviométriques.....	125
Tableau XI.07: Calcul du débit.....	131
Tableau XI.08: Calcul la hauteur des fossés.....	132
Tableau XI.09: Dimensions des buses.....	134
Tableau XI.10: Dimensions des dallo.....	136
Tableau XII.01: Caractéristiques de lignes discontinues.....	141

Liste des figures

Figure I.01: Situation géographique wilaya de Mila	6
Figure I.02: Image représentée la situation géographique de notre projet.	7
Figure I.03: Dégradation de la chaussée au niveau de l'ouvrage busé. pk 2+400.....	7
Figure I.04: Dégradation de la chaussée et fossé côté droit au pk 6+850.....	7
Figure I.05: Dégradation de la chaussée coté aval du Pk 8+000 au Pk 9+000.....	8
Figure I.06: Clôture de l'uni-Mila et la ligne éle MT du Pk 0+000 au Pk 02+000.....	8
Figure II.01: dénivelée cumulée moyenne.....	12
Figure II.02: Sinuosité de l'itinéraire.....	12
Figure II.03: Classification des routes en Algérie.....	14
Figure II.04: Critères de choix de la vitesse de référence.....	15
Figure II.05: distance de freinage.....	16
Figure II.06: Cas d'une route en déclivité.....	16
Figure II.07 : distance d'arrêt.....	17
Figure II.08: Hauteur de l'œil et des obstacles selon B40.....	17
Figure II.09: Cas d'obstacle immobile.....	18
Figure II.10: Cas d'obstacle mobile.....	19
Figure IV.01: Stabilité du véhicule en plan.....	40
Figure IV.02: Stabilité du véhicule en inclinaison	41
Figure IV.04: expression mathématique de la clothoïde.....	44
Figure IV.05: Condition de gauchissement.....	46
Figure IV.06: Exemple de calcul de la clothoïde.....	55
Figure V.01: Raccordements du profil en long.....	59
Figure V.02: Visibilité sur chaussée bidirectionnelle.....	59

Figure VI.01: Profil en travers type.....	66
Figure VI.02: Détail de l'accotement.....	67
Figure VI.03: Profil en travers en alignement droit.....	67
Figure VI.04: Déversement de la chaussée.....	70
Figure VI.05: Largeur de la route.....	71
Figure VI.06: profil en travers type de notre projet.....	72
Figure VI.07: Profil en travers en déblai.....	73
Figure VI.08: Profil en travers en remblai.....	74
Figure VI.09: Profil en travers en mixte.....	74
Figure VII.01: Essai teneur en eau.....	78
Figure VIII.01: Types des chaussées (BB: Béton bitumineux, GB: Grave bitume, GT: Grave traité et G.N.T: Grave non traité).....	85
Figure VIII.02: Coupe type d'une chaussée souple.....	86
Figure VIII.03: Démarches de la méthode de catalogue.....	89
Figure VIII.04: Classes du trafic (TPLi) pour type RP1.....	91
Figure VIII.05: Exemple des structures du corps des chaussées (catalogue CTTTP).....	92
Figure VIII.06: Différents couches du corps de chassée.....	94
Figure IX.01: Exemple de calcul des volumes de déblai ou de remblai.....	99
Figure IX.02: Traitement des talus types remblais.....	101
Figure IX.03: Régalage des talus types déblais.....	102
Figure IX.04: Quelques exemples des glissements terrain.....	102
Figure IX.05: Aménagement des talus dans notre projet.....	105
Figure IX.06: Exemple de mis en place le mur de soutènement en gabion coté déblai.....	106

Figure X.01: Types de carrefours.....	109
Figure X.02: Distance de visibilité d’p sur l’itinéraire prioritaire.....	111
Figure X.03: Carrefours giratoire de notre projet au pk 7+100.....	113
Figure X.04: Diagramme de visibilité.....	113
Figure XI.01: Bassins hydrographiques de l’Algérie du Nord et position de la zone d’étude...117	117
Figure XI.02: implantation des éléments hydrauliques.....	118
Figure XI.03: Fossés.....	119
Figure XI.04: Dalot.....	119
Figure XI.05: Dimensions d’un fossé.....	126
Figure XI.06: Coupe transversale d’une buse.....	127
Figure XII.01: Largeur des lignes.....	142
Figure XII.02: Paramètres de l’implantation des luminaires.....	144
Figure XII.03: Signalisation horizontale et verticale de notre projet.....	144
Figure XII.04: Virage à gauche.....	145
Figure XII.05: Virage à droite.....	145
Figure XII.06: Succession de virage dont le 1er est à gauche.....	145
Figure XII.07: Succession de virage dont le 1er est à droite.....	145
Figure XII.08: Priorité ponctuelle.....	145
Figure XII.09: Risque de chutes de pierres.....	145
Figure XII.10: Passage d’animaux domestiques.....	146
Figure XII.11: Descente dangereuse.....	146
Figure XII.12: Interdiction de doublé.....	146
Figure XII.13: Limiteur de vitesse.....	146
Figure XII.14: Panneau de stop.....	146

Liste des symboles

PK : point kilomètres

APD : avant projet détaillé

RN : route nationale

VB : vitesse de bas

d0 : distance de freinage.

Vr : vitesse de référence.

i : la déclivité de la route.

t1 : temps de perception-réaction.

chapitre I **f_L** : Coefficient de frottement longitudinal.

dmd: distance de visibilité de manoeuvre de dépassement.

dm : distance de visibilité minimale.

dn : Distance de visibilité normale.

TJMA : le trafic journalier moyen annuel

η : taux d'accroissement du trafic (%).

Teff : trafic effectif.

P : coefficients d'équivalence.

PL : poids lourds.

UVP : Unités des Véhicules Particuliers.

Z : pourcentage de poids lourds (%).

Q : Débit de pointe horaire normal.

Qadm : Débit horaire admissible.

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

C th: capacité théorique.

L_{min} : la longueur d'alignement minimale.

L_{max} : la longueur d'alignement maximale.

d : dévers de la route.

S : sur largeur.

A : paramètre la de clothoïde.

ΔR : décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).

RV_{min} : rayon minimal en angle saillant.

R'V_{min} : rayon minimal en angle rentrant.

TN : terrain naturel.

TPC : terre-plein central.

BDU : Bande d'arrêt d'urgence.

BDG : Bande dérasée de gauche.

VR : volume de remblai total.

VD : volume de déblai total.

V_p : vitesse de propagation des ondes.

EM : module pressiométrique.

PF : pression de fluage.

γ_d : la masse volumique sèche.

ω_{opt} : teneur en eau optimale.

ω : teneur en eau.

WL : limite de liquidité.

WP : limite de plasticité.

I_p : indice de plasticité.

ES : équivalence de sable.

VBS : valeur de bleu méthylène.

CBR : California - Bearing - Ratio

LA : coefficient Los Angeles.

BB : béton bitumineux.

G.N.T : grave non traité.

GB : grave bitume.

GT : grave traité.

GC : grave ciment.

TPL : trafic poids lourds.

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

ϵz : étant la déformation verticale sur le sol support.

It : l'intensité de la pluie.

IDF : Intensité-Durée-Fréquence.

Pj max : Pluie journalière maximale.

TC : temps de concentration.

Qa : débits d'apports.

QS : débit de saturation.

KST : coefficient de rugosité.

C: Coefficient de ruissellement

J : pente de l'ouvrage d'évacuation.

RH : rayon hydraulique.

Sm : section mouillée.

Pm : périmètre mouillée

Lce : Longueur de bassin versant

Kc: Indice de Graveleuse

Pj_{moy}: pluie moyenne journalière;

Cv: coefficient de variation climatique;

U: variation de Gauss.

Introduction générale

Introduction générale

Les infrastructures de transport, en particulier les routes, doivent être économiquement et socialement efficaces. Par des d'avantages et d'intérêts sociaux, ils sont le principal moteur de communication et d'échange entre les habitants de différentes régions et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques dans la vie locale. La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Par conséquent, il est nécessaire de trouver des solutions en commençant par définir clairement ce problème et en définissant ses caractéristiques, puis en concevant des solutions avec des normes et des techniques modernes.

Dans notre projet de fin d'études, nous étudierons le dédoublement d'un tronçon de d'évitement sud reliant la RN 79 (région de la commune de Zeghaia) à la RN5A (région de la commune de Sidikhelifa) sur une distance de 13Km, afin de réduire la saturation du trafic, éliminée les points noirs et traiter les sections dégradées.

Enfin, les différentes phases d'études de notre projet seront présentées et discutées en détail dans la suite de nos travaux.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE PROJET

Chapitre I: Présentation du projet

I.1. Introduction

Les routes jouent un rôle très important dans le processus de développement d'un pays: un réseau routier bien construit et bien entretenu est essentiel à la croissance économique et à la lutte contre la pauvreté dans les pays, il facilite la communication et la fréquentation entre les hommes, l'implantation et l'accessible des infrastructures communautaire (école, dispensaire, marcher...), permet l'évacuation des produits agricoles vers les centres villes, l'approvisionnement de campagne de produits manufacturés. De manière générale, le réseau routier agit sur les deux secteurs principaux pour un développement d'un pays le secteur agricole et le secteur de l'industrie.

I.2. Présentation de la région d'étude

1.1.1. Présentation de la wilaya

La wilaya de Mila est située au Nord-Est Algérien à une altitude d'environ de 464m. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Jijel et Skikda, à l'Est par la wilaya de Constantine, à l'Ouest par la wilaya de Setif, et les wilayas de Batna et Oum el bouaghi au Sud. Cette wilaya abrite le plus grand barrage d'eau au niveau national barrage de Beni-haroun qui alimente une grande partie de l'Est Algérien (quatre wilayas) par l'eau potable et l'eau d'irrigation (Voir la figure ci-dessous) [1].

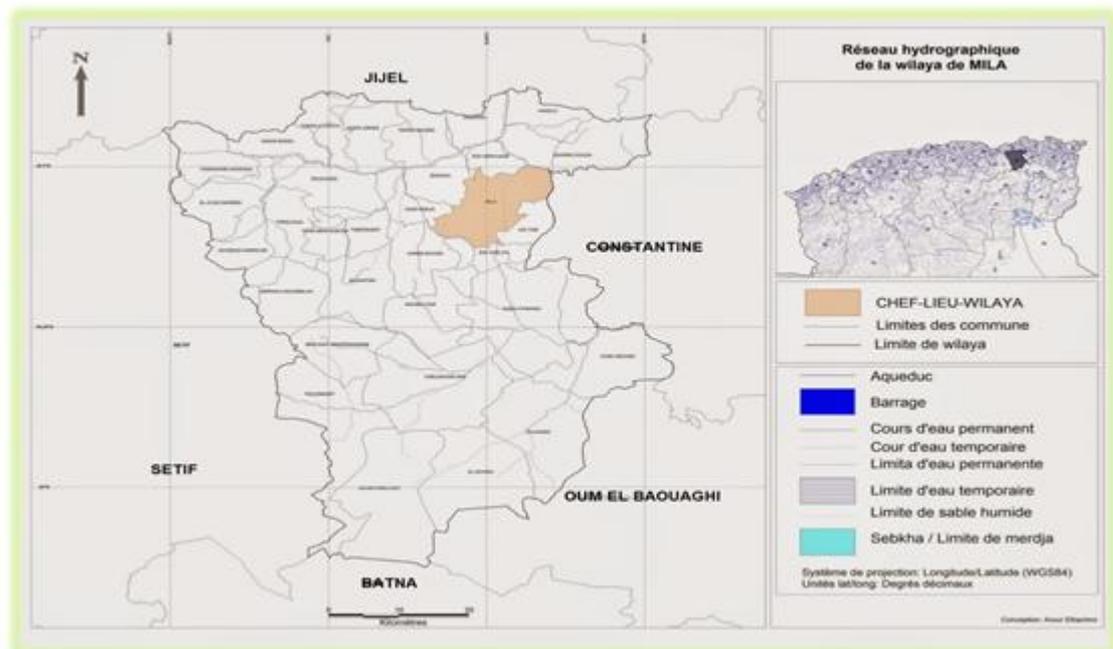


Figure I.01: Situation géographique wilaya de Mila [2].

1.1.2. Superficie

La Wilaya de Mila est une wilaya d'Algérie en Afrique du Nord. Elle compte 766885 habitants sur une superficie de 3 512 km².

1.1.3. Population

La Wilaya de Mila compte à l'année de 2008 une population de 766885 habitants sur une densité de 90,75h/Km; avec 89580 habitants seulement au chef-lieu de la ville de Mila.

1.1.4. Plan de source d'eau et couverture végétale

La wilaya abrite un important réseau hydraulique composé des rivières et des barrages, telle que: Beni-Haroun, Oued el-Athmania et Oued Seguene. Les rivières d'Oued Rhumel, Oued el-Kebir sont les principales sources d'alimentation du barrage de Beni-Haroun.

Un massif forestier riche et varié au nord de la wilaya, les forêts de (Terai Beinen, Tassala et Grarem gouga.

1.1.5. Climat

Elle caractérisé par un climat humide au nord, sec et semi-arides à arides au sud de Mila; dont la pluviométrie qui atteint l'ordre de 400mm au sud et de 750mm au Nord de Mila.

1.1.6. Les réseaux routiers

Le réseau routier de la wilaya de Mila comporte ce qui suit: une distance de 310Km des routes national, une distance de 295Km des chemins de wilaya et une distance de 1522Km des chemins communaux.

1.1.7. Contexte géologique

Les potentialités et les gisements géologiques naturels de la wilaya de Mila sont constitués pour une grande part par les ressources en géomatériaux. Cette richesse minière se présente, à l'état actuel des explorations et de l'exploitation, sous deux catégories principales:

- Les ressources minérales non métalliques regroupant tous les matériaux utilisés dans le domaine des travaux publics et de la construction (granulats, sables, argiles....);
- Les ressources minérales métalliques représentées comme des indices non exploitables, à l'état actuel des données.

Les ressources minérales non métalliques sont caractérisé par des calcaires exploités pour granulats, des grés quartzeux, de l'onyx, du gypse, de l'argile, du gravier, du sel gemme et des ophites. Les ressources minérales métalliques sont représentées par des minéralisations de Pb-Zn, Cu, Fe.

L'importance que représentent ces substances utiles non métalliques dans le domaine industriel, a donné lieu à une exploitation d'une bonne partie d'entre elles. La présence, la richesse et la localisation de ces ressources sont entièrement dépendantes des conditions géologiques et ne peuvent faire l'objet d'exploitation que là où elles existent. De plus amples études à caractère géologique, la diversification de ces matériaux et leur exploitation dans de bonnes conditions (dans le respect environnemental) seront d'un apport certain et surtout d'une haute valeur économique et industrielle pour la région et pourrait être créatrice d'un emploi stable pour la population locale. [3]

I.3. Présentation du projet

Notre projet a pour but d'étudier de dédoublement d'un tronçon routier reliant le Sud de la ville de Mila (intersection avec la RN79) à la RN5A sur une distance de 13Km.



Figure I.02: Image représentée la situation géographique de notre projet. [2]

I.4. Objectif de l'étude

Ce projet a été conçu dont l'objectif de renforcer les réseaux routiers existants et procéder au développement de la ville de Mila pour les adopter aux besoins du développement économique et social.

Ce tronçon de dédoublement de l'évitement sud de la ville de Mila présente des caractéristiques qui ne sont pas conformes aux normes (gabarit, accotements, état de dégradation), des sections dégradées sont apparues sur ce tronçon, et nécessitent une intervention pour remédier et remettre en état ces sections. Donc, le but de l'étude est de réaliser un dédoublement de la route existante avec un nouveau corps de chaussée et prendre en charge le traitement de différents glissements. [4]

I.5. Etat actuel de la route

Notre projet est d'une route est bidirectionnel, dont la largeur varie de 8 à 10m avec des accotements de 2m. Les photos ci-dessous représentent l'état actuel de notre projet (ces photos pris sur site cette année 2022), y compris des sections dégradés et différents contraintes.



Figure I.03: Dégradation de la chaussée au niveau de l'ouvrage busé. pk 2+400.

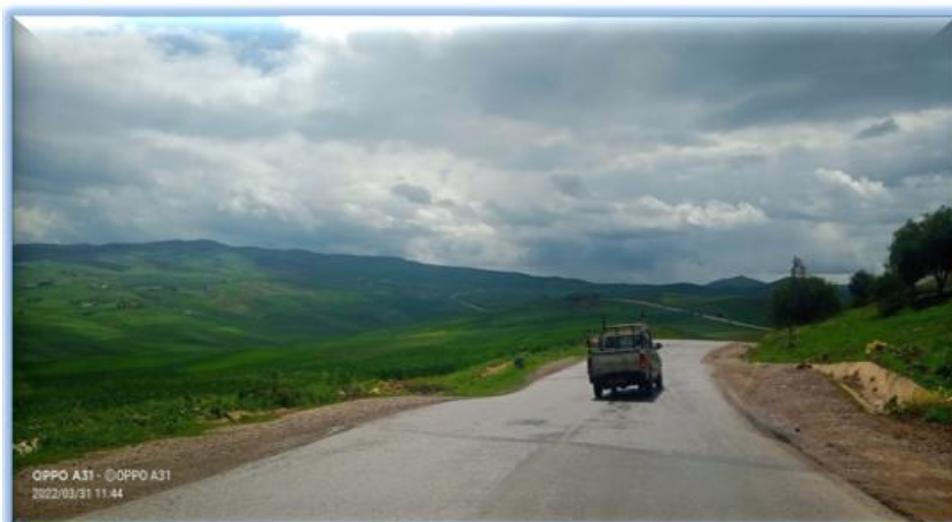


Figure I.04: Dégradation de la chaussée et fossé côté droit au pk 6+850.



Figure I.05: Dégradation de la chaussée coté aval du Pk 8+000 au Pk 9+000.



Figure I.06: Clôture de l'université de Mila et la ligne électrique MT du Pk 0+000 au Pk 02+000.

I.6. Conclusion

Enfin, cette étude de dédoublement nous permet de éliminer tous les points noirs dans de la route ont été observées en particulier.

CHAPITRE II

ETUDE TOPGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUE

Chapitre II: Etude topographique et caractéristiques géométriques

II.1. Introduction

Pour effectuer l'étude de la route reliant la RN79 et RN5A au sud de la ville de Mila, le levé topographique nous a paru très utile, pour les raisons suivantes:

- Le levé topographique représente la forme des reliefs et des détails qui s'y trouvent, donc il reflète la réalité du projet tel qu'il est avant réhabilitation;
- Le nivellement, partie nécessaire du levé, qui permet de donner une cote exacte des points de chaque profil;
- Il permet la correction des dévers (soit en courbe ou en alignements droit);
- Il permet d'avoir un devis quantitatif plus exact.

II.2. Données topographiques

II.2.1 Implantation des stations

Celles-ci sont matérialisées par des piquets bétonnés enfoncés dans le sol. Leur enfoncement se fait de telle manière à dominer le plus long possible, et le tracé sur une bande de 30 à 50m et parfois plus. Le nombre des stations dans cette étude est de 32 stations qui sont attachés dans l'annexe.

II.2.2 Cheminement des stations

Le cheminement des stations se fait sous forme d'une polygonale fermée par l'intermédiaire des points polygonaux, afin de déterminer les coordonnées fictives X, Y, Z de chaque station qui serviront de base pour l'élaboration de notre étude.

II.2.3 Levé topographique

Il consiste à relever le maximum de points caractérisant le changement du relief, sous forme de profils perpendiculaires à l'axe de la route, sur une bande allant de 50m à 100m de part et d'autre de ce dernier. Chaque profil du levé est constitué par un minimum de 7 points. Ces points sont choisis d'une façon suivante:

- Un point repérant l'axe;
- Les autres points représentent les terrains naturels.

Ceci étant le strict minimum, mais certains profils sont composés de plusieurs autres points afin de repérer l'un ou plusieurs des éléments suivant:

- Un changement de pente de terrain, de thalweg, un poteau téléphonique ou électrique, un ouvrage quelconque, tel que: un mur de clôture, construction, piste, un chemin faisant intersection avec la route,.....
- En agglomération tous les détails possibles sont levés, tel que: l'éclairage public, regards, trottoirs, constructions, intersection. [4]

II.3. Environnement de la route

L'environnement par définition est l'état actuel du relief, trois classes d'environnement ont été proposées dans le (B40) E1, E2 et E3. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont:

- La dénivelée cumulée moyenne;
- La sinuosité.

II.3.1 Dénivelée cumulée moyenne

Cette dénivelée définit par le rapport de la somme des dénivelées cumulées au long de l'itinéraire existant sur la longueur totale de cet itinéraire.

Tableau II.01: Classification du relief en fonction de la dénivelée moyenne selon B40.

N°	Classification	Dénivelée cumulée moyenne
1	Terrain plat	$H/L < 1.5 \%$
2	Terrain vallonné	$1.5 \% < H/L < 4 \%$
3	Terrain est montagneux	$H/L > 4 \%$

H: dénivelée cumulée moyenne;

L: est la longueur de l'itinéraire.

Avec: $H = h_1 + h_2$

$$h_1 = \sum_{P_i > 0} P_i \times L_i \quad (II.01)$$

$$h_2 = \sum_{P_i < 0} P_i \times L_i \quad \forall \quad (\text{II.02})$$

La dénivelée cumulée moyenne est égal à:

$$\frac{H}{L} \quad (\text{II.03})$$

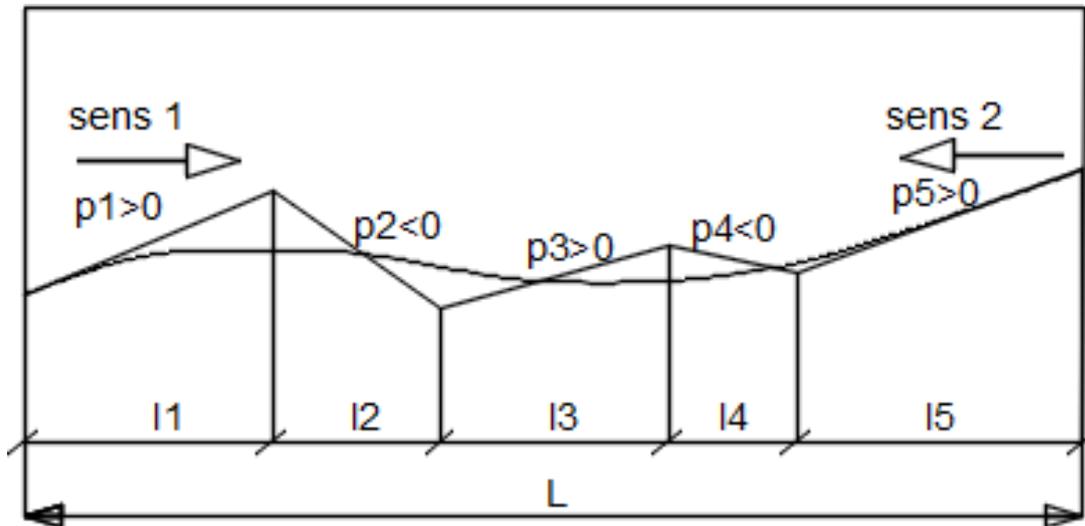


Figure II.01: dénivelée cumulée moyenne.

II.3.2 Sinuosité

La sinuosité d'un itinéraire définit par le rapport de la longueur sinueuse (L_s) sur la longueur totale de l'itinéraire;

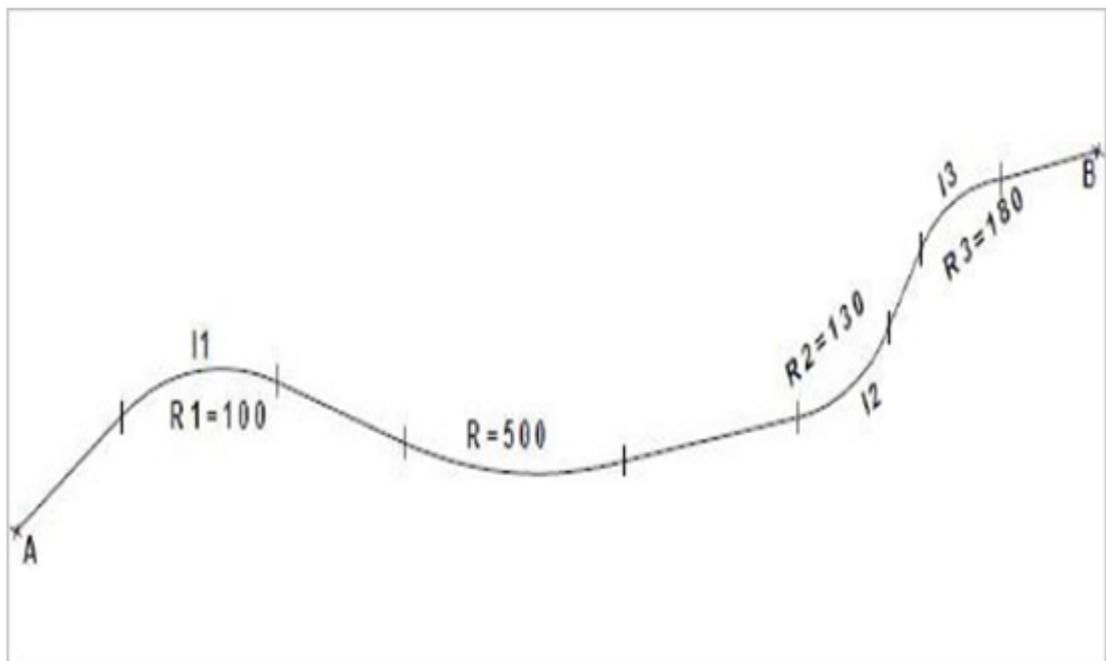


Figure II.02: Sinuosité de l'itinéraire.

Ls: est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200m.

$$Ls = \sum LR (R \leq 200m) \quad (II.04)$$

L: longueur totale de l'itinéraire.

$$\sigma = \frac{\sum Ls}{L} \quad (II.05)$$

Tableau II.02: Classification de la sinuosité moyenne selon B40.

N°	Classification	Sinuosité moyenne
1	Faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Moyenne	$0.1 < \sigma \leq 0.3$
3	Forte	$\sigma > 0.3$

L'association de deux paramètres précédentes qui donne le type d'environnement ceci selon le tableau ci-dessous. [5]

Tableau II.03: Environnement en fonction de relief et de la sinuosité.

Sinuosité \ Relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux		E3	E3

II.4. Catégorie de la route

Les routes algériennes sont classées en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives des itinéraires.

- **Catégorie 1:** liaisons entre les grands centres économiques et les centre d'industrie lourde (A), et liaisons assurant le rabattement des centres d'industrie de transformation (B) vers les réseaux ci-dessus;
- **Catégorie 2:** liaisons entre les pôles d'industrie de transformation (B), et liaisons des

raccordements des pôles d'industries légères diversifiées (C) avec le réseau précédent;

- **Catégorie 3:** liaisons des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservis par le réseau précédent, avec le réseau de la catégorie 1-2;
- **Catégorie 4:** liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec les chefs-lieux de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent;
- **Catégorie 5:** route et piste non comprise dans les catégories précédentes.

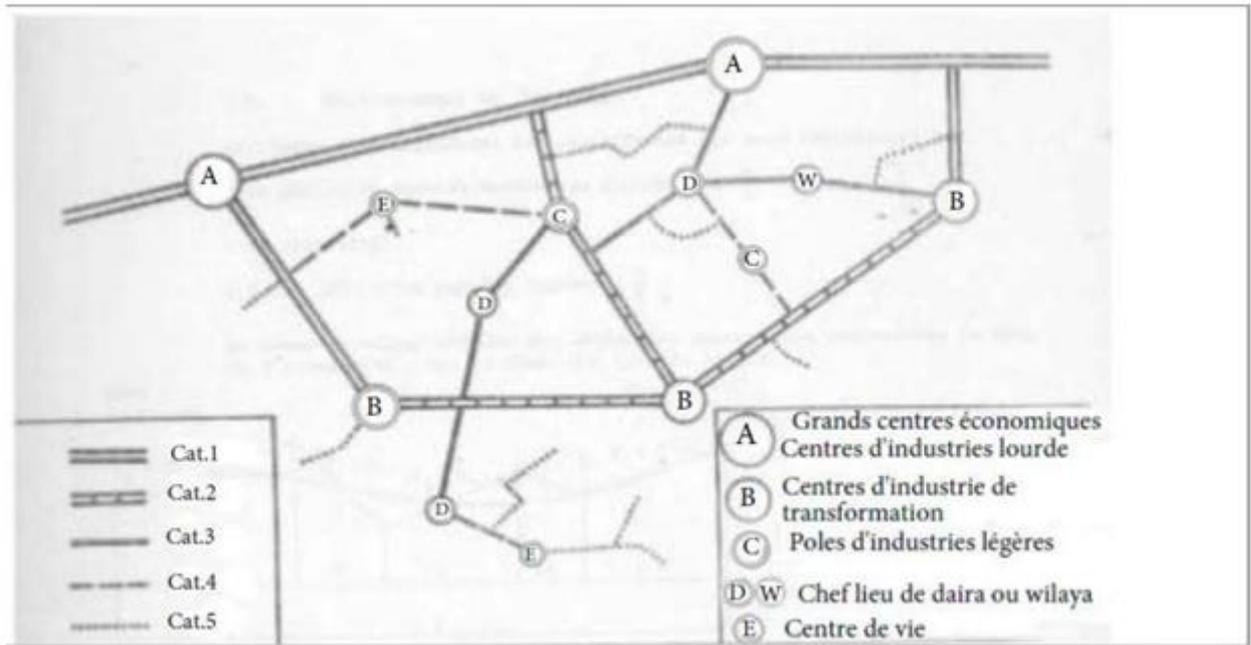


Figure II.03: Classification des routes en Algérie.

II.5. Choix de la vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence dépend de:

- Type de la route;
- L'importance et le genre de trafic;
- La topographie;
- Les conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

II.5.1. Vitesse de projet

La vitesse de projet " V_r " est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. On entend par conditions normales:

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;

- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions.

Si après, le processus pour l'obtention de la vitesse de base selon le B40:

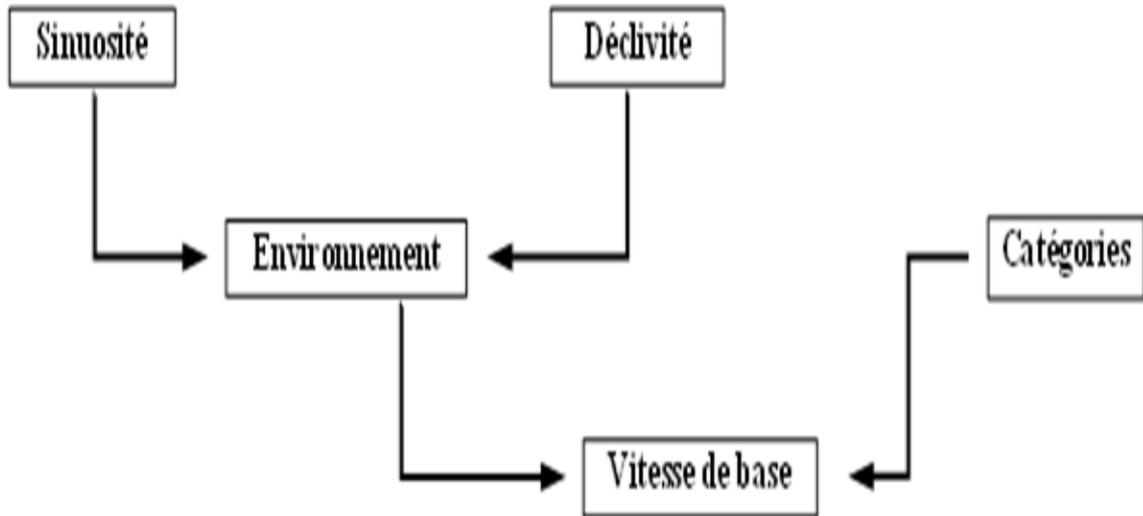


Figure II.04: Critères de choix de la vitesse de référence.

II.6. Paramètres fondamentaux

Les paramètres fondamentaux d'un projet routier sont déterminés en fonction de sa vitesse de référence, sa catégorie et son environnement.

II.6.1. Paramètres cinématiques

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

a) Distance minimale de freinage

La distance minimale de freinage « d_0 » est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages, en plan et dans les courbes verticales du profil en long.

$$\frac{1}{2} \times M \times V^2 = P \times f \times d_0 = \frac{V^2}{2 \times g \times f} = \frac{V^2}{254 \times f} \quad \text{Si; V en Km/h}$$

- Cas en palier et en alignement

$$d_0 = \frac{v_r^2 \left(\frac{\text{Km}}{\text{h}}\right)}{260 \times f_L} \quad (\text{II.06})$$

Avec;

f_L : Coefficient de frottement longitudinal;

V_r : Vitesse de référence en (Km/h).

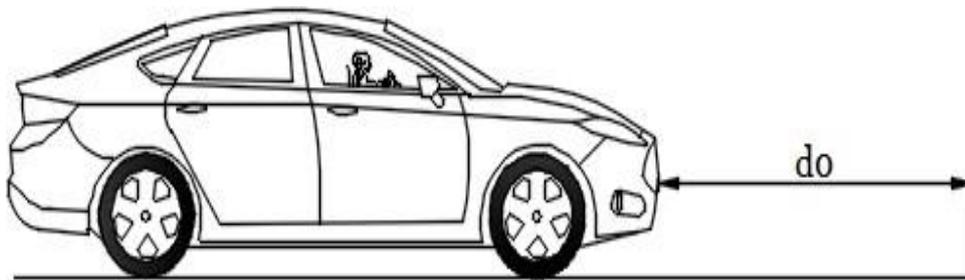


Figure II.05: distance de freinage.

- **Cas de déclivité (i)**

Dans le cas général, la route est déclinée c'est-à-dire, elle est en rampe ou en pente. Donc, la formule de « d_0 » sera égale à:

$$d_0 = \frac{V_r^2 \left(\frac{Km}{h}\right)}{260 \times (f_L \pm i)} \quad (II.07)$$

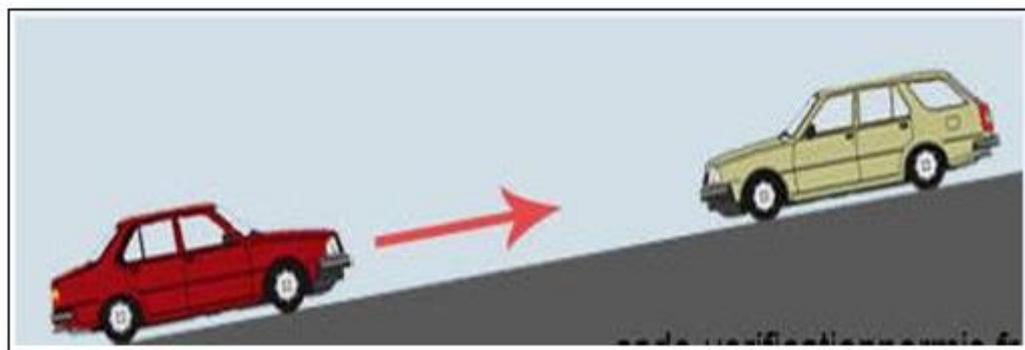


Figure II.06: Cas d'une route en déclivité.

f_L : Coefficient de frottement longitudinal;

i : déclivité de la route en %;

V_r : vitesse (Km/h)

Les normes algériennes donnent les valeurs du coefficient de frottement longitudinal en fonction de la vitesse et de la classe socio-économique de la route (catégorie de la route).

Tableau II.04: Coefficient de frottement longitudinal « f_L » en fonction de la vitesse (B40).

Vitesse de référence (Km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1, 2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3, 4, 5	0.49	0.46	0.43	0.4	0.36

b) Distance d'arrêt

La distance d'arrêt (d_1) à une vitesse V est égale à la distance élémentaire de freinage d_0 (m) augmentée de la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction avant le début du freinage (B40).



Figure II.07 : distance d'arrêt

- Hauteur de l'œil et des obstacles

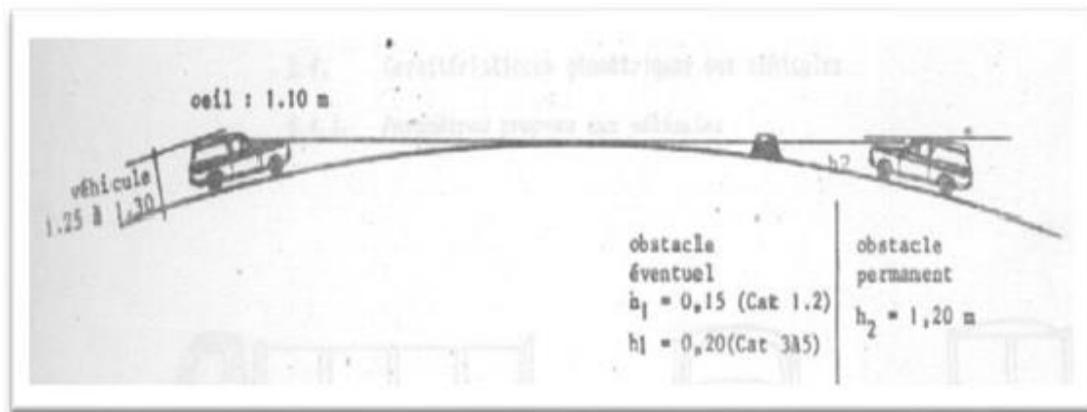


Figure II.08: Hauteur de l'œil et des obstacles selon B40.

- Temps de perception-réaction

Avant le freinage, à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps t_p pendant lequel.

- **Le conducteur:** perçoit l'existence de l'obstacle, c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum;
- Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).

Ce temps t_p est appelé le temps de perception-réaction. La norme divise ce temps en deux parties:

- Le temps physiologique moyen, c'est-à-dire le temps au cours duquel, l'œil transmet

les informations au cerveau et à son tour donne l'ordre d'agir qui est de 1.3 à 1.5S;

- Le temps mort mécanique, c'est-à-dire celui qui permet l'entrée en action des freins qui est de 0,5S.

Le tableau ci-dessous représente les différentes valeurs du temps t_1 selon les normes du B40:

Tableau II.05: Valeurs du temps t_1 en fonction de la catégorie et de la vitesse de référence (B40).

Catégories	V > 80Km/h	V ≤ 80Km/h
C1 – C2	1.8S	2S
Catégories	V > 60Km/h	V ≤ 60Km/h
C3 – C4 – C5	1.8S	2S

- **Distance d'arrêt en alignement droit**

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance « d_1 » est la somme de deux distances.

- **Obstacle immobile**

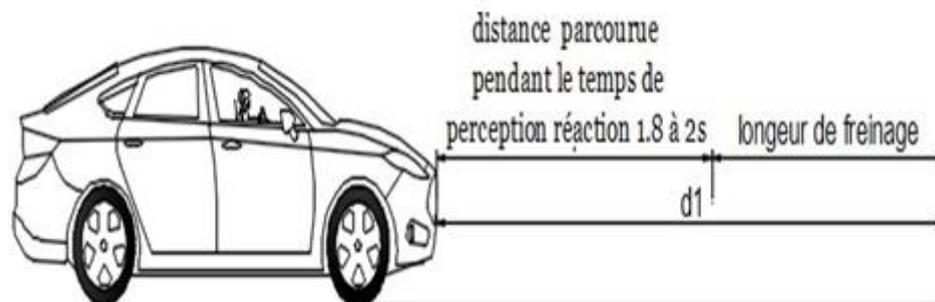


Figure II.09: Cas d'obstacle immobile.

- La distance de freinage « d_0 » déterminée précédemment;
- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction.

$$d_1 = d_0 + \frac{v_r}{3.6} \times t_p \tag{II.08}$$

Avec;

t_p : temps de perception-réaction en S;

d_0 : distance de freinage en m;

V_r : vitesse de référence.

- Obstacle mobile

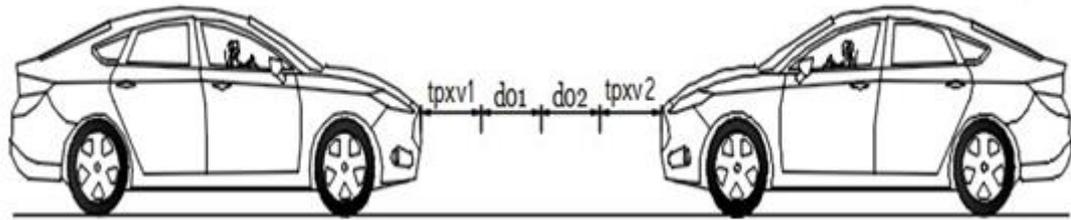


Figure II.10: Cas d'obstacle mobile.

$$\begin{cases} d_2 = d_{01} + 0.50 \times V_1 + d_{02} + 0.50 \times V_2 & \text{si } v \geq 100 \text{ km/h} \\ d_2 = d_{01} + 0.55 \times V_1 + d_{02} + 0.55 \times V_2 & \text{si } v < 100 \text{ km/h} \end{cases} \quad (\text{II. 09})$$

d_{01} : Distance de freinage de premier véhicule;

d_{02} : Distance de freinage de deuxième véhicule;

V_1 : Vitesse de référence de premier véhicule;

V_2 : Vitesse de référence de deuxième véhicule;

d_2 : Distance d'arrêt d'obstacle mobile. [5]

• **Distance d'arrêt en courbe (d_3)**

En courbe, il convient de prendre en compte l'accroissement de la distance d'arrêt. En effet, le freinage doit être moins énergique en courbe, et il est donc admis de majorer de 25% la distance de freinage pour les virages de rayon inférieur à $5V$.

$$\begin{cases} d_3 = d_1 + 0.25 \times d_0 & \text{si } R \leq 5 \times V \\ d_3 = d_1 & \text{si } R > 5 \times V \end{cases} \quad (\text{II. 09})$$

Ou; R: Rayon en plan;

V: Vitesse de référence;

d_1 : Distance d'arrêt en palier;

d_0 : Distance de freinage. [5]

Tableau II.06: Variations des distances de freinage (d_0), d'arrêt en alignement droit (d_1) et en courbe (d_3).

V (Km/h)		40	60	80	100	120
Catégorie 1-2	d_0 (m)	14	34	65	111	175
	d_1 (m)	36	67	109	161	235
	d_3 (m)	40	72	120	181	273
Catégorie 3-4 et 5	d_0 (m)	13	31	59	100	160
	d_1 (m)	35	64	99	150	220
	d_3 (m)	38	72	118	175	250

c) Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre

Selon les normes B40, on distingue deux distances de visibilité de dépassement.

- **Distance de visibilité de dépassement minimale « D_{dmin} »**

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement, selon B40:

$$\begin{cases} D_{dmin} = 4 \times V \left(\frac{Km}{h} \right) \text{ pour } V \leq 90 \text{ Km/h} \\ D_{dmin} = 5 \times V \left(\frac{Km}{h} \right) \text{ pour } V = 140 \text{ Km/h} \end{cases} \quad (II. 10)$$

Le coefficient multiplication de V sera interpolé linéairement pour une vitesse V comprise entre 90 et 140Km/h. Les différentes valeurs de « D_{dmin} » sont données dans le tableau ci-après.

Tableau II.07: Variations des « D_{dmin} » en fonction de la vitesse de référence (B40).

Vitesse en (Km/h)	40	60	80	100	120	140
D_{dmin} en (m)	150	250	325	425	550	700

- **Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement « D_{Md} »**

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet.

Tableau II.08: Valeurs de « D_{Md} » en fonction de la vitesse de référence (B40).

Vitesse en (Km/h)	40	60	80	100	120	140
D_{Md} en (m)	70	120	200	300	425	525

- **Distances de sécurité entre deux véhicules (D_S)**

Elle est l'espace nécessaire entre deux véhicule circulent dans le même sens, sur le même itinéraire et la même vitesse, afin d'éviter la collision en cas où la première action les freins au maximum.

$$D_S = \left(\frac{V}{3.6} \times t_P\right) + L \quad (II.11)$$

Ou;

t_P : Temps perception réaction (sec);

V : vitesse de véhicule (Km/h);

L : Longueur de véhicule à la moyenne égale à 8 m. [5]

Tableau II.09: Valeurs de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (Km/h) (B40).

		Vitesse (Km/h)	40	60	80	100	120
D_S	Catégories 1 et 2	E1 - E2	30	41	52	58	68
		E3	28	38	48	58	68
	Catégories 3, 4 et 5		30	38	48	58	58

II.7. Application dans notre projet

II.7.1. La catégorie

Dans notre projet routier la catégorie est **C1**, parceque c'est une route reliant la daïra de Ferdjioua et daïra Sidi khelifa vers l'autoroute Est-Ouest.

II.7.2. L'environnement

Dénivelée cumulée moyenne

Tableau II.10: Calcul de la dénivelée cumulée h_1 (pente >0)

N°	Pentes	Longueurs	h_1
1	4,33%	90,663	3,92

2	8,05%	589,099	47,39
3	4,39%	6,346	0,28
4	7,22%	25,458	1,84
5	2,63%	219,02	5,76
6	7,57%	391,319	29,64
7	6,93%	178,296	12,36
8	4,71%	266,924	12,57
9	8,00%	1242,457	99,40
10	5,95%	47,043	2,80
11	5,01%	157,616	7,89
12	7,86%	653,408	51,34
13	6,23%	389,349	24,26
14	8,03%	395,154	31,72
15	2,70%	343,754	9,28
16	7,16%	89,464	6,41
17	0,60%	210,483	1,27
18	7,98%	468,008	37,33
19	0,88%	241,921	2,12
20	6,09%	230,539	14,04
21	4,72%	157,409	7,42
22	3,02%	90,499	2,74

$$h_1 = \sum_{P_i > 0} P_i \times L_i = 411.77m$$

Tableau II.11: Calcul de la dénivelée cumulée h_2 (pente <0)

N°	Pentes	Longueurs	h_2
1	-0,03%	27,936	0,01
2	-1,07%	171,968	1,85

3	-1,02%	538,248	5,48
4	-3,87%	260,619	10,08
5	-6,92%	56,125	3,88
6	-4,01%	271,15	10,88

$$h_1 = \sum_{P_i < 0} P_i \times L_i = 32.18m$$

$$H = 411.77 + 32.18 = 443.95m$$

$$\frac{H}{L} = \frac{443.95}{13000} = 0.03415 = 3.415\%$$

On a; $1.5\% < H/L < 4\%$

Donc; **le terrain est vallonné.**

✚ La sinuosité

Un seul cas au Pk 11+000, le rayon de l'axe en plan est inférieur à 200m ou $R = 130m$

$$\sigma = \frac{L_s}{L} = \frac{353}{13000} = 0.027 \text{ donc } \sigma < 0.1$$

Donc, la sinuosité est **faible.**

D'après les calculs du dénivelé et de la sinuosité, on a conclu que l'environnement de cette route est de la **classe E2.**

II.7.3. La vitesse de référence

Selon les règles de B40, la vitesse de référence dans notre projet est estimée à 80Km/h.

II.7.4. Distance minimale de freinage

✚ Cas en palier et en alignement

On prend: $f_L = 0.39$

$$d_0 = \frac{80^2}{260 \times 0.39} = 63.11m$$

✚ Cas en déclivité

Dans notre projet, Déclivité maximale on prendre $i = 5\%$

$$d_0 = \frac{V^2 \left(\frac{km}{h}\right)}{260 \times (f_L \pm i)} \Rightarrow d_0 = \frac{80^2}{260 \times (0.39 - 0.05)} = 76.4 m$$

II.7.5. Distance d'arrêt**a) Distance d'arrêt en alignement droit****+ Obstacle immobile**

$$d_0 = 63.11\text{m} \quad t_p = 2\text{s} \quad V_r = 80\text{Km/h}$$

$$d_1 = 63.11 + \frac{80}{3.6} \times 2 = 107.55\text{m}$$

+ Obstacle mobile

$$V_r = 80\text{Km/h} \geq 100\text{Km/h}$$

$$d_2 = d_{01} + 0.50 \times V_1 + d_{02} + 0.50 \times V_2$$

$$V_1 = V_2 \quad d_{01} = d_{02} = d_0$$

$$d_2 = 2 \times d_0 + 0.50 \times 2 \times V_r$$

$$d_2 = 2 \times 63.11 + 0.50 \times 2 \times 80 = 206.22\text{m}$$

b) Distance d'arrêt en courbe

$$5 \times 80 = 400\text{m} > R_{\min}$$

$$d_3 = 107.55 + 0.25 \times 63.11 = 123.32\text{m}$$

c) Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre**+ Distance de visibilité de dépassement minimale « D_{dmin} »**

$$V_r = 80\text{Km/h} \leq 90\text{Km/h}$$

$$D_{dmin} = 4 \times 80 = 320\text{m}$$

+ Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement « D_{Md} »

Selon le tableau II.08: $D_{Md} = 200\text{m}$

+ Distances de sécurité entre deux véhicules (D_S)

L: Longueur de véhicule en moyenne (8m).

$$D_S = \left(\frac{80}{3.6} \times 2 \right) + 8 = 52.45\text{m}$$

Tableau II.12: Valeurs calculées et celles données par le B40.

Vitesse de référence	V_r (Km/h)	D'après B40	80
Distance de freinage	d_0 (m)	Calculé	63.11
		D'après B40	65
Distance d'arrêt en alignement droit obstacle immobile	d_1 (m)	Calculé	107.55
		D'après B40	109
Distance d'arrêt en alignement droit obstacle mobile	d_2 (m)	Calculé	206.22
Distance d'arrêt en courbe	d_3 (m)	Calculé	123.32
Distance de visibilité de dépassement	D_{amin} (m)	Calculé	320
		D'après B40	325
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	D_{Md} (m)	D'après B40	200
Distance de sécurité entre deux véhicules	D_s (m)	Calculé	52.45
		D'après B40	52

CHAPITRE III

ETUDE DU TRAFIC

Chapitre III: Etude du trafic

III.1. Introduction

L'étude du trafic est une étape très essentielle qui doit être faite en tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et au-delà, les caractéristiques à lui donner, depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur de différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée. Cette étape constitue un moyen important de saisir les grands flux à travers un pays ou une région. Cela permet de:

- La planification d'une stratégie de prévision des trafics, sur les réseaux routiers;
- L'évaluation économique des projets;
- L'estimation des coûts d'entretien du réseau routiers, qui sont en fonction du volume de circulation;
- Définition des caractéristiques techniques de différents tronçons de la route, tel que: le volume et la nature des circulations attendues (nombre de voies).

III.2. Les indicateurs de trafics

Les résultats issus des comptages sont exploités sous forme d'indicateurs. Les plus couramment utilisés sont:

- Le Trafic Moyen Journalier Annuel (T.M.J.A) égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jour;
- L'Unité de Voiture Particulière (U.V.P) est en général par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus fort de certains véhicules du poids lourds, en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.

III.3. L'analyse des trafics existants

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier, et elle consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données. [6]

III.4. Mesures du trafic

Les méthodes utilisées peuvent être classées en deux catégories:

- **Les comptages:** permettent de quantifier le trafic;

- **Les enquêtes:** permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

III.4.1. Les comptages (mesure du nombre de véhicules, composition du trafic)

Est l'élément de base de l'étude de trafic, on distingue essentiellement:

- Les comptages automatiques;
- Les comptages manuels.

a) Les comptages automatiques

Ils peuvent être permanents ou temporaires. Des comptages permanents sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes (réseau autoroutier, réseau routier national et routes départementales les plus circulées). Sur le reste du réseau, on peut procéder à des comptages temporaires un mois par ans.

b) Les comptages manuels

Ils sont réalisés par des enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indications fournies par les comptages automatiques (parts relatives du trafic lourd, donnée souvent indispensable, du transport en commun, de deux roues...). Ils sont souvent utilisés pour quantifier les mouvements directionnels au droit d'un carrefour.

III.4.2. Les enquêtes

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier), on parle d'enquête cordon. Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination [6]. Il existe plusieurs types d'enquêtes:

a) Les enquêtes papillons ou distributions de cartes

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes. On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), La comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux. Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable. Parmi les inconvénients de cette méthode sont les

suivantes:

- Le manque d'exhaustivité (on ne peut pas identifier la totalité des véhicules);
- Les erreurs de lecture fréquentes qui faussent partiellement les résultats;
- Un dépouillement fastidieux.

b) Interview des conducteurs

Cette méthode est lourde et coûteuse mais donne des renseignements précis. On arrête (avec l'aide des autorités pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peine d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées: origine et destination, motif du déplacement, fréquence et durée, et trajet utilisé, qui s'ajoutent à celle que l'enquêteur peut relever directement telle que le type de véhicule. Cette méthode est conditionnée par:

- Nécessite la possibilité d'arrêter et de stocker des véhicules sans danger;
- Implique de bien choisir les questions en fonction des besoins de l'étude;
- Présenter les limites des méthodes par sondage.

Bien qu'elle apparaisse simple à exécuter, elle demande beaucoup de préparation, et il est nécessaire de procéder à un minimum de formation des enquêteurs.

c) Les enquêteurs à domicile (enquête ménage)

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble de déplacements des ménages dans une agglomération. [6]

III.5. Différents types de trafic

III.5.1. Trafic normal

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

III.5.2. Trafic dévié

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

III.5.3. Trafic induit

C'est le trafic, qui résulte de:

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

III.5.4. Trafic total

C'est le trafic sur un aménagement neuf qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié. [6]

III.6. Modèles de présentation de trafic

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic, et de ses conséquences sur l'activité humains. Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont: [6]

III.6.1. Prolongation de l'évolution passée

Cette méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel. Le trafic T_n à l'année n sera: [5]

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n \quad (\text{III.01})$$

Avec;

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine;

τ : est le taux de croissance.

III.6.2. Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part, et certains indicateurs macro-économiques d'une autre part, tel que:

- Produit national brut (PNB);
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

III.6.3. Modèle gravitaire

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

III.6.4. Modèle de facteur de croissance

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine - destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants:

- Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation;
- Le nombre d'emploi;
- La population de la zone;

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

III.7. Calcul de la capacité de trafic

III.7.1. Définition de la capacité

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point, ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques, et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. Sa capacité dépend:

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

III.7.2. Projection future du trafic

La relation de calcul du trafic moyen journalier annuel à l'année horizon est: [5]

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n \quad (III.02)$$

Avec;

- **TJMA_h**: est le trafic à l'année horizon;
- **TJMA₀**: est le trafic à l'année zéro (ou l'année de référence);

- **n**: nombres d'années;
- **τ** : taux d'accroissement annuel du trafic en %.

III.7.3. Calcul du trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp). Le trafic effectif est calculé par la relation ci-après: [5]

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P \cdot Z] T J M A_h \quad (\text{III.03})$$

Ou;

- **T_{eff}** : est le trafic effectif a l'année horizon en (uvp/jour);
- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route;
- **Z**: pourcentage de poids lourd.

Tableau III.01: Coefficient d'équivalence «P». [5]

	E1 (Plaine)	E2 (Vallonné)	E3 (Montagneux)
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

III.7.4. Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est calculé par cette formule:

$$Q = T_{\text{eff}} \times \frac{1}{n} \quad (\text{III.04})$$

Ou;

- **Q**: débit de pointe horaire, et il est exprimé en unité véhicule particulier (uvp);
- **n**: nombre d'heure, (généralement, n'est égal à 8 heures).

III.7.5. Evaluation de l'offre

L'offre est le débit admissible que peut supporter une section de route:

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times \text{Capacité théorique} \quad (\text{III.05})$$

Tableau III.02: Valeurs du coefficient «K₁». [5]

Environnements	E1	E2	E3
K1	0,75	0,85	0,9 à 0,95

K₂: coefficient tenant compte la déférence entre les caractéristiques idéales, et les caractéristiques réelles de la circulation, il dépend de la catégorie de la route et de son environnement. Les valeurs usuelles de K₂ sont présentées au tableau ci-dessous:

Tableau III.03: Valeurs du coefficient «K₂». [5]

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1 (Facile)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2 (Moyen)	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3 (Difficile)	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98

Tableau III.04: Valeurs de la capacité théorique selon B40.

Capacité des routes en uvp/heure									
Suivant la largeur de la chaussée et les dégagements latéraux (1)									
Dégagement latéral ou largeur des accotements (dans 2 cotes de la chaussée)	Largeur de la chaussée unique								Deux (2) chaussées
	02 voies				03 voies		04 voies		Autoroutes, routes express
	4m	5m	6m	7m	9m	10.5m	12m	14m	
							(1)	(2)	(3)
1,80m	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 (4500)	3400 (5100)	1800 (5400)
1,20m	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950 (4400)	3300 (5000)	1750 (5300)
0,60m	X	110	1350	1700	2200	2700	2900 (4300)	3200 (4600)	1700 (5100)
0,00m	X	X	1200	1500	2000	2400	2650 (4000)	3000 (4500)	150000)

(1) Sans bande d'arrêt (revêtu)
 (2) Par sens. Chiffres entre parenthèse: capacité 2 sens réunis (déséquilibre 2/3 – 1/3)
 (3) Par voie, pour une voie de 3,50m. Entre parenthèse: capacité 2 sens réunis pour une route 2X2 voies (déséquilibre 2/3 – 1/3)
 (X) Non applicable; circulation très perturbée en cas de circulation de poids lourds.

III.7.6. Détermination de la classe de trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule suivante:

$$T_c = T_{pl} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1}}{\tau} \right] \times 365 \quad (III.06)$$

Avec;

- **Tpl:** trafic poids lourds à l'année de mise en service;
- **n:** nombres d'années;
- **τ:** taux d'accroissement annuel du trafic en %.

Tableau III.05: Classe du trafic. [6]

Classe de trafic	Trafic PL cumulé à la fin de la durée de vie
T0	$T < 3,5 \cdot 10^5$
T1	$3,5 \cdot 10^5 < T < 7,3 \cdot 10^5$
T2	$7,3 \cdot 10^5 < T < 2,0 \cdot 10^6$
T3	$2,0 \cdot 10^6 < T < 7,3 \cdot 10^6$
T4	$7,3 \cdot 10^6 < T < 4,0 \cdot 10^7$
T5	$T > 4,0 \cdot 10^7$

III.7.7. Détermination du nombre des voies

a) Cas d'une chaussée bidirectionnelle

On compare **Q** à **Q_{adm}** et en prend le profil permettant d'avoir :

$$Q_{adm} \geq Q \quad (III.07)$$

b) Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport **S.Q / Q_{adm}**. Tel que:

- **S:** coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3;
- **Q_{adm}:** est le débit admissible par voie. [6]

$$N = S \times \frac{Q}{Q_{adm}} \quad (III.08)$$

III.8. Application dans notre projet

III.8.1. Les données de trafic

Les données du trafic sont regroupées ci-dessous (d'après la société d'étude technique de Sétif ou S.E.T.S).

- **Année de comptage:** 2011
- **Année de mise en service:** 2015

- Taux d'accroissement annuel: 4%
- Pourcentage de poids lourd (Z): 22%
- TJMA en 2011: 11400V/j
- La durée de vie du projet: 20ans
- La vitesse de référence: 80Km/h
- Catégorie de la route: C1
- L'environnement: E2

III.8.2. Calcul le TMJA

$$TMJA_{2015} = 11400 (1 + 0.04)^4 = 13336 \text{ v/j.}$$

TMJA₂₀₃₅: pour une durée de vie de 20 ans

$$TMJA_{2035} = 13336 \times (1 + 0,04)^{20} \Rightarrow TMJA_{2035} = 29223 \text{ v/j.}$$

III.8.3. Calcul de Trafic effectif

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P \cdot Z] TJMA_h$$

D'après le tableau III.01: $P = 6$ $Z = 22\%$

$$T_{\text{eff}2015} = 6668 \times [(1 - 0.22) + 6 \times 0.22] \Rightarrow T_{\text{eff}2015} = 16937 \text{ uvp/j/sens}$$

$$T_{\text{eff}2035} = 14610 \times [(1 - 0.22) + 6 \times 0.22] \Rightarrow T_{\text{eff}2035} = 30681 \text{ uvp/j/sens}$$

III.8.4. Débit de pointe horaire normal

$$Q_{2015} = 0.12 \times T_{\text{eff}} \Rightarrow Q_{2015} = 0.12 \times 16937$$

Donc: $Q_{2015} = 2033 \text{ uvp/h/sens}$

$$Q_{2035} = 0.12 \times T_{\text{eff}} \Rightarrow Q_{2035} = 0.12 \times 30681$$

Donc: $Q_{2035} = 3682 \text{ uvp/h/sens}$

III.8.5. Capacité admissible

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

Selon le tableau de K1 et K2

K₁: coefficient correcteur est égal à 0.85 pour E2.

K₂: coefficient correcteur est égal à 0.99 pour environnement (E2) et catégorie (C1).

C_{th}: capacité théorique est 1800 uvp/heurs

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1461.24 \text{ uvp/heurs/}$$

$$Q_{adm} = 1460 \text{ uvp/h/sens}$$

III.8.6. Le calcul du nombre des voie

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{Q_{2035}}{Q_{adm}} = \frac{2}{3} \times \frac{3682}{1460} = 1.68$$

Donc n = 2 voie / sens

III.8.7. Détermination de l'année de saturation

On a $T_{eff_{2015}} = 16937 \text{ uvp/j/sens}$

$$Q_{2015} = 2033 \text{ uvp/j/sens}$$

$$Q_{saturation} = 2 \times Q_{adm} = 2 \times 1460$$

Donc $Q_{saturation} = 2920 \text{ uvp/j/sens}$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2015}$$

$$N = \frac{\ln\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2015}}\right)}{\ln(1+0.04)} \quad N = \frac{\ln\left(\frac{2920}{2033}\right)}{\ln(1+0.04)} = 26.70$$

Donc N = 27 ans donc l'année de saturation = 2015 + N = 2042

$$Q_{saturation\ 2042} = (1 + 0.04)^{27} \times 20333 = 11267 \text{ uvp/j}$$

III.8.8. Détermination la classe du trafic

$$TC = T_{pl} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] \times 365$$

$$T_n = T_0 (1 + t)^n$$

$$T_{PL2015} = 1320 (1 + 0.04)^4 = 1545 \text{ uvp/j}$$

$$TC = 1545 \times \left[1 + \frac{(1+0.04)^{27+1} - 1}{0.04} \right] \times 365$$

$$TC = 2.8 \times 10^7$$

Classe u trafic	Trafic PL cumule à la fin de la durée de vie
T ₄	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4.0 \cdot 10^7$

Donc notre route est classée du Trafic PL cumule à la fin de la durée de vie dans la classe T₄

III.9. Conclusion

D'où notre route sera saturée 26 ans après la mise en service, donc l'année de saturation est l'année : 2042 avec chaussée unidirectionnel 2 x 2 voie dans la classe du trafic T₄.

CHAPITRE IV

TRACE EN PLAN

Chapitre IV: Tracé en plan

IV.1. Introduction

Le tracé en plan d'une route est obtenu par la projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal. Généralement, ce plan peut être une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain représenté par des courbes de niveau. Il est généralement constitué par une succession des alignements droits reliés entre eux par des arcs ou des courbes de raccordement progressif. Ce tracé est caractérisé par une vitesse de référence à partir de laquelle, on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

IV.2. Règles à respecter dans le tracé en plan

- Appliquer les règlements Algérienne du B40;
- Eviter de passer sur les terrains agricoles et les zones forestières, si c'est possible;
- 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;
- Utiliser des grands rayons, si l'état du terrain le permet;
- Respecter la pente maximale, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau;
- Respecter la longueur minimale des alignements droits, si c'est possible;
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques;
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale de l'axe du projet;
- En présence des lignes électriques aérienne, il faut prévoir une hauteur minimale de 10m. [4]

IV.3. Eléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes. Il est caractérisé par la vitesse de référence, appelée ainsi vitesse de base. Cela permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier. Le raccordement entre les alignements droits et les courbes, se fait à l'aide des Clothoïdes qui assurent un raccordement progressif confortable et sécurisant pour les usagers de la route. Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

IV.3.1. Les droites (alignements)

L'alignement est l'élément de la route le plus simple, et son emploi dans le tracé des routes modernes est restreint, car il présente des inconvénients, notamment:

- Eblouissement des phares (conduite de nuit);
- Mauvaise adaptation de la route au paysage;
- Esthétique difficile;
- Encourage les vitesses excessives.

Il existe toutefois des cas exceptionnels où l'emploi des alignements se justifie pleinement par exemple:

- En tracé où la sinuosité est très forte;
- Dans les vallées étroite et rectiligne, où des courbes imposeraient des ouvrages d'art;
- Le long de construction existants (voies ferrées, cours d'eau, canaux);
- Pour donner une possibilité de dépassement à une route bidirectionnelle.

Pour cela, on est amené à faire un tracé légèrement infléchi. On doit donc remplacer ces alignements droits trop longs par une succession d'alignements courts et de courbes. En faits, il est préférable d'avoir un pourcentage compris entre 20% et 60% en alignement droit, d'une section de route. La longueur des alignements dépend de:

- La vitesse de base ou de référence;
- Les sinuosités précédent et suivant l'alignement;
- Des rayons de courbure de ces sinuosités.

Les longueurs minimales et maximales des alignements sont calculées selon B40 comme suit.

a) Longueur minimum L_{min}

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$$L_{min} = t \times V = t \times \frac{V_r}{3.6} \quad (IV.01)$$

Avec; $t = 5\text{sec}$ V_r : vitesse de véhicule.

b) Longueur maximum L_{max}

Celle qui correspond au chemin parcouru pendant 60 secondes à la vitesse v .

$$L_{max} = t \times V = t \times \frac{V_r}{3.6} \quad (IV.02)$$

Avec; $t = 60\text{sec}$

V_r : vitesse de véhicule.

IV.3.2. Arcs de cercle

Deux alignements droits de direction différente sont reliés par une courbe, notre rôle est d'assurer une transition confortable et sécurisante d'un usager passant d'un alignement droit à un autre. Pour cela, il y a lieu de choisir un rayon de la courbe assurant cette condition. Dans ce cas, trois éléments interviennent pour limiter la courbure:

- La stabilité des véhicules sous l'effet de l'accélération centrifuge;
- La visibilité dans les courbes;
- On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre au-dessous du rayon minimum préconisé. [5]

IV.3.2.1. Condition de stabilité en courbe

La détermination de rayon minimal admissible en plan résulte l'analyse des conditions de stabilités des voitures dans les courbes. Lorsque le véhicule est dans le virage, il est soumis à différentes forces, parmi lesquelles figurent son poids propre P et la force centrifuge F_c . Si, la résultante des deux forces R' passe en dehors du polygone des roues, le véhicule perd sa stabilité et se renverse. [8]

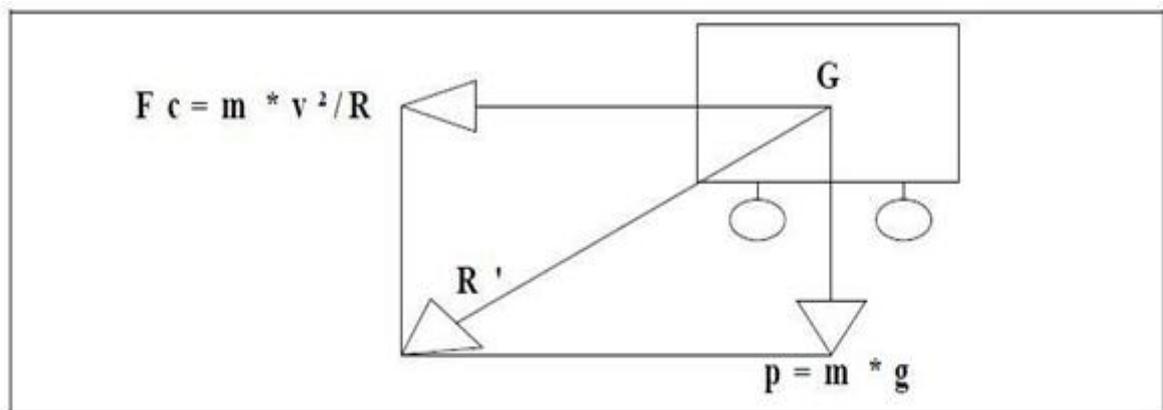


Figure IV.01: Stabilité du véhicule en plan.

Avec;

F_c : est la force centrifuge;

R' : est la résultante;

P : poids du véhicule.

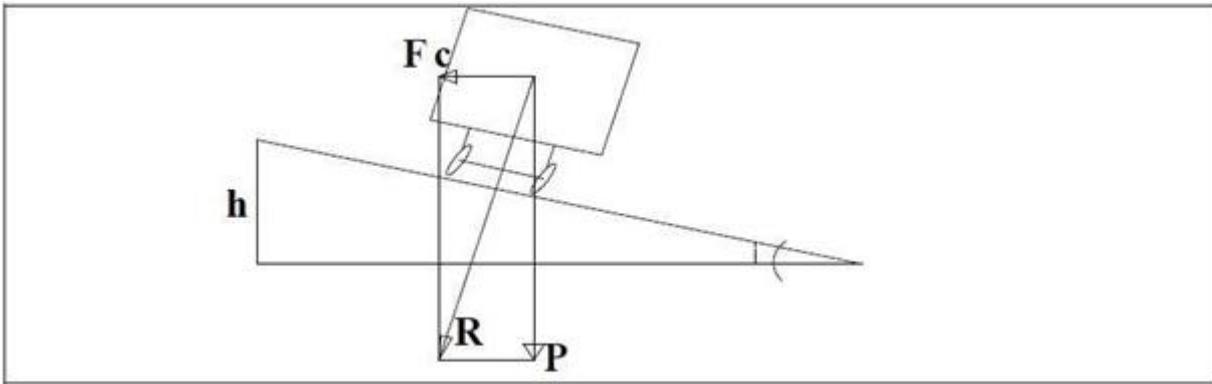


Figure IV.02: Stabilité du véhicule en inclinaison i .

Pour éviter la déstabilisation du véhicule, on rapproche la résultante R' , pour qu'elle soit presque perpendiculaire à la surface de la route. Pour cela, il faut faire une inclinaison (dévers) à notre route [7]. Cette inclinaison est en fonction de la vitesse de référence. Cette condition générale peut être exprimée par:

$$P_d + P_{ft}(v) = \left(\frac{v_r}{3.6}\right)^2 \times \frac{1}{R} \times \frac{P}{g} \quad (IV.03)$$

Avec;

f_t : Coefficient de frottement transversal;

d : Dévers de la route.

Les valeurs du coefficient de frottement transversal dépendent de la vitesse de référence, et catégorie de l'environnement selon les normes B40 (voir le tableau IV.01).

Tableau IV.01: Coefficient de frottement transversal.

	120	100	80	60	40
Catégories 1 - 2	0,10	0,11	0,13	0,16	0,20
Catégories 3 - 4 - 5	0,11	0,125	0,15	0,18	0,22

a) Rayon minimal absolu (R_{Hm})

Ce rayon assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence, lorsqu'il est associé au dévers maximal.

$$R_{Hm} = \frac{(v_r)^2}{127 \times (d_{max} + f_t(v_r))} \quad (IV.04)$$

Le tableau ci-dessous résume les valeurs des dévers minimales et maximales selon B40.

Tableau IV.02: Valeurs des dévers minimales et maximales en fonction de la catégorie et de l'environnement.

Environnements Catégories	Facile (E1)	Moyen (E2)	Difficile (E3)
<u>Catégorie 1 - 2</u>			
Dévers min	2.5 %	2.5 %	2.5 %
Dévers max	7 %	7 %	7 %
<u>Catégorie 3 - 4</u>			
Dévers min	3 %	3 %	3 %
Dévers max	8 %	8 %	7 %
<u>Catégorie 5</u>			
Dévers min	3 %	3 %	3 %
Dévers max	3 %	3 %	9 %

b) Rayon minimal normal R_{HN}

Ce rayon est calculé à partir d'une vitesse V est égal à $(V_r + 20)$ Km/h.

$$R_{HN} = \frac{(V_r + 20)^2}{127 \times (d_{max} + f_{t(vr)})} \quad (IV.05)$$

c) Rayon au dévers minimal (R_{Hd})

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage, et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse (V_r) serait équivalente, à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$R_{Hd} = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}} \quad (IV.06)$$

d) Rayon minimal non déversé (R_{Hnd})

C'est le rayon non déversé, telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse « V_r » dans une courbe de devers égal à d_{min} vers l'extérieur reste inférieur à la valeur limitée.

$$R_{Hnd} = \frac{V_r^2}{127 \times (f'' - d_{min})} \quad (IV.07)$$

Avec;

$f'' = 0,06$, pour les catégories 1 et 2;

$f'' = 0,07$, pour la catégorie 3;

$f'' = 0,075$, pour les catégories 4 et 5.

Les valeurs des rayons en plan selon B40 sont données par le tableau ci-après.

Tableau IV.03: Valeurs des rayons en plan selon B40.

Catégories	Symbole (d%)	Environnement 1			Environnement 2			Environnement 3		
		120	100	80	100	80	60	80	60	40
<u>Catégorie 1-2</u>	Vr (Km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40
	RHm (7%) (m)	650	450	250	450	250	125	250	125	50
	RHN (5%) (m)	1000	650	450	650	450	250	450	250	125
	RHd (2,5%) (m)	2200	1600	1000	1600	1000	550	1000	550	250
	RHnd (-2,5%) (m)	3200	2200	1400	2200	1400	800	1400	800	350
<u>Catégorie 3</u>	Vr (Km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40
	RHm (m)	600	375	220	375	220	115	230	115	40
	RHN (m)	850	600	375	600	375	220	400	230	115
	RHd (3%) (m)	1900	1300	800	1300	800	450	800	450	200
	RHnd (-3%) (m)	2800	2000	1200	2000	1200	700	1200	700	300
<u>Catégorie 4</u>	Vr (Km/h)	100	80	60	80	60	40	60	40	-
	RHm (m)	375	220	115	220	115	40	115	40	-
	RHN (m)	600	375	220	375	220	115	230	115	-
	RHd (m)	1300	800	450	800	450	200	450	200	-
	RHnd (m)	1250	1100	650	1100	650	280	650	280	-
<u>Catégorie 5</u>	Vr (Km/h)	80	60	40	60	40	-	40	-	-
	RHm (9%) (m)	210	105	40	105	40	-	40	-	-
	RHN (6%) (m)	350	210	105	210	105	-	105	-	-
	RHd (3%) (m)	800	450	200	450	200	-	200	-	-
	RHnd (-3%) (m)	1100	650	280	650	280	-	280	-	-

IV.3.3. La clothoïde

La Clothilde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon progressive, elle a pour rôle de maintenir constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers. La clothoïde présente des propriétés remarquables qui justifient son emploi:

- Sa courbure $1/R$ est proportionnelle à l'abscisse curviligne L (origine au point de courbure nulle). Si, A est le paramètre de la Clothoïde, on a: $R \times L = A^2$

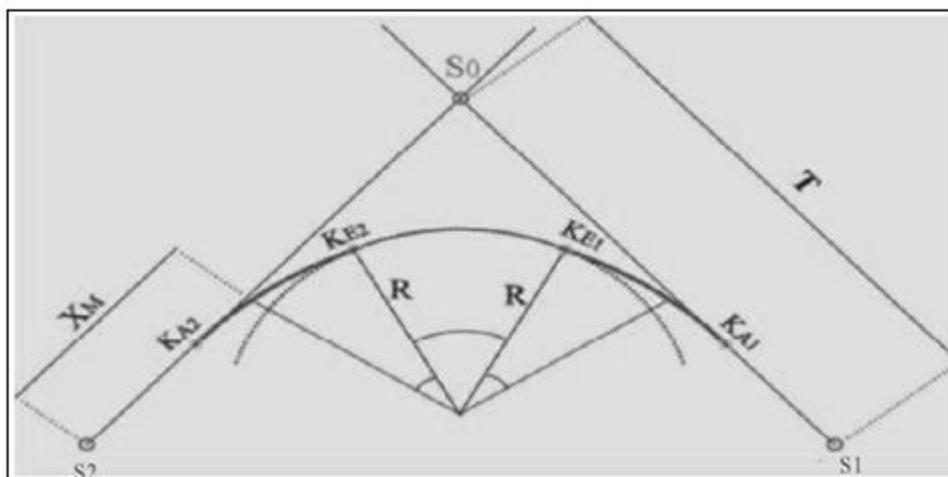


Figure IV.04: expression mathématique de la clothoïde.

- Parcourue à la vitesse constante, elle correspond à la trajectoire d'un véhicule, dont l'angle de braquage du volant augmente régulièrement.

N.B: Selon les règles de B40, la clothoïde est obligatoire pour les itinéraires de catégorie 1 et 2. La clothoïde est fortement préconisée pour la catégorie 3 et souhaitée pour les catégories 4 et 5.

- A : Paramètre de la clothoïde;
- M : Centre de cercle d'abscisse X_m ;
- R : Rayon de cercle;
- K_A : Origine de la clothoïde;
- K_E : Extrémité de la clothoïde;
- L : Longueur de la branche de la clothoïde;
- ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage);
- X_m : Abscisse du centre du cercle M à partir de K_A ;

- τ : Angle des tangentes;
- X : Abscisse de K_E ;
- Y : Origine de K_E ;
- TK : Tangente courte;
- TL : Tangente longue;
- SL : Corde ($K_A - K_E$);
- σ : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

Courbure K est linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L : $K = C \times L$

$$1/C = A^2 \Rightarrow L \times R = A^2 \quad (IV.08)$$

IV.4. Conditions de raccordement

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

IV.4.1. Condition optique

Cette condition permet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route, et ses obstacles et au même temps d'avancé le tracé d'une façon, à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible [2]. La règle en général pour que un raccordement progressif, soit optiquement efficace doit correspondre à un changement de direction perceptible de la façon suivante pour une clothoïde d'équation $RL = A^2$ et de paramètre A :

$$\tau = \frac{A^2}{2R^2} > \frac{1}{18} \quad (IV.09)$$

Ou; $A > \frac{R}{3}$ et $L > \frac{R}{9}$

Dans les mêmes conditions, le ripage du cercle raccordé R , c'est-à-dire l'écart entre le cercle et l'alignement qui ne lui est plus tangente est définie comme suite:

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{L}{216} = \frac{R}{1.944} \quad (IV.10)$$

$$\frac{A}{R} = \left(\frac{24\Delta R}{R}\right)^{1/4} \text{ et } L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad (IV.11)$$

Et, on ajoute d'une façon générale les valeurs suivantes:

- Pour les rayons supérieur à 5000m: $\Delta R = 2.5m$ ce qui équivaut à la condition $\frac{A}{R} = 0.331$;
- Pour les rayons compris entre 2000m et 5000m: $\Delta R = 1.75m$ à $2.5m$ ce qui équivaut à la condition $0.331 < \frac{A}{R} < 0.381$;
- Pour les rayons compris entre 1000m et 2000m: $\Delta R = 1m$ à $1.75m$ ce qui équivaut à la condition $0.381 < \frac{A}{R} < 0.394$;
- Pour les rayons inférieur à 1000m: $\Delta R = 0.5m$ à $1m$ ce qui équivaut à la condition. $0.331 < \frac{A}{R} < 0.38$ [4]

B: pour les rayons inférieurs à 192m, ($\Delta R = 0.5m$); ce qui équivaut à la condition: $\frac{A}{R} = 0,5$

IV.4.2. 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 traduit par la limitation de la pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversées par rapport à celle de son axe. Cette pente est limitée à:

$$\Delta P = \frac{0.5}{V_r(Km/h)} \quad (IV.12)$$

Avec; $\Delta P > 0.5$ pour assurer un écoulement satisfaisant des eaux.

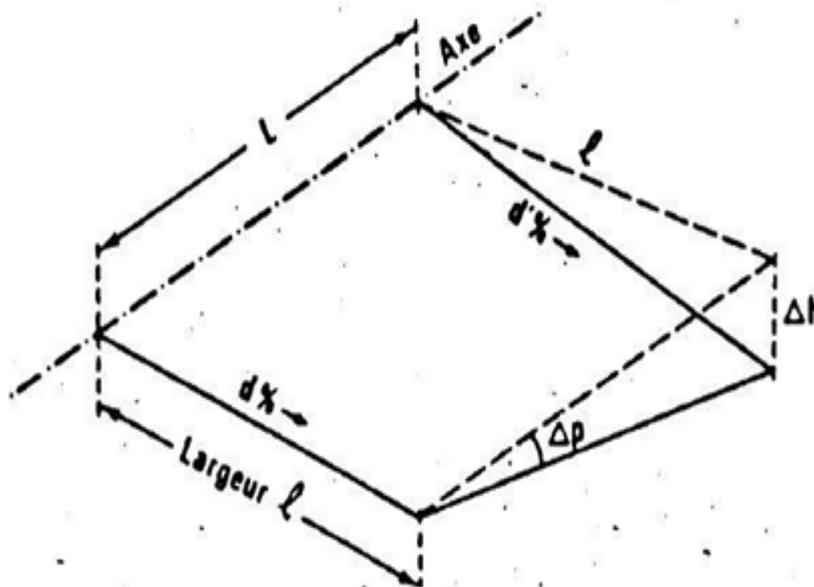


Figure IV.05: Condition de gauchissement.

La relation de gauchissement s'exprime par la relation suivante: [5]

$$\frac{\Delta d \% \times 5}{100 \times L} \leq \frac{0.5}{V_r} \Rightarrow L \geq \frac{5 \times V_r \times \Delta d \%}{50} \quad (IV.13)$$

IV.4.3. Condition de confort dynamique

Cette condition pour assurer l’introduction progressive de dévers et de courbure, et au même temps respecter les conditions de la stabilité et de confort dynamique, en limitant par unité de temps la variation de la sollicitation transversale des véhicules. La variation de la sollicitation transversale des véhicules est limitée à par seconde cette condition est satisfaite. Si, la variation de dévers est inférieure à 2% par seconde compte tenu les valeurs des devers préconisées. Elle s’exprime par la relation suivante [5]:

$$L < 0.2 \times \frac{V_r^2}{3.6} \left[\frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right] \quad (IV.14)$$

Avec; $\Delta d = d + d_{min}$

Le tableau ci-après donne des valeurs arrondies des longueurs minimales des clothoïde satisfaisant aux conditions précédentes et raccordant un alignement droite déversé à (-d_{min}) à un arc de cercle de rayon R_{Hm} et R_{Hnd} pour les différentes vitesses de référence des catégories 1 et 2 selon le B40.

Tableau IV.04: Valeurs arrondies des longueurs minimales des clothoïde. [5]

V_r en Km/h	R_m en m	d en %	Raccordement optique $L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$	Raccordement dynamique $L < 0.2 \times \frac{V_r}{3.6} \left[\frac{V_r}{127R} - \Delta d \right]$	Raccordement de gauchissement d’une chaussé de 7m entre 7% et - 2.5%
40	R_{Hm} = 50m	+ 7%	35m $\Delta R = 1m$	14m	53m
	R_{Hnd} = 350m	- 2.5%	92m $\Delta R = 1m$	3m	-
60	R_{Hm} = 125m	+ 7%	55m $\Delta R = 1m$	26m	80m
	R_{Hnd} = 800m	- 2.5%	139 m $\Delta R = 1 m$	7m	-
80	R_{Hm}= 250m	+ 7%	77m $\Delta R = 1m$	38m	106m

	$R_{Hnd} =$ 1400m	- 2.5%	183m $\Delta R = 1m$	11m	-
100	$R_{Hm} =$ 450m	+ 7%	103m $\Delta R = 1m$	44m	133m
	$R_{Hnd} =$ 2200m	- 2.5%	230m $\Delta R = 1m$	20m	-
120	$R_{Hm} =$ 650m	+ 7%	125m $\Delta R = 1m$	53m	$\Delta P = 0.5\%$ 133m
	$R_{Hnd} =$ 3200m	- 2.5%	340m $\Delta R = 1.5m$	23m	-
140	$R_{Hm} =$ 1000m	+ 7%	155m $\Delta R = 1m$	46m	133m
	$R_{Hnd} =$ 4400m	- 2.5%	514m $\Delta R = 2.5m$	27m	-

IV.5. Application au projet

Pour notre route est situé dans un environnement (E2), et classé de la première catégorie (C1) avec une vitesse de référence de 80Km/h, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau VI.05.

IV.5.1. Paramètres fondamentaux

Le tableau ci-dessous résume les paramètres fondamentaux de notre projet selon le règlement des normes algériennes B40.

Tableau VI.05: Paramètre fondamentaux dans notre projet.

Paramètre	Symboles	Valeurs
Vitesse des véhicules légers (Km/h)	V_r	80
Vitesse de poids lourd (Km/h)	VPL	60
Devers minimal (%)	d_{min}	2.5
Devers maximal (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2

Frottement longitudinal	f_l	0,39
Frottement transversal	f_t	0,13
Distance de freinage (m)	d_0	63.11
Distance d'arrêt (m)	d_1	107.96
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d_m	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_n	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d_{Md}	200
R_{Hm} (m) (dévers associe %)	R_{Hm}	250 (7%)
R_{HN} (m) (dévers associe %)	R_{HN}	450 (5%)
R_{Hd} (m) (dévers associe %)	R_{Hd}	1000 (2.5%)
R_{Hnd} (m) (dévers associe %)	R_{Hnd}	1400 (-2.5%)

IV.5.2. Calcul des longueurs des alignements

a) Longueur minimum (L_{min})

$$t = 60\text{sec} \quad V_r = 80\text{Km/h}$$

$$L_{min} = 5 \times \frac{80}{3.6} = 111.12\text{m}$$

b) Longueur maximum (L_{max})

$$t = 60\text{sec} \quad V_r = 80\text{Km/h}$$

$$L_{max} = 60 \times \frac{80}{3.6} = 1333.34\text{m}$$

IV.5.3. Calcule des rayons en plan

Pour notre projet: C1, $V_r = 80\text{Km/h}$, et Environnement (E2)

Donc; $f_t = 0.13$, $d_{max} = 7\%$, $d_{min} = 2.5 \%$ et $f'' = 0.06$.

a) Rayon minimal absolu (R_{Hm})

$$R_{Hm} = \frac{(80)^2}{127 \times (0.07 + 0.13)} = 251.96\text{m}$$

b) Rayon minimal normal (R_{HN})

$$R_{HN} = \frac{(100)^2}{127 \times (0.07 + 0.11)} = 437.45\text{m}$$

c) Rayon au dévers minimal (R_{Hd})

$$R_{Hd} = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.025} = 1007.87\text{m}$$

d) Rayon minimal non déversé (R_{Hnd})

$$R_{Hnd} = \frac{80^2}{127 \times (0.06 - 0.025)} = 1439.82\text{m}$$

Tableau IV.06: Valeurs des rayons en plan.

Rayons en plan	Calculé	Selon B40
Rayon minimal absolu (R_{Hm}) (m)	251.96	250
Rayon minimal normal (R_{HN}) (m)	437.450	450
Rayon au dévers minimal (R_{Hd}) (m)	1007.87	1000
Rayon minimal non déversé (R_{Hnd}) (m)	1439.82	1400

IV.5.4. Exemple de calcul de la Clothoïde

Exemple du pk 0+000 au 0+500 pour un rayon (R) égale à 130m.

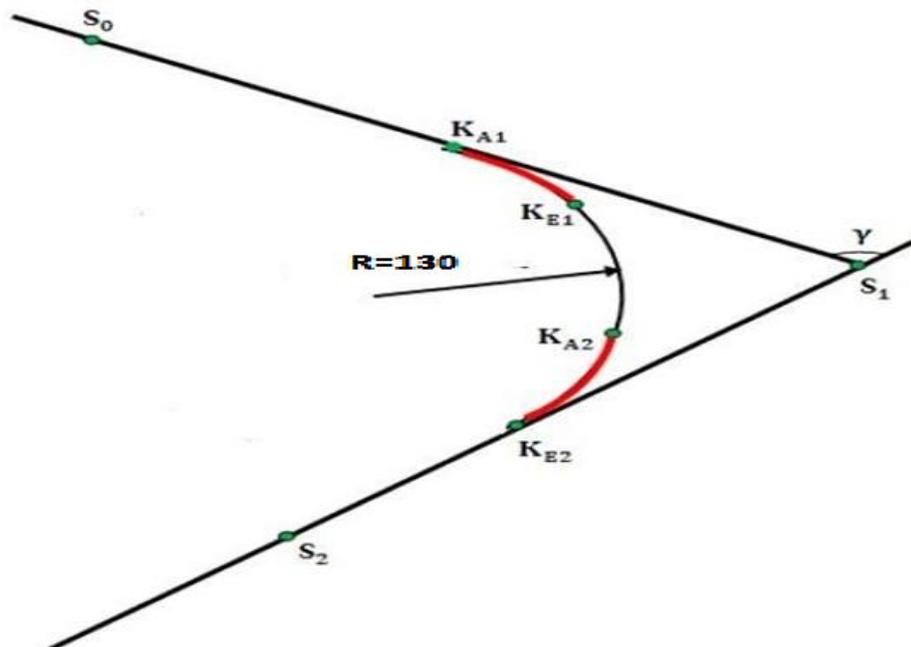


Figure IV.06: Exemple de calcul de la clothoïde.

Le tableau ci-après représente les valeurs des coordonnées des sommets d'un rayon de l'axe en plan dans notre projet obtenu après la désignation de l'axe par logiciel AutoCad.

Tableau IV.07: Coordonnées des sommets d'un exemple de rayon de la clothoïde.

	S0	S1	S2
X (m)	254306.3716	255394.4709	254567.6621
Y (m)	4033019.2803	4033055.3917	4032648.7130

a) Calcul de la longueur minimale de la clothoïde (L)

- **Condition optique**

On a;

$$R = 130m < 192 \rightarrow \Delta R = 0.5$$

- **Condition optique**

On a; pour les rayons inférieurs à 192m, ($\Delta R = 0.5m$) ce qui équivaut à la condition $\frac{A}{R} \approx 0.5$

$$\frac{A}{R} = \left(\frac{24 \times 0.5}{130}\right)^{1/4} = 0.527 \rightarrow A = 130 \times 0.527 = 68.51$$

$$L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \rightarrow L_1 = \sqrt{24 \times 130 \times 0.5} = 39.49 \approx 40m$$

- **Condition de confort dynamique**

$$\Delta d = d + d_{\min} = 0.025 + 0.07 = 0.095 \rightarrow L_2 < 0.2 \times \frac{V_r^2}{3.6} \left[\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d \right]$$

$$= 0.2 \times \frac{80^2}{3.6} \times \left[\frac{80^2}{127 \times 130} - 0.095 \right] = 104.05m$$

- **Condition de gauchissement**

$$L_3 \geq \frac{5 \times V_r \times \Delta d\%}{36} = \frac{5 \times 80 \times 9.5}{36} = 105.56m$$

$$L = (L_1; L_2; L_3) = 110m$$

b) Vérification de non chevauchement

Cas de non chevauchement, si la condition suivante est vérifiée: $\tau < \gamma/2$

- Calcul de l'angle des tangentes (τ)

$$\tau = \frac{L^2}{2 \times R^2} \times \frac{200}{\pi} = \frac{110^2}{2 \times 130^2} \times \frac{200}{\pi} = 22.80 \text{ Grad}$$

- Calcul des gisements

$$(\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0) \Rightarrow \text{Gis} = \text{gis Grad}$$

$$(\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0) \Rightarrow \text{Gis} = 200 - \text{gis Grad} \rightarrow \text{avec gis} > 0$$

$$(\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y < 0) \Rightarrow \text{Gis} = \text{gis} + 200 \text{ rad} \rightarrow \text{avec gis} > 0$$

$$(\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0) \Rightarrow \text{Gis} = 400 - \text{gis Grad} \rightarrow \text{avec gis} > 0$$

$$\begin{cases} \Delta X_1 = X_{S1} - X_{S0} = 255394.4709 - 254306.3716 = 1088.0993 \text{ m} > 0 \\ \Delta Y_1 = Y_{S1} - Y_{S0} = 4033055.3917 - 4033019.2803 = 36.111 \text{ m} > 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta X_2 = X_{S2} - X_{S1} = 254567.6621 - 255394.4709 = -826.8088 \text{ m} < 0 \\ \Delta Y_2 = Y_{S2} - Y_{S1} = 4032648.7130 - 4033055.3917 = -406.678 \text{ m} < 0 \end{cases}$$

$$G_{S_0}^{S_1} = \text{arctg} \left(\frac{|36.111|}{|1088.0993|} \right) = 2.12 \text{ Grad}$$

$$G_{S_1}^{S_2} = 200 + \text{arctg} \left(\frac{|-406.678|}{|-826.8088|} \right) = 229.10 \text{ Grad}$$

$$\overline{S_0 S_1} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{1088.0993^2 + 36.111^2} = 1088.70 \text{ m}$$

$$\overline{S_1 S_2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{826.8088^2 + 406.678^2} = 921.41 \text{ m}$$

$$\gamma = |G_{S_1}^{S_2} - G_{S_0}^{S_1}| = |229.10 - 2.12| = 126.98 \text{ Grad}$$

Après les calculs; on a obtenu que:

$$\tau < \frac{\gamma}{2} \rightarrow 22.08 \text{ Grad} < \frac{126.98}{2} \text{ Grad}$$

Donc; la condition est vérifiée ou pas de chevauchement.

c) Calcul de l'abscisse du centre du cercle

$$X_m = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{68.51}{2 \times 130} = 18.05 \text{ m}$$

d) Abscisse de KE

$$X_{KE} = L \times \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R}\right) = 110 \times \left(1 - \frac{110^2}{40 \times 130}\right) = -145.96m$$

e) Origine de KE

$$Y_{KE} = \frac{L^2}{6 \times R} = \frac{110^2}{6 \times 130} = 15.51m$$

$$T = (R + \Delta R) \times \tan\left(\frac{Y_{KE}}{2}\right) = 130.5 \times \tan\left(\frac{15.51}{2}\right) = 15.98m$$

f) Calcul des coordonnées SL

$$SL = \sqrt{X_{KE}^2 - Y_{KE}^2} = \sqrt{145.96^2 + 15.51^2} = 146.78m$$

g) Calcul de σ

$$\sigma = \arctg\left(\frac{Y_{KE}}{X_E}\right) = \arctg\left(\frac{15.51}{145.96}\right) = 6.73\text{grad}$$

h) Calcul de l'arc

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 226.98 - 2 \times 22.80 = 181.38 \text{ grad}$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \times \alpha \times \pi}{200} = \frac{130 \times 181.38 \times \pi}{200} = 374.19m$$

i) Calcul des coordonnées des points singuliers

- $X_{KA1} = X_{S0} + (\overline{S_0S_1} - T) \times \sin(G_{S_0}^{S_1})$

$$X_{KA1} = 254306.3716 + (1088.70 - 15.98) \times \sin(2.12) = 254342.0875m$$

- $Y_{KA1} = Y_{S0} - (\overline{S_0S_1} - T) \times \cos(G_{S_0}^{S_1})$

$$Y_{KA1} = 4033019.2803 - (1088.70 - 15.98) \times \cos(2.12) = 40311947.073m$$

- $X_{KA2} = X_{S2} + (\overline{S_1S_2} - T) \times \sin(G_{S_1}^{S_2} - 200)$

$$X_{KA2} = 254567.6621 + (921.41 - 15.98) \times \sin(29.10) = 254967.2729m$$

- $Y_{KA2} = Y_{S2} + (\overline{S_1S_2} - T) \times \cos(G_{S_1}^{S_2} - 200)$

$$Y_{KA2} = 4032648.7130 + (921.41 - 15.98) \times \cos(29.10) = 4033461.187m$$

- $X_{KE1} = X_{KA1} + SL \times \sin(G_{s_0}^{s_1} + \sigma)$

$$X_{KE1} = 254342.0875 + 146.78 \times \sin(8.85) = 254362.4265m$$

- $Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \times \cos(G_{s_0}^{s_1} + \sigma)$

$$Y_{KE1} = 40311947.073 - 146.78 \times \cos(8.85) = 40311801.71m$$

- $X_{KE2} = X_{KA2} + SL \times \sin(G_{s_1}^{s_2} - 200 + \sigma)$

$$X_{KE2} = 254967.2729 + 146.78 \times \sin(35.83) = 255045.5903m$$

- $Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \times \cos(G_{s_1}^{s_2} - 200 + \sigma)$

$$Y_{KE2} = 4033461.187 + 146.78 \times \cos(35.83) = 4033585.327m$$

Le tableau ci-dessous présente les valeurs des coordonnées de points singuliers calculés.

Tableau IV.08: Valeurs des points singuliers calculés.

Coordonnées	KA1	KA2	KE1	KE2
X (m)	254342.0875	254967.092	254488.4828	254916.5702
Y (m)	4034091.405	4033461.187	4034080.785	403323.376

IV.5.5. Trace en plan de la route

L'étude de notre route a été fait par logiciel piste, ainsi que ce logiciel est simplifie les calculs de l'étude et il présente des avantages très utiles par rapport aux autres logiciels. La figure ci-dessous montre une image de l'axe en plan de la route dans notre projet tiré par logiciel piste. Les résultats de calcul de l'axe en plan par logiciel piste seront présentés en annexe.

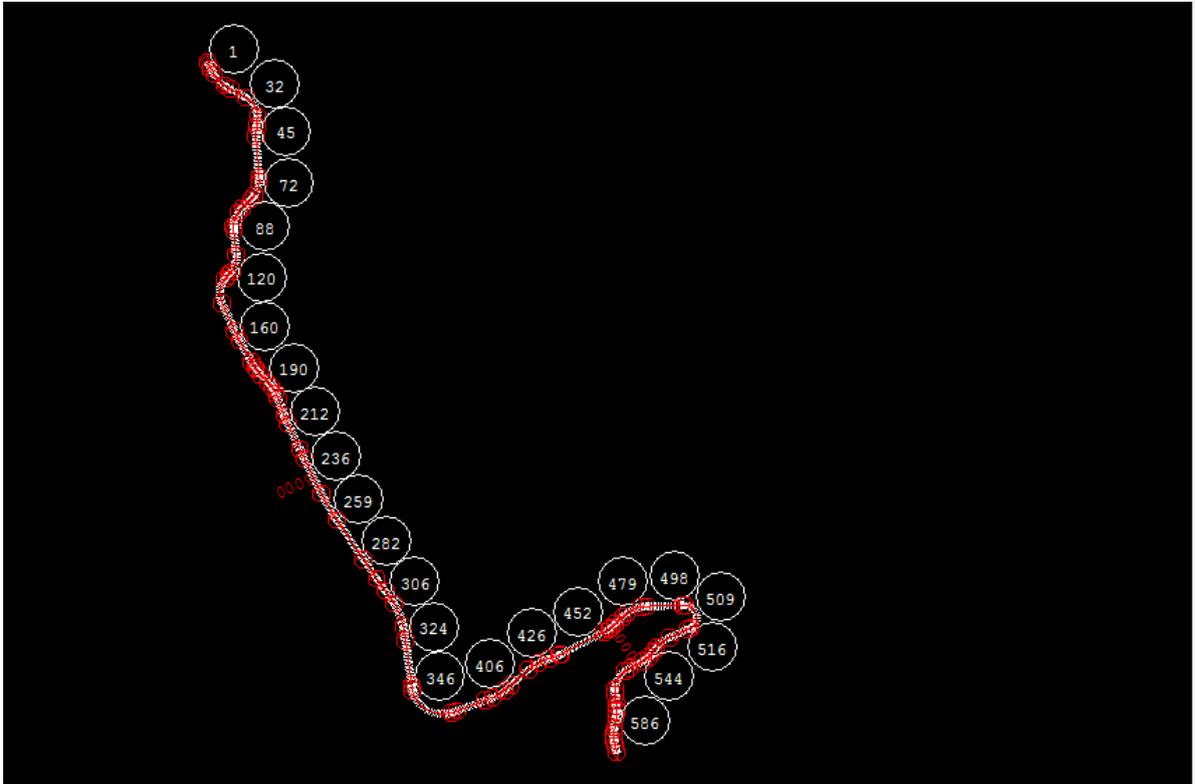


Figure IV.06: Tracé en plan dans notre projet (image du logiciel piste).

CHAPITRE V

PROFILE EN LONG

Chapitre V: Profil en long

V.1. Introduction

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long. Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon. Les profils en long sont tracés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé topographique. Pour chaque point du profil en long, on doit déterminer:

- L'altitude du terrain naturelle;
- L'altitude du projet;
- La déclivité du projet

V.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Pour tracer le profil en long, il doit respecter les conditions ci-après:

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement;
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage;
- Rechercher un équilibre entre les volumes de remblais et les volumes de déblais dans la partie de tracé neuve;
- Eviter une hauteur excessive en remblai;
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long;
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, on les remplace par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et/ou arcs à courbures progressives de très grand rayon;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique;
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage;
- Limiter la déclivité pour une catégorie donnée ($i \leq i_{max}$).

V.3. Éléments du profil en long

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

- L'altitude du terrain naturel;
- L'altitude du projet;
- La déclivité du projet. [5]

V.3.1. Déclivité

a) Déclivité minimale

Pour des raisons de l'écoulement des eaux, il faut éviter les paliers de grande longueur ayant une pente minimale inférieure à 0.5% (de préférence $i_{\min} = 1\%$).

b) Déclivité maximale

La déclivité maximale, dépend de:

- Condition de l'adhérence entre pneu et chaussée;
- Vitesse minimum de poids lourd «PL»;
- Conditions économiques.

Le tableau ci-après illustre la déclivité maximale selon la catégorie et l'environnement de la route.

Tableau V.01: Déclivité maximale en fonction de la catégorie et de l'environnement. [5]

Environnements Catégories	E1	E2	E3
Catégories 1-2	4%	5%	6%
Catégorie 3	5%	6%	7%
Catégories 4-5	6%	7%	8%

V.3.2. Raccordements du profil en long

Dans le projet, il y a des changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types de raccordements:

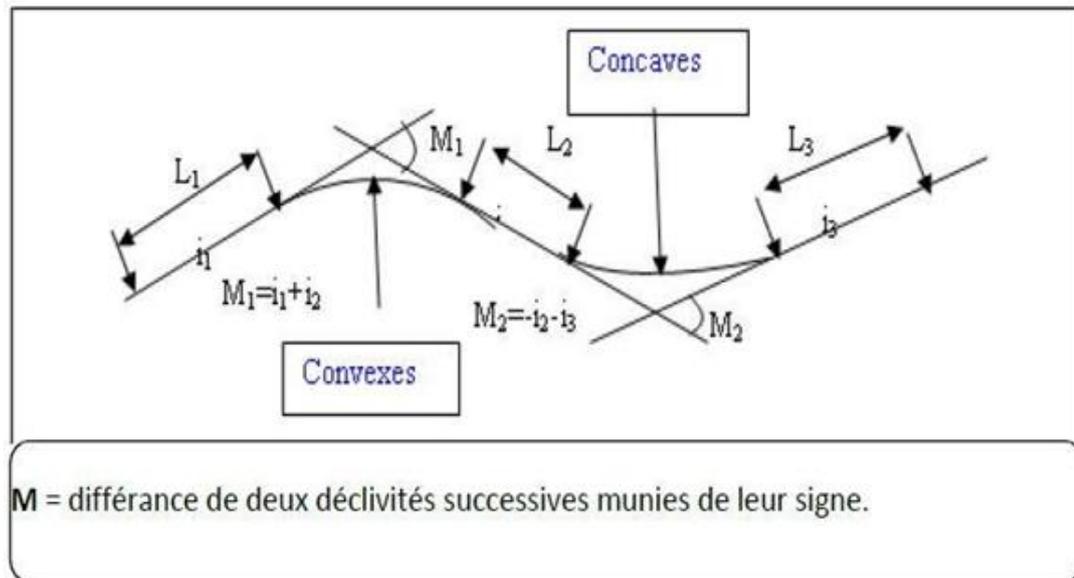


Figure V.01: Raccordements du profil en long.

a) Raccordements convexes (angle en saillant)

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

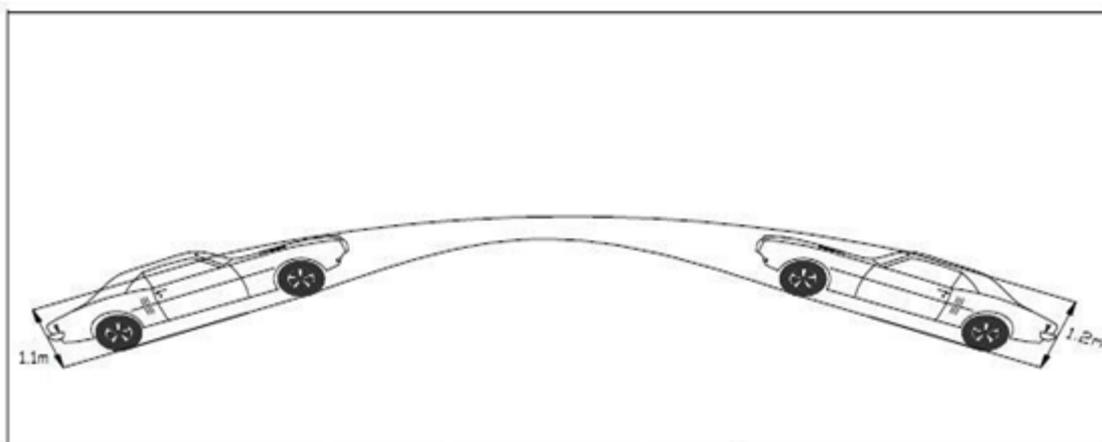


Figure V.02: Visibilité sur chaussée bidirectionnelle.

- **Pour les chaussées unidirectionnelles**, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assure pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m (catégories 1 et 2) ou 0.20m (catégories 3,4 et 5) à la distance d'arrêt $d_1 (V_r)$. [5]

✚ **Rayon minimal absolu**

R_{vm1} : est le rayon minimal absolu sur chaussée unidirectionnelle, il est calculé par la formule suivante:

$$R_{Vm1} = a \times d_1^2 \quad (V.01)$$

Avec;

$a = 0,24$; Pour les catégories 1-2;

$a = 0,22$; Pour les catégories 3-4-5.

✚ Rayon minimal normal

Ce rayon est obtenu par l'application de la formule suivante:

$$R_{VN1} = R_{VN} (V_r + 20) \quad (V.02)$$

Ainsi que, la vitesse de référence (V_r) maximale est de 120Km/h.

Tableau V.02 Valeurs des rayons en angle saillant du profil en long pour les différentes vitesses de référence et selon la catégorie de la route (b40). [5]

Rayon R_v (m)	Vitesse (Km/h)	120	100	80	60	40
	Symbol					
<u>Catégories 1-2</u>						
<u>Unidirectionnel</u>						
Min absolu	R_{Vm1}	12000	6000	2500	1000	300
Min normal	R_{VN1}	18000	18000	6000	2500	1000
<u>Bidirectionnel</u>						
Min absolu	R_{Vm2}	20000	10000	4500	1500	500
Min normal	R_{VN2}	20000	20000	10000	4500	1500
Dépassement	R_{VD}	30000	20000	11000	6000	2500
<u>Catégories 3-4-5</u>						
<u>Unidirectionnel</u>						
Min absolu	R_{Vm1}	10000	4500	2000	800	250
Min normal	R_{VN1}	15000	10000	4500	2000	800
<u>Bidirectionnel</u>						
Min absolu	R_{Vm2}	16000	8000	3500	1300	450
Min normal	R_{VN2}	16000	16000	8000	3500	1300
Dépassement	R_{VD}	27000	16000	9000	5000	2300

b) Raccordements concaves (angle rentrant)

✚ Rayon minimal absolu

Les rayons minimaux absolus des raccordements paraboliques en angle rentrant assurent:

- Pour $V \leq V'$ ($V' = 80\text{Km/h}$ pour les catégories 1 et 2, et $V' = 60\text{Km/h}$ pour les catégories 3,4 et 5) la vision dans un faisceau de phares horizontal situé à 0,75 m de hauteur, d'un objet situé à la distance d'arrêt $d_1(V_r)$. Ces rayons sont calculés par la relation suivante:

$$R'_{Vm} = \frac{d_{1(vr)}^2}{1.5 + (0.035 \times d_{1(vr)})} \quad (\text{V.04})$$

- Pour $V \geq V'$ la limitation de l'accélération vertical, à $\frac{g}{40}$ (pour les catégories 1 et 2), ou à $\frac{g}{30}$ (pour les catégories 3,4 et 5). Dans ce cas les rayons sont calculés par les relations ci-après:

$$R'_{Vm} = c \times (V_r)^2 \quad (\text{V.05})$$

Avec;

$c = 0,30$, Pour les catégories (1 et 2);

$c = 0,23$, Pour les catégories (3, 4 et 5).

✚ Rayon minimal normal

Ce rayon est calculé par cette relation:

$$R'_{VN} = R'_{Vm} (Vr + 20) \quad (\text{V.06})$$

Le tableau ci- après récapitule les valeurs des rayons en angle rentrant selon la vitesse de référence et la catégorie de la liaison.

Tableau V.03: Valeur des rayons en angle rentrant du profil en long. [5]

Rayons	V(Km/h) Symboles	120	100	80	60	40
<u>Catégories 1-2</u>						
Rayon minimal absolu	R'_{Vm}	4200	4200	2400	1200	500
Rayon minimal normal	R'_{VN}	6000	3000	3000	2400	1200
<u>Catégories 3-4-5</u>						
Rayon minimal absolu	R'_{Vm}	3500	2400	1600	1100	500
Rayon minimal normal	R'_{VN}	4500	3500	2400	1600	1100

V.4. Application dans notre projet

V.4.1. Déclivité

a) Déclivité minimale

Dans notre projet, on prend une déclivité minimale (i_{min}) de 1%.

b) Déclivité maximale

D'après le tableau V.01, la déclivité maximale est de 5% (C1 et E2).

✚ Rayon minimal absolu R_{Vm1}

Valeurs calculées $d_1 = 107.55m$ et $a = 0.22$

Donc:

$$R_{Vm1} = a \times d_1^2 = 0.22 \times 107.55^2 = 2544.74m$$

✚ Rayon minimal normal R_{VN1}

Pour une vitesse de ($V_r + 20 = 80 \text{ Km/h}$),

$$d_1 = \frac{100^2}{260 \times 0.39} + \frac{100}{3.6} \times 2 = 154.17m$$

$$R_{VN1} = R_{Vm2} (V_r + 20)$$

$$R_{VN1} = R_{Vm2} (100) = 0.22 \times 154.17^2 = 5267.78m$$

V.4.2. Cas d'un angle rentrant

✚ Rayon minimal absolu

Pour notre cas, on a: $V' = V_r = 80 \text{ Km/h'}$ et $d_1 = 107.55m$

$$R'Vm = \frac{107.55^2}{1.5 + (0.035 \times 107.55)} = 2197.27m$$

✚ Rayon minimal normal

Pour une vitesse de ($V_r + 20 = 100 \text{ Km/h}$), $d_1 = 154.17m$

$$RV'N = R'Vm (V_r + 20)$$

$$RV'N = \frac{154.17^2}{1.5 + (0.035 \times 154.17)} = 4404.58m$$

Les valeurs calculées de différents rayons et ceux donnés par B40 sont récapitulés au tableau ci-dessous.

Tableau V.04: Valeurs des rayons du profil en long calculées et selon B40.

Rayons	Valeurs		Calculées	Selon B40
	Symboles			
<u>En angle saillant:</u>				
• Rayon minimal absolu	R_{Vm1}	2544.74	2500	
• Rayon minimal normal	R_{VN1}	5267.78	6000	
<u>En angle rentrant:</u>				
• Rayon minimal absolu	$R'Vm$	2197.27	2400	
• Rayon minimal normal	$R'VN$	4404.58	3000	

V.5. Conclusion

Les résultats de calcul des alignements et des rayons du profil en long de l'axe dans notre projet.

CHAPITRE VI

PROFILE EN TRAVER

Chapitre VI: Profil en travers

VI.1. Introduction

Le profil en travers est défini comme étant la coupe transversale perpendiculaire à l'axe de la route. Généralement, ce profil permet de définir la largeur de la chaussée et ses annexes, quantifier le remblai, le déblai et aussi les cubatures pour les différentes couches de chaussée. On distingue trois types de profils en travers:

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

VI.2. Différent type de profils en travers

Il existe deux types de profil en travers, tel que:

- **Profil en travers type:** est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs;
- **Un profil en travers courant:** s'applique au PK indiqué, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route au PK considéré, notamment cote terrain naturel, cote de projet et dévers de la chaussée. [6]

VI.3. Eléments du profil en travers

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

VI.3.1. L'emprise

L'emprise de la route est la surface du terrain naturel affectée à la route, ainsi qu'à ses dépendances. Elle coïncide généralement avec le domaine public.

VI.3.2. L'assiette

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement occupée par la route; c'est à dire dans les limites des terrassements, y compris les talus.

VI.3.3. La plate-forme

La plate-forme est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et les terre-pleins s'il en existe.

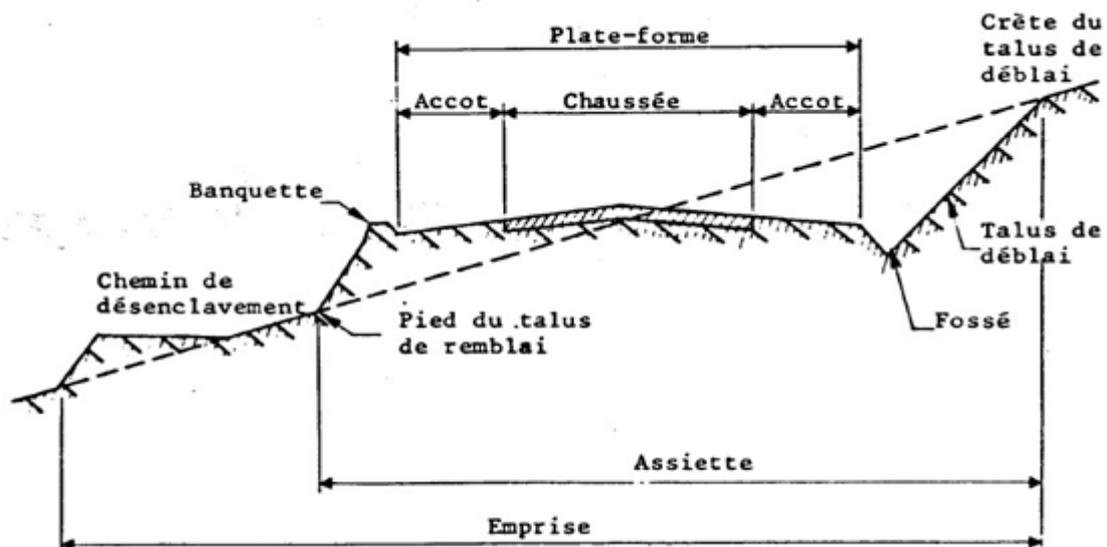


Figure VI.01: Profil en travers type. [5]

VI.3.4. La chaussée

La chaussée au sens géométrique du terme, ne comprend pas les bandes de guidage qui la limitent éventuellement. Au contraire, la chaussée au sens structural du terme, comprend les sur largeurs qui supportent les bandes de guidage éventuelles. Une chaussée est dite à (n) voies, lorsqu'elle est aménagée pour permettre le passage simultané de (n) véhicules dans un même profil en travers. Chaque voie correspond à la largeur de la chaussée affectée normalement à la circulation d'une file de voitures.

VI.3.5. Les accotements

Les accotements s'étendent de la limite de la chaussée à la limite de la plate-forme, ils peuvent comprendre:

- Une sur largeur de chaussée (supportant la bande de guidage);
- Une bande stabilisée (éventuellement);
- Une berme engazonnée jusqu'à la limite de plate-forme.

VI.3.6. La largeur rouable

Elle est la largeur de la chaussée, des sur largeurs et des bandes stabilisées que la bordent. Elle est limitée sur ouvrages par des bordures en saillie ou des glissières ou des barrières de sécurité.

VI.3.7. La bande d'arrêt

Elle borde éventuellement la chaussée sur son côté droit s'étend de limite de chaussée à la limite intérieur de la berme engazonnée. Du point de vue structural, la bande d'arrête comprend:

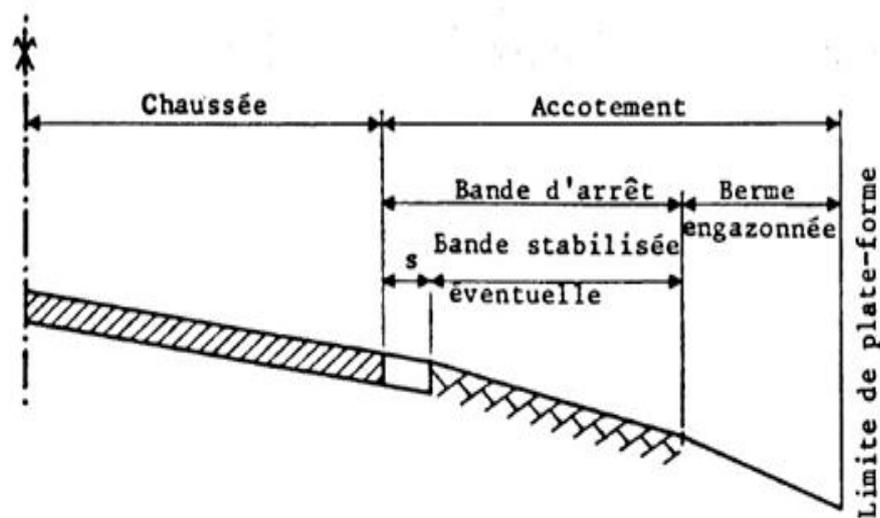
- La sur largeur de la chaussée (supportant la bande de guidage);
- La bande stabilisée de l'accotement.

VI.3.8. Les fossés

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route, talus et les eaux pluviales.

VI.3.9. La berme

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements: barrières de sécurité, signalisation verticale,....



s = sur largeur de chaussée (supportant la bande de guidage)

Figure VI.02: Détail de l'accotement. [5]

VI.4. Différentes formes de la chaussée

VI.4.1. En alignement droit

En alignement droit, le profil en travers de la chaussée à une forme généralement en toit à fin d'assurer l'évacuation des eaux, pour cette raison il est constitué par deux versants plans symétriques, inclinés suivant la nature de revêtement et la catégorie. [5]

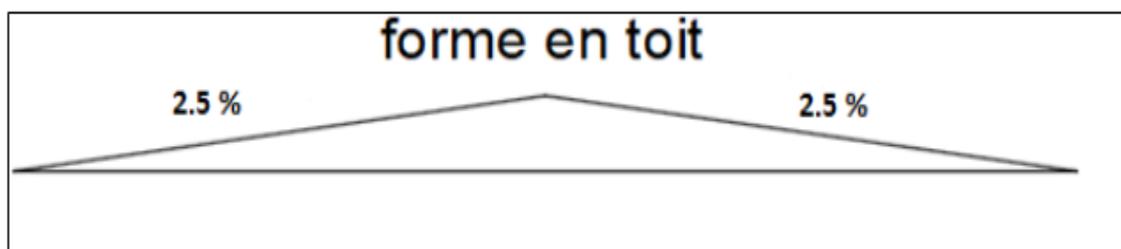


Figure VI.03: Profil en travers en alignement droit.

Deux solutions peuvent être prévues pour l'écoulement des eaux sur la chaussée, soit en toit (double pentes), soit avec une pente unique rectiligne sur toute la largeur de la chaussée.

VI.4.2. En courbe

Le passage d'une situation (alignement droit) à un autre (courbe) nécessite une zone de transition, cette zone doit être très soigneusement étudiée pour éviter les accumulations des eaux, génératrice (d'aquaplanage). La pente ne doit pas être très grande, cela pourrait être dangereux pour les véhicules longs.

En courbe, le profil ne comporte plus qu'un seul versant (relevée de l'extérieur vers l'intérieur), dont la pente est le devers évoqué dans le chapitre (trace en plan). Elle contribue également à l'équilibre dynamique des véhicules. Toutefois, cette contribution reste limitée et sa valeur est donc plafonnée (généralement à 7 %).[9]

Rayon R situé entre R_{Hm} et R_{HN} :

$$d = [d_{(RHm)} - d_{(RHN)}] \frac{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}} + d_{(RHm)} \quad (VI.01)$$

$$d = [d_{(RHm)} - d_{(RHN)}] \frac{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}} + d_{(RHm)} \quad (VI.02)$$

$$d = [d_{(RHN)} - d_{(RHd)}] \times \left[\frac{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}} \right] + d_{(RHd)} \quad (VI.03)$$

Rayon R situé entre R_{Hd} et R_{Hnd} :

$$\begin{cases} d = d_{min} = 2.5\% \text{ pour catégorie } 1 - 2 \\ d = d_{min} = 3\% \text{ pour catégorie } 3 - 4 - 5 \end{cases}$$

Rayon R supérieur R_{Hnd} :

$$\begin{cases} d = d_{min} = -2.5\% \text{ pour catégorie } 1 - 2 \\ d = d_{min} = -3\% \text{ pour catégorie } 3 - 4 - 5 \end{cases}$$

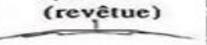
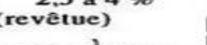
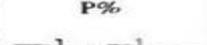
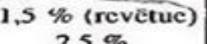
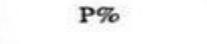
Selon les règles de B40, les dévers de la chaussée sont limités suivant le tableau ci-après.

Tableau VI.01: d_{min} et d_{max} en fonction de catégorie de la route. [5]

Environnements Catégories	Facile (E1)	Moyen (E2)	Difficile (E3)
	Catégorie 1 - 2		
Divers min	2.5 %	2.5 %	2.5 %
Divers max	7 %	7 %	7 %
Catégorie 3 - 4			
Divers min	3 %	3 %	3 %
Divers max	8 %	8 %	7 %
Catégorie 5			
Divers min	3 %	3 %	3 %
Divers max	3 %	3 %	9 %

Le tableau ci-dessous récapitule les pentes des éléments du profil en travers.

Tableau VI.02: Pentes des éléments du profil en travers. [6]

Pentes transversales	Pente(s) de la chaussée et de la surlargeur structurelle	Accotements		Bandes dérasées de gauche éventuelles
		Bande(s) dérasée(s)	Bermes	
En alignement et courbe non déversée	2,5 % 	4 % (stabilisée) 2,5 à 4 % (revêtue) 	8 %	2,5 % 
En courbe avec dévers < à 4%	P% < 4 % 	4 % (stabilisée) 2,5 à 4 % (revêtue) 	8 %	P% 
En courbe avec dévers > à 4%		P% 	8 %	P% 
Côté intérieur	P% > 4 %			
Côté extérieur		1,5 % (revêtue) 2,5 % (stabilisée) vers l'extérieur 	8 %	P% 

VI.5. Transition du profil en toit jusqu'au profil à pente unique

VI.5.1. Elévation du bord de la chaussée hauteur total «h»

$$h = \frac{b}{2} \times (d + i) \quad (\text{VI.03})$$

Ou;

b: largeur de la chaussée;

d: devers de la chaussée en courbe;

i: pente transversale.

VI.5.2. Elévation partielle

$$h_{xn} = \frac{L_{xn}}{L} \quad (\text{VI.04})$$

Avec;

L_{xn}: distance partielle (m);

h_{xn}: Elévation total (m);

L: longueur de la Clothilde (m).

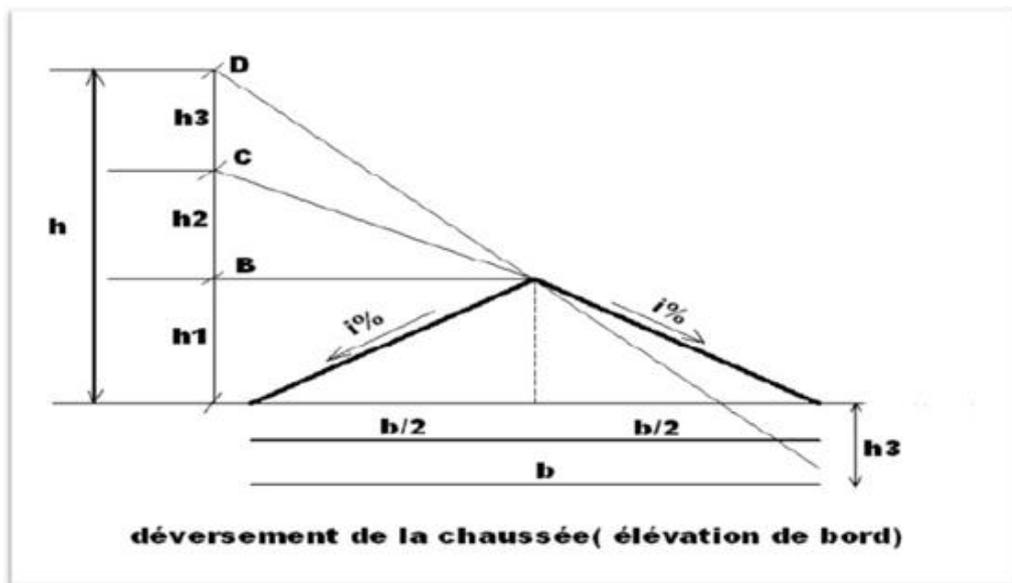


Figure VI.04: Déversement de la chaussée. [8]

VI.5.3. Dévers partiel

$$d_n(\%) = \frac{L_{xn} - h_1}{\frac{b}{2}} \quad (\text{VI.05})$$

VI.6. Profils en travers types

VI.6.1. Largeur des voies de circulation

Sur les itinéraires principaux, la largeur minimale d'une voie de circulation doit en principe être telle que deux poids lourds puissent se croiser sur une route à deux voies dans les conditions de sécurité satisfaisantes, c'est-à-dire en respectant les conditions suivantes :

- Une garde de 0,5m vis-à-vis du poids lourd éventuel croisant le poids lourd considéré;
- Une demi-garde de 0,25m par rapport aux bandes de rive;
- Une garde de sécurité supplémentaire de 0,5m par rapport à la paroi extérieure.

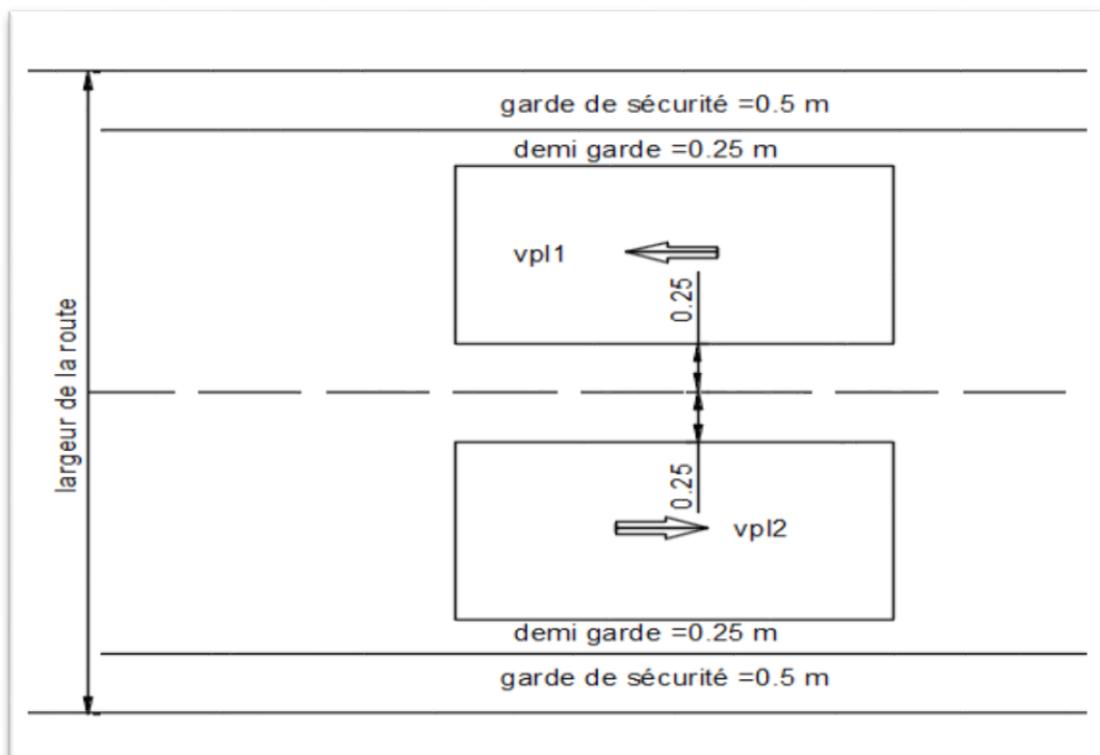


Figure VI.05: Largeur de la route. [9]

VI.7. Application au projet

Ce projet comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivants :

- Deux chaussées de deux voies de 3.5 m avec 0.5m pour les bancs de guidage gauche et droit :

$$[(2 \times 3.5) \times 2] + [(0.5 + 0.5) \times 2] = 16m$$

- Une terre – plein centrale de 2 m
- Un accotement de 2 m pour chaque cote. : $2 \times 1.8 = 3.6m$
- La berne de sécurité coté remblai sous glissière de sécurité : 0.6m

Donc; la largeur de l'assiette totale :

- ✚ Remblai sur les deux coté 24.2m
- ✚ Remblai sur un seul côté (profile mixte) 23.74m
- ✚ Déblai sur les deux coté 24m au max à s'avoir les dévers de la route

VI.7.1. Pente de talus

La pente des remblais est fixée à 2/3 quelques soit la nature de terrain, mais les déblais d'une pente variée selon le terrain entre 1/1 et 2/3.

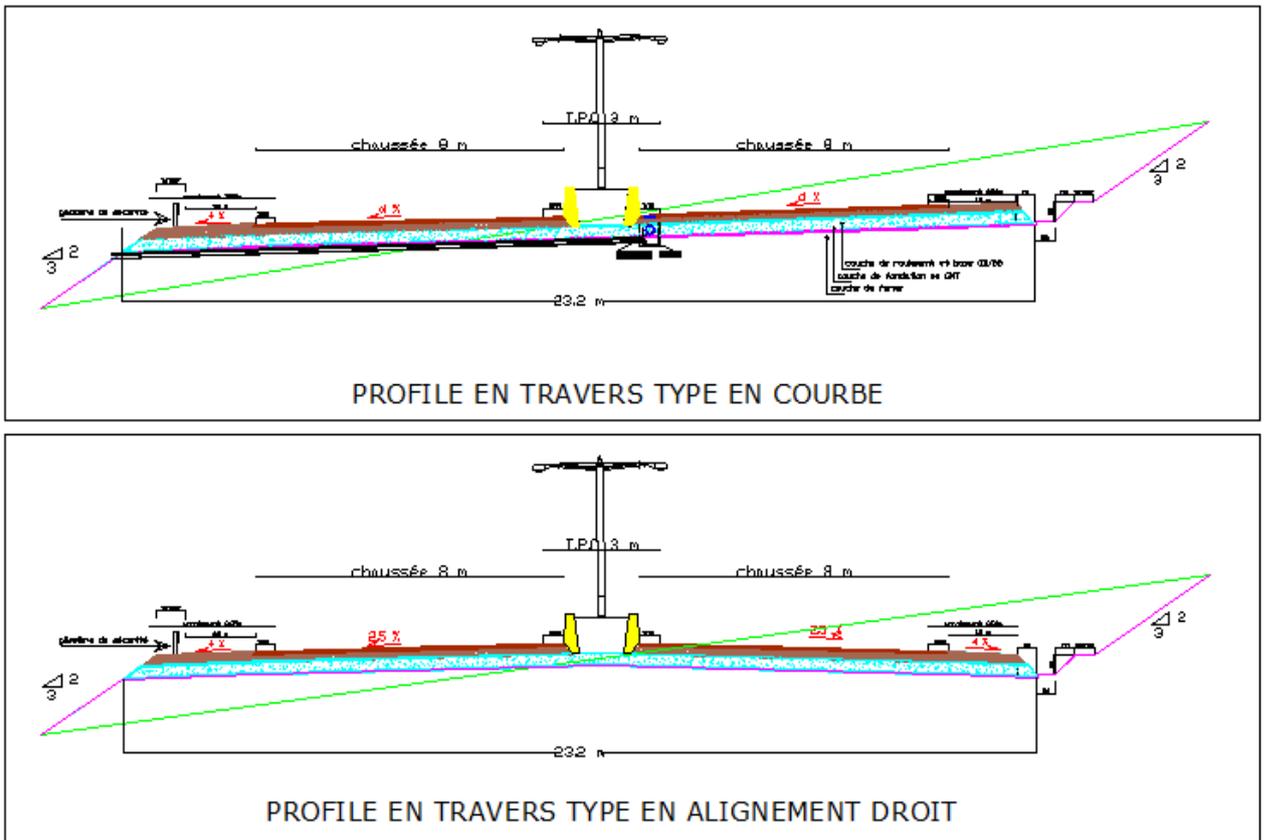


Figure VI.06: profil en travers type de notre projet.

VI.7.2. Surlargeur

Pour éviter l'inscription des véhicules dans les virages inférieurs à 200m, on donne à la voie parcourue par ces derniers une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à 50/R.

Exemple : Ce projet il y' a une cule rayon inférieurs à 200m égal 130m

Donc; **Surlargeur** = $\frac{50}{130} = 0.38 \approx 0.5$

VI.7.3. Calcul des dévers

Le devers reste constant le long de la courbe circulaire, sa valeur est de:

R=260m et $R_{Hm} = 250m$ et $R_{HN}=450m$ et $d_{(RHm)} = 7\%$ et $d_{(RHN)} = 5\%$

Donc;

$$d = [7 - 5] \frac{\frac{1}{260} - \frac{1}{250}}{\frac{1}{250} - \frac{1}{450}} + 7 = 6.567\%$$

R=900m et $R_{HN} = 250m$ et $R_{Hd} = 1000m$ et $d_{(RHN)} = 5\%$ et $d_{(RHd)} = 2.5\%$

Donc;

$$d = [5 - 2.5] \frac{\frac{1}{900} - \frac{1}{450}}{\frac{1}{450} - \frac{1}{1000}} + 2.5 = 2.727\%$$

Ce projet classé pour catégorie C1 donc $d = d_{min} = 2.5\%$

Ce projet classé pour catégorie 1 donc $d = d_{min} = -2.5\%$

Selon les tableaux précédentes, les dévers dans notre projet (route de catégorie C1 et environnement E2) est de: $d_{min} = 2.5\%$ et $d_{max} = 7\%$.

Il existe trois profils en travers type de notre projet (profil en remblai, en déblai et mixte).

Les exemples des profils ci-dessous sont retirés au logiciel piste après le calcul du projet.

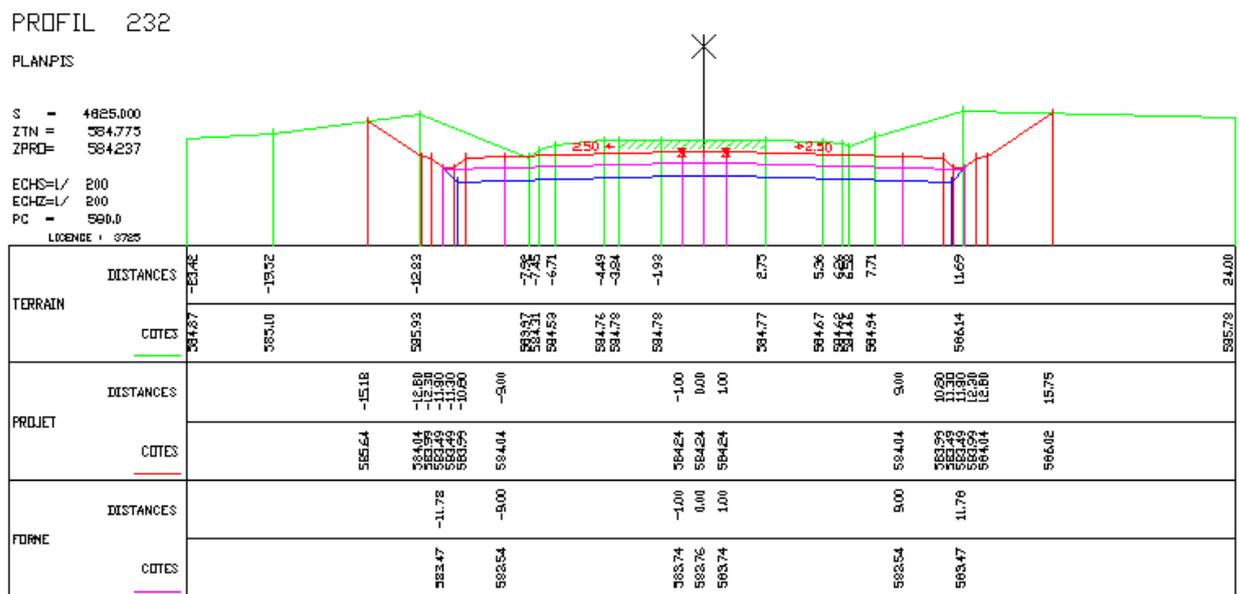


Figure VI.07: Profil en travers en déblai.

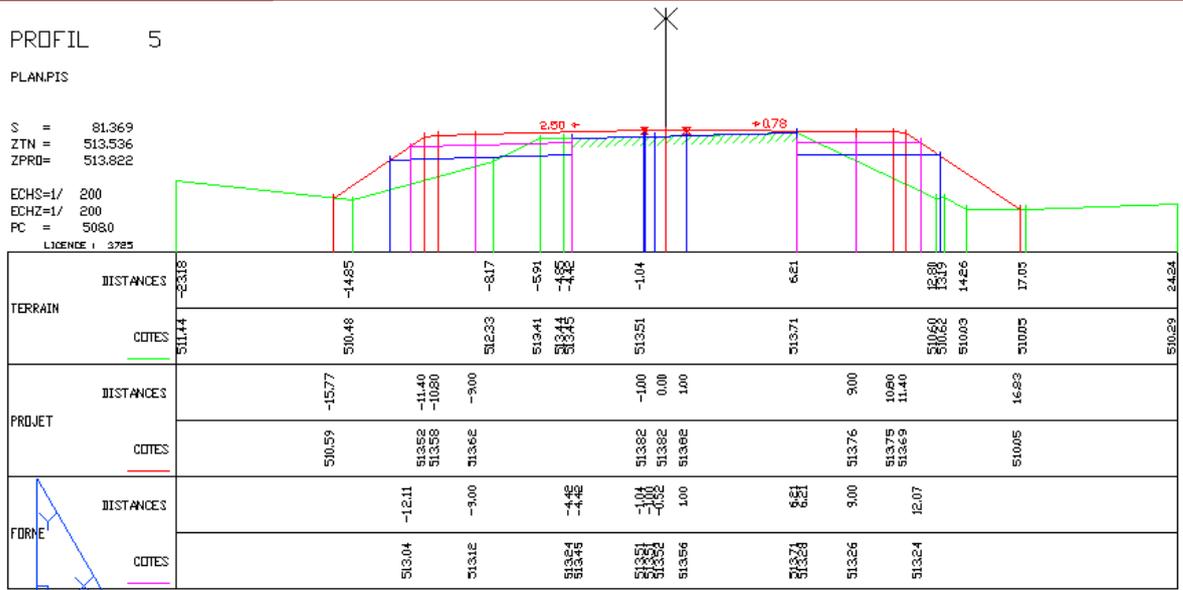


Figure VI.08: Profil en travers en remblai.

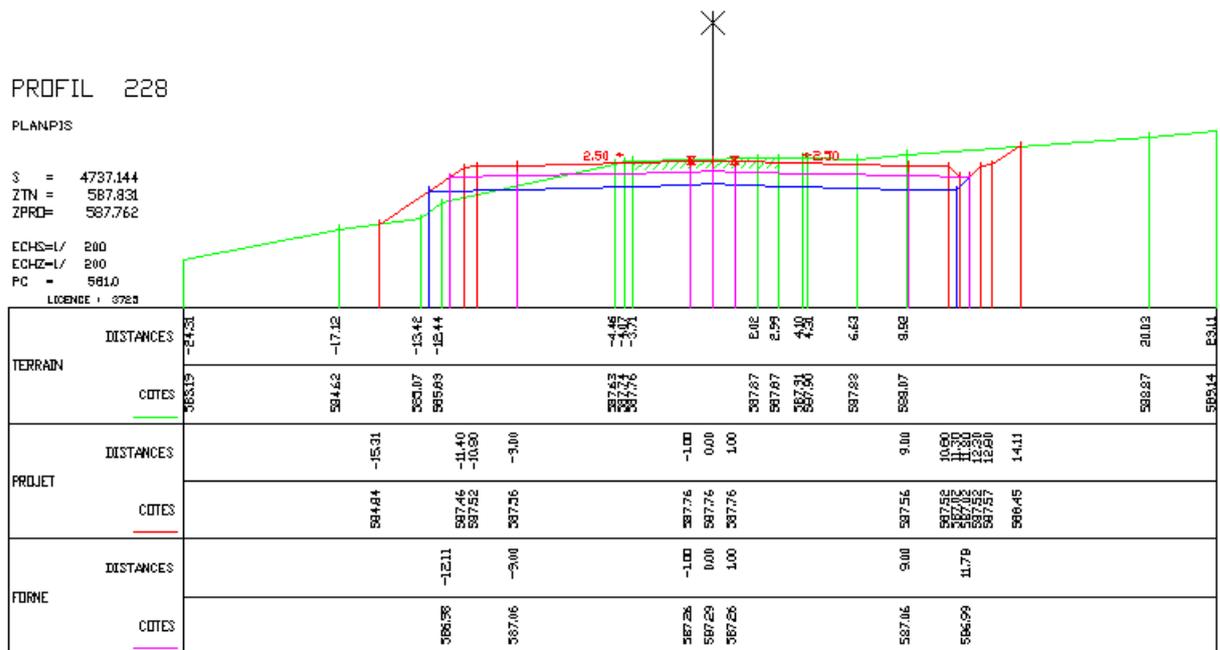


Figure VI.09: Profil en travers en mixte.

VI.8. Conclusion

Les dessins des profils en travers dans notre projet seront présentés en annexe.

CHAPITRE VII

ETUDE

GEOTECHNIQUE

Chapitre VII: Etude géotechnique

VII.1. Introduction

La Géotechnique est l'ensemble des activités liées aux applications de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la géologie de l'ingénieur. La mécanique des sols étudie plus particulièrement le comportement des sols sous leurs aspects résistance et déformabilité, à partir des essais de laboratoires et in situ de plus en plus perfectionnés. De plus, elle fournit aux constructeurs les données nécessaires pour étudier les ouvrages de génie civil et des travaux publics et assurer leur stabilité en fonction des sols sur lesquels ils doivent être fondés, ou avec lesquels ils seront construits (barrages en remblais); ceci tant durant la progression des travaux (grands terrassements) qu'après mise en service des ouvrages. Enfin, la mécanique des sols joue un rôle essentiel dans l'acte de construction pour tous les travaux de bâtiment et de génie civil.

Généralement, les sols supportent les fondations et les ouvrages de soutènement: fondations superficielles, fondations profondes, murs de soutènement, rideaux de palplanches; ou constituent l'ouvrage lui-même (remblais, digues, barrages et tunnels). Ils permettent la stabilité des pentes naturelles, des talus et les travaux de stabilisation, les ouvrages portuaires et maritimes (fondations de quais, comportement des brise-lames, ...), les terrassements des routes, autoroutes, voies ferrées, l'amélioration et le renforcement des sols, la protection de l'environnement... [10]

VII.2. Objectifs de l'étude géotechnique

L'étude géotechnique du projet basée essentiellement sur des campagnes de reconnaissance effectuées sur terrain, par l'exécution des sondages sous accotement par puits de reconnaissance et d'autres sous chaussée, en suite prélèvement d'échantillons remaniés pour faire des essais au laboratoire. Ces dernières ont pour but de:

- Connaître l'épaisseur et l'état de différentes couches constituant le corps de chaussée actuel, puis identifier et évaluer la portance du sol support par des essais physiques et mécaniques;
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement;
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais;
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements;
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

VII.3. Etude géotechnique du site de projet

Le programme de reconnaissance a consisté en l'exécution des puits à ciel ouvert aux endroits indiqués sur le tracé en plan. C'est ainsi qu'ont été creusés à l'aide d'une pelle mécanique cinq (5) puits d'une profondeur variable de 1 à 2m [11]

VII.4. Description des sols rencontrés

Les puits ci-après illustrent la lithologie de différentes couches de sol rencontrées et leur niveau de séparation, du moins jusqu'à la profondeur d'investigation. [11]

+ Puits 01 au PK 1+020

0,0 – 0,7m: remblai;

0,7 – 1,0m: marne;

1,0 – 2,0m: limon argileux encroutée.

+ Puits 02 au PK 3+750

0.0– 0.4 m : terre végétale

0.4–2.0m : argile

+ Puits 03 au PK 7+500

0.0– 0.4 m: Remblai

0.4–2.0m : argile marneuse

+ Puits 4 au PK 11+805.42

0.0– 0.4 m : terre végétale

0.4– 2.0 m : limon argileux

+ Puits 05 au PK 14+025.42

0.0– 0.3 m : terre végétale

0.3– 2.0 m : limon argileux

VII.5. Essais au laboratoire

Parmi les essais effectués au laboratoire sur les échantillons du sol prélevés sur le site de support pour déterminer leurs caractéristiques physiques et mécaniques sont les suivantes: [12]

a) Essai de la teneur en eau naturelle

La teneur en eau d'un matériau est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau du sol (NF P 94-050) comme le poids d'eau (W) contenu par unité de poids du sol sec.



Figure VII.01: Essai teneur en eau. [12]

b) Essai d'analyse granulométrique

C'est un essai qui a pour but de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur. Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite sur un graphique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage selon la norme NF P 94-056.

c) Essai des limites d'Atterberg

Cet essai permet de délimiter les trois états physiques du sol solide, liquide et plastique par des teneurs en eau limites, tel que: la limite de liquidité (W_L) sépare l'état plastique de l'état liquide et la limite de plasticité (W_P) sépare l'état solide à l'état plastique. Généralement, les sols qui représentent des limites d'Atterberg voisines, c'est-à-dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ($I_P = W_L - W_P$), Cette analyse se fait en générale par un tamisage selon la norme NF P 94-051.

a) Essai Proctor

L'essai a pour objet de déterminer de la teneur en eau optimale et la densité sèche optimale, pour une énergie de compactage donnée selon la norme française NF P 94-093. Cette énergie est caractérisée par:

- La dame de compactage est définie par sa masse et sa hauteur de chute;
- Le nombre de chute appliquée au sol.
- En géotechnique routière, on distingue deux types d'essais Proctor:

- L'essai Proctor normal réservé à l'étude des matériaux de remblais;
- L'essai Proctor modifié destiné aux couches de forme de la chaussée.

Cet essai se distingue principalement par l'énergie de compactage mise en jeu, elle est beaucoup plus importante pour le modifié que pour le normal.

b) Essai CBR

L'essai CBR (Californian-Bearing-Ratio) est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, et en déterminant l'Indice Portant Immédiat et l'Indice CBR, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois types d'énergies de compactage (55, 25 et 10) coupes par couche puis imbibé pendant 4 jours selon la norme NF P 94-078.

c) Essai de fragmentabilité

Le coefficient de fragmentable constitue un des paramètres représentatifs du comportement de certains matériaux rocheux se traduisant par une évolution de leur granularité. Cet essai consiste à déterminer la réduction de la dimension des grains en-dessous de laquelle se situe 10% de la masse d'un matériau constitué de grains retenus en totalité entre deux tamis de mailles de taille donnée soumis à un pilonnage conventionnel selon la norme NF P 94-066. [12]

d) Essai de dégradabilité

Le coefficient de dégradable est un paramètre représentatif du comportement de certains matériaux rocheux se traduisant par une évolution continue de leurs caractéristiques géotechniques (granularité, angulosité, plasticité,...) par rapport à celles observées immédiatement après leur extraction. Sa détermination permet de préciser le classement des roches argileuses selon la norme française NF P 94-067.

VII.6. Le programme des Essais au projet

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués au niveau de laboratoire société technique Sétif SETS [3]:

- | | |
|--|---------------|
| ✓ Teneur en eau naturelle | (NF P 94-050) |
| ✓ Analyse granulométrique pas tamisage mécanique | (NF P 94-056) |
| ✓ Limite d'Atterberg | (NF P 94-051) |
| ✓ Essai Proctor Modifié | (NF P 94-093) |

- ✓ Essai CBR (NF P 94-078)
- ✓ Coefficient de fragmentable des matériaux rocheux (NF P 94-066)
- ✓ Coefficient de dégradable des matériaux rocheux (NF P 94-067)

A. Caractéristiques physiques

L'examen des valeurs des différentes caractéristiques permet de porter pour ce type de sol testé les éléments d'appréciation suivants :

a) Essai de la teneur en eau

Selon que l'argile se tient en profondeur 1m où en surface, elle va du simple au double, c'est-à-dire dans une plage de variation de 16 à 29%. La valeur élevée est, tout à fait évident, due à cette période de prélèvement.

b) Essai de Plasticité

La plasticité d'un sol est appréhendée par la méthode classique de limite liquidité et de plasticité. Cet essai exécuté selon le mode opératoire permet de déduire la teneur en eau dite de liquidité (W_L), et l'indice de plasticité (I_p)

Sur les échantillons testés, les valeurs des trois paramètres varient ainsi :

✚ $L_L=41$ à 68

✚ $I_p=13$ à 31

Un tel seuil de la valeur I_p indique que les sols varie entre limon très plastique et limon peut plastique.

c) Essai de la granulométrie

✚ Au K2 (PK 3+750), K3 (PK 7+500), K4 (PK 11+805.42)

Le pourcentage des éléments inférieurs à 80μ varie de 77% à 99%; donc ce sol est une argile à argile marneuses, très plastiques (A3h, A3th); et ($87 \leq \% \text{granulométrie} < 2\text{mm} \leq 99\%$) ou sol à tendance argileuse.

✚ Au K5 (PK 14+025.42)

Le pourcentage des éléments inférieurs à 80μ égale à 36; donc ce sol est une argile a silex, argile à meulière éboulis, moraines, alluvions grossières (C1A2h, C1B6h); et ($\% \text{granulométrie} < 2\text{mm} = 52\%$) ou sols à tendance sableuse.

B. Caractéristiques mécaniques

Par caractéristiques mécaniques, on entend les caractéristiques de compactage et la portance des sols. Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95% de l'OPM sur le sol support.

a) Essai Proctor modifié

$$\gamma_d = 1.51 \text{ à } 1.89 \text{ t/m}^3$$

$$W\% = 15 \text{ à } 20 \%$$

b) Essais de Poinçonnement CBR

La détermination d'indice portant des sols par dimensionnement de la chaussée sera effectuée à partir d'essais de poinçonnement CBR. Les essais seront élaborés par explosion de trois échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des essais Proctor.

$$\text{Essai CBR à } 95\% \text{ OPM} \leq 5 \text{ pour K2 K3 K5}$$

VII.7. Classification des sols support

Pour classer les sols, nous avons utilisé la classification dite «GTR». Selon cette dernière, les sols analysés se situent respectivement dans les catégories; ainsi que l'ensemble des résultats sont récapitulés dans les tableaux ci-après:

Tableau VII.01: Résultats des essais physiques et mécaniques. [11]

N° de puits	W _n %	Granularité			Argilosité		OPN		I _{CBR}	Classification GTR
		D _{max} (mm)	%2 (mm)	80 μm	L _L (%)	I _P (%)	γ _d (t/m ³)	W (%)		
K1	16,20	Roche argileuse peu fragmentable peu dégradable)								R ₃₃
		FR= 4 ≤ 7				DG =3 ≤ 5				
K2	29,59	≥ 50	90%	97.74%	66.06	31.17	1.59	20.5	1.67	A3th
K3	125,46	≤ 50	0%	78.52%	68.83	28.03	1.89	19.4	2.91	A3h
K4	21,93	≤ 50	87%	77.50%	61.45	28.55	1.71	17.6	5.51	A3h
K5	21,16	≤ 50	47%	35.48%	53.35	12.42	1.63	19.2	2.92	C1B6h

VII.8. Conclusion

Finalemment; les résultats montrent que le sol est de faibles caractéristiques mécaniques avec un indice CBR inférieur à **5** donc le sol est de portance **S4** (mauvais sol); il doit être renforcé par une couche de forme par matériaux sélectionnée (TUF, TVO ou bien TVC) pour améliorer la portance du sol et passer à la portance **S3**; afin de pouvoir disposer les différentes couches du corps de chaussée.

CHAPITRE VIII
DIMENSIONNEMENT
DE CORPS DE
CHAUSSEE

Chapitre VIII: Dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1. Introduction

Les chaussées modernes doivent avoir de nombreux facteurs, les plus importantes pour les usagers sont le confort et la sécurité. La sécurité est assurée, si la chaussée est saine. Le confort est assuré, si le profil de la chaussée est exempt de toute irrégularité, qui engendre des oscillations verticales incommodes pour la carrosserie ou les roues. De plus, la durabilité est assurée, lorsque sous l'effet du trafic elle reste toujours dans les mêmes conditions durant de nombreuses années. La qualité de construction de la chaussée joue un rôle primordial dans la durabilité, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées. [4]

VIII.2. Définition de la chaussée

- ✓ **Au sens géométrique:** est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules;
- ✓ **Au sens structurel:** est l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges. [15]

VIII.3. Différents types de chaussée

Du point de vue comportement mécanique de la chaussée, on distingue principalement trois types de chaussées qui sont: les chaussées souples, les chaussées rigides, et les chaussées semi-rigides.

VIII.3.1. Chaussées souples

Ces structures comportent une couverture bitumineuse mince (moins de 15cm), parfois réduite à un simple enduit superficiel, reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités.

VIII.3.2. Chaussée rigide

Une chaussée est dite rigide, si elle comporte une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Généralement, elle repose sur une couche de fondation en matériaux non traités, et éventuellement sur une sous-couche entre la couche de fondation et le terrain naturel.

VIII.3.3. Chaussée semi rigide

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

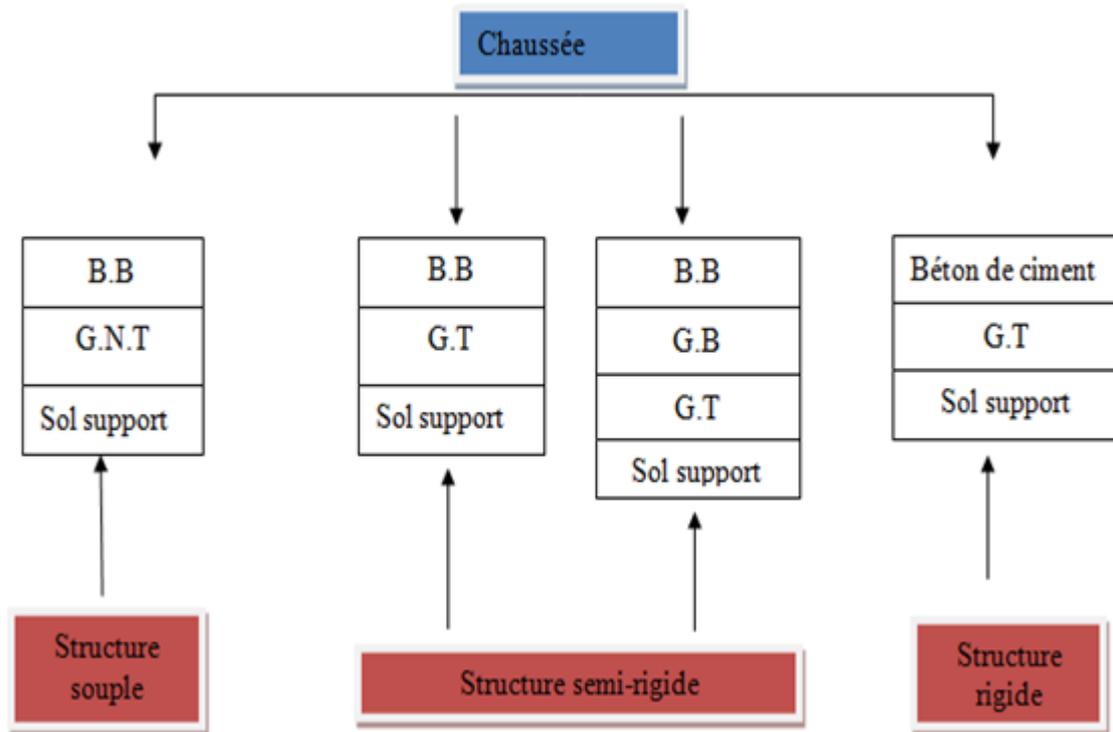


Figure VIII.01: Types des chaussées (BB: Béton bitumineux, GB: Grave bitume, GT: Grave traité et G.N.T: Grave non trait). [9]

VIII.4. Rôles de différents couches de la chaussée

a) Couche de surface (ou de roulement)

Elle est constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné qui doit résister aux efforts tangentiels des pneus, et d'assurer l'adhérence et l'imperméabilité de la chaussée.

b) Couche de base

Elle a pour but de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent. Elle est constituée d'un matériau non traité (ou traité) de bonnes caractéristiques mécaniques.

c) Couche de fondation

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

d) Couche de forme

C'est la surface de terrain préparée, sur laquelle est édifée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur une certaine épaisseur le sol naturel par un matériau sélectionné à cet effet. On constitue ainsi une couche de forme, qui améliore la portance du sol support en permettant entre autres la circulation d'engins de chantiers.

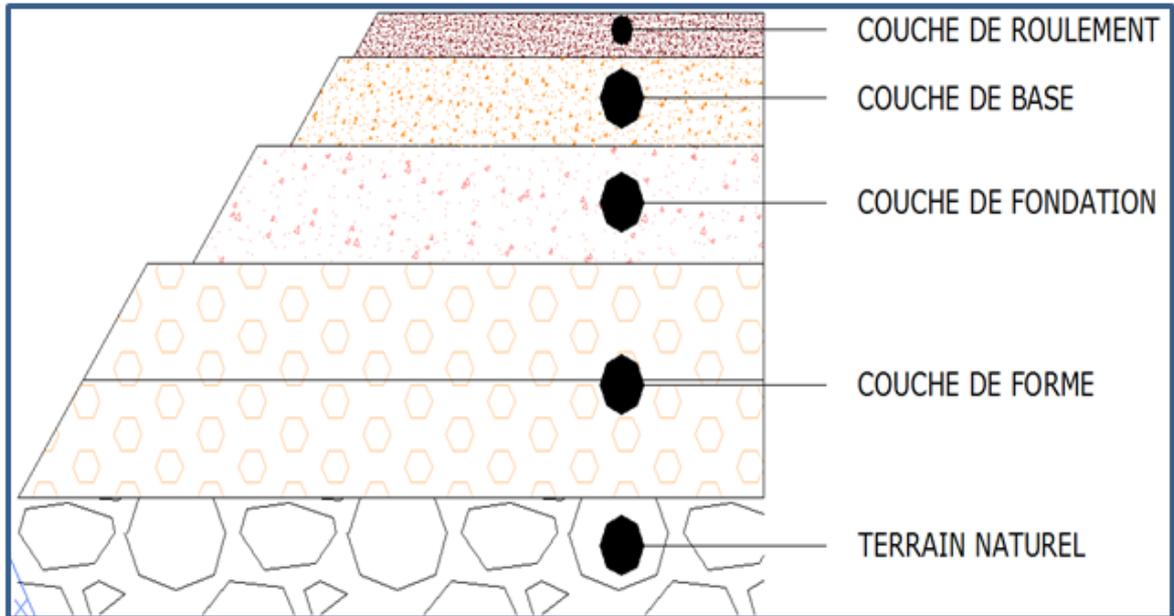


Figure VIII.02: Coupe type d'une chaussée souple.

VIII.5. Facteurs influant sur le dimensionnement des chaussées

Toutes les méthodes de dimensionnement sont basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés aux: sol support, matériaux, environnement et trafic.

VIII.5.1. Sol support

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle a même fonction de l'indice CBR.

Tableau VIII.01: Classe de portance des sols Si.

Portance (Si)	S0	S1	S2	S3	S4
Indice C.B.R	> 40	25 - 40	10 - 25	5 - 10	< 5

Pour améliorer la portance d'un sol (< S4 en RP2, <S4 et S3 en RP1), on a recours aux couches de formes.

Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de

couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau VIII.02: Propriété du C.F en fonction du classement de sol support.

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Épaisseur de C.F	Classe portance de sol support visée (Sj)
< S4	Matériau N.T	50cm (en 2c)	S3
S4	Matériau N.T	35cm	S3
S4	Matériau N.T	60cm (en 2c)	S2
S3	Matériau N.T	40cm (en 2c)	S2

VIII.5.2. Matériaux

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage cyclique des véhicules lourds).

VIII.5.3. Trafic

Le trafic à prendre en compte pour le dimensionnement des chaussées, c'est le trafic poids lourds sur la voie la plus chargée de la chaussée. Et la répartition est faite comme suite:

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

VIII.5.4. Climat et l'environnement

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement. La teneur en eau des sols détermine leurs propriétés. De plus, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux, et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques. [15]

VIII.6. Principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux types des méthodes:

- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio);

- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées.

VIII.6.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

C'est une méthode (semi-empirique), elle se base sur un essai de poinçonnement d'un échantillon de sol-support. Les abaques qui donnent l'épaisseur «e» des chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic [5]. L'épaisseur de la chaussée est calculée par les formules suivantes:

Pour un trafic en voiture particulière: **TMJA × 365 × 1.5t < 100 000 t/ans**

$$E = \frac{100+150\sqrt{P}}{I_{CBR}+5} \tag{VIII.01}$$

Pour un trafic en voiture particulière: **TMJA × 365 × 1.5t ≥ 100 000 t/ans**

$$E = \frac{100+\sqrt{P}[(75+50\log(\frac{N}{10}))]}{I_{CBR}+5} \tag{VIII.02}$$

Avec;

E: Epaisseur de la chaussée (cm);

P: Charge par route = 6.5t de (essieu de 13t);

I CBR: Indice CBR (sol support);

N: Nombre de véhicule par jour.

Chaque matériau étant donné par son coefficient d'équivalence, ainsi que l'épaisseur totale équivalente est donnée par la relation suivante:

$$Eeq = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3 \tag{VIII.03}$$

Avec;

e₁×c₁: couche de roulement; **e₂×c₂:** couche de base; **e₃×c₃:** couche de fondation.

C₁, C₂, C₃: Coefficients d'équivalence;

e₁, e₂, e₃: Epaisseurs réelles des couches.

Tableau VIII.03: coefficient d'équivalence en fonction de matériaux utilisés. [15]

Matériaux utilisées	Coefficients d'équivalence
Béton bitumineux – enrobé dense	2,00
Grave bitume	1,20 – 1,70

Grave ciment	1,50
Grave concassée ou gravier	1,00
Grave roulée – grave sableuse – T.V.O	0,75
Sable	0,50
Tuf	0,60

VIII.6.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

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

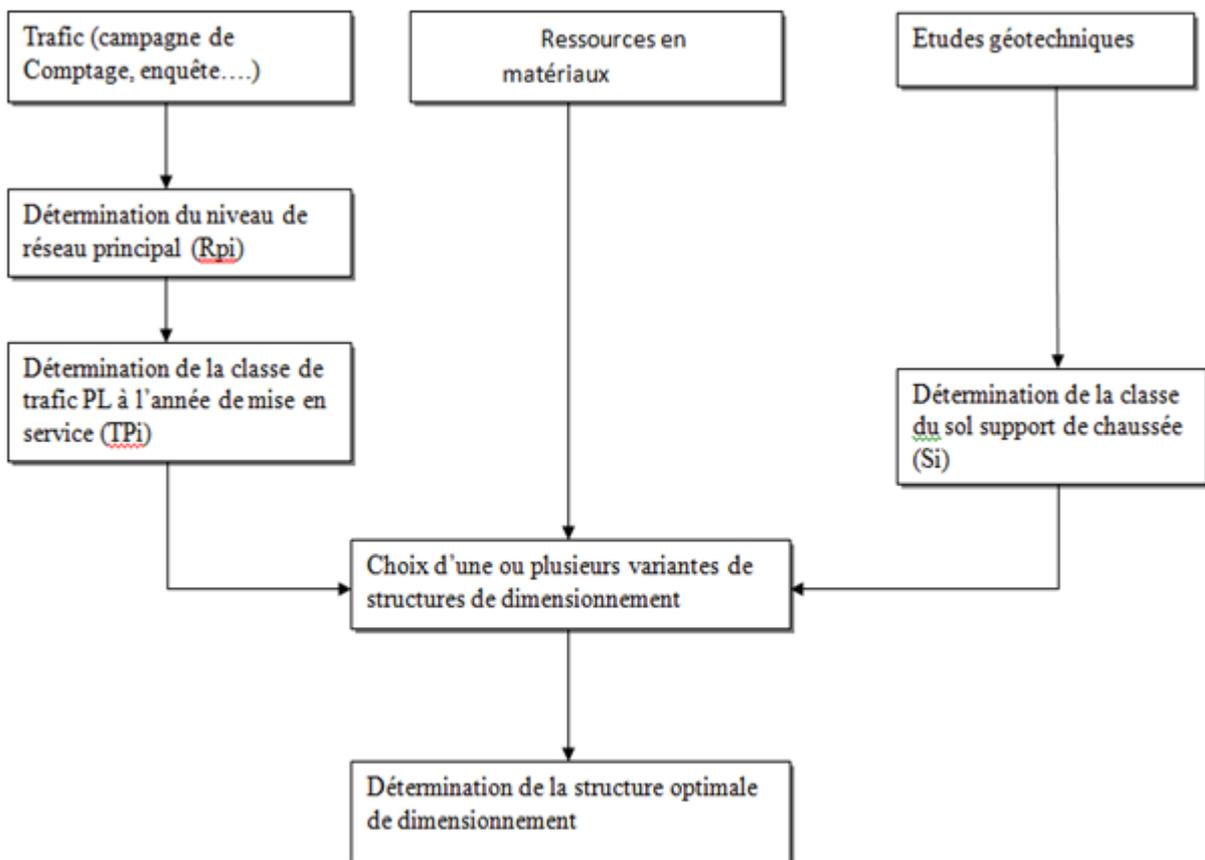


Figure VIII.03: Démarches de la méthode de catalogue. [9]

a) Choix du réseau RP

Le réseau principal se décompose en deux niveaux RP1 et RP2

✚ **Le réseau principal du premier niveau ou RP1 comporte de:**

- Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500véhicule/jour;
- Liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya;
- Liaison présentant un intérêt économique et/ou stratégique.

Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

✚ **Le réseau principal du deuxième niveau ou RP2:**

Il est constitué de liaisons supportant un trafic inférieur à 1500véhicules/jours. Ce réseau est composé de route national (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaison reliant l'Algérie aux pays riverains.

b) Choix des structures type par niveau de réseau principal

Ce choix est fait en relation avec le type du réseau (RP1 ou RP2). Le tableau ci-dessous est un synthèse de l'éventail des structures type disponibles dans les fiches technique de dimensionnement du catalogue.

Tableau VIII.04: structures disponible dans le catalogue. [15]

Niveau de réseau principal (RPi)	Matériaux types	Structures
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GB, GB/GNT, GB/TUF, GB/SG, GB/AG
	MTLII (matériaux traités aux liants hydrauliques)	GL/GL BCg/GC
RP2	MNT (matériaux non traités)	GNT/GNT, TUF/TUF, AG/AG, SG/SG
	MTB (matériaux traités au bitume)	SB/SG
<p>GB: grave bitume. GL: grave laitier. BCg: béton de ciment goujonné. GC: grave ciment. GNT: grave non traitée. SG: sable gypseux. TUF: encroutement calcaire. AG: arène granitique. SB: sable bitume.</p>		

N.B: Se référer à l'annexe 1 et 2 pour les ressources en granulats et matériaux locaux.

c) Détermination la classe du trafic

Les classes de trafic (TPLi) adopté dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

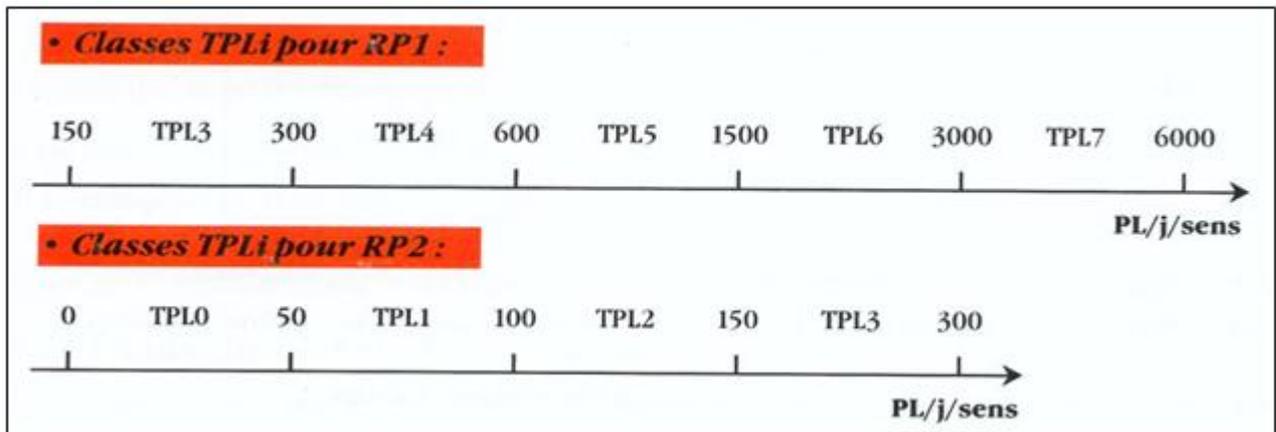


Figure VIII.04: Classes du trafic (TPLi) pour type RP1. [16]

d) Choix de la couche de roulement

Toutes les fiches techniques de dimensionnement, excepté celle concernant les chaussées en béton de ciment, font apparaitre une couche de roulement. Le choix de la couche de roulement est fait en fonction du niveau de réseau principal comme suit:

- ✚ **Réseau principal RP1:** couche de roulement en béton bitumineux (BB), les épaisseurs sont modulées en fonction de la classe de trafic (TPLi) et du type de structure de l'assise de chaussée.
 - 6BB à 8BB pour les structures traitées au bitume (GB/GB, GB/GNT...);
 - 6BB à 10BB pour les structures GL/GL.
- ✚ **Réseau principal RP2:** couche de roulement en enduit superficiel (ES) ou enrobée à froid (EF) en fonction du matériau choisi en assise de chaussée et de la zone climatique correspondante.

e) Détermination la structure du corps de chaussée

Nous présentons un seul croqué de différent structure de corps de chassée selon le catalogue des fascicules 1, 2 et 3 du CTTTP.

Exemple: type MTB, zone climatique I et II, duré de vie de 20ans, taux de croisement 4%.

TPI PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000				
TPL7				
3000				
3000				
TPL6				
1500				
1500				
TPL5				
600				
600				
TPL4				
300				
300				
TPL3				
150				

Figure VIII.05: Exemple des structures du corps des chaussées (catalogue CTTP).

VIII.6.3. Méthode d’A.A.S.H.O (American Association of States Highway Officials)

Cette méthode est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l’application d’environ un million de charges roulantes, qui permet de préciser les différents facteurs:

- L’état de la chaussée et l’évolution de son comportement dans le temps;
- L’équivalence entre les différentes couches des matériaux;
- L’équivalence entre les différents types de charge par essai;
- L’influence des charges et de leur répétition. [15]

VIII.6.4. Méthode L.C.P.C (Laboratoire central des ponts et chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par cette expression:

$$T_{eq} = TJMA \times \frac{a [(1+z)^n \times 0.75 \times p \times 365]}{[(1+z)-1]} \quad \text{(VIII.04)}$$

Ou;

T_{eq}: trafic équivalent par essieu de 13t;

TJMA: trafic à la mise en service de la route;

a: coefficient qui dépend du nombre de voies;

Z: taux d'accroissement annuel;

n: durée de vie de la route;

p: pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente E (en fonction de **T_{eq}**, **I_{CBR}**) à partir de l'abaque L.C.P.C. L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base. [15]

VIII.7. Application dans notre projet

VIII.7.1. Données du trafic et **I_{CBR}** de sol support

Année de comptage 2011, Année de mise en service 2015 et la durée de vie de projet 20 ans.

Taux de croissance 4 %

Le pourcentage (%) des poids lourds Z = 22 %, et P = 6.5t

$$TJMA_{2011} = 5700 \text{ v/j/sens}$$

$$TJMA_{2015} = (1 + \tau)^n TJMA_{2011} = (1 + 0.04)^4 5700 = \mathbf{6668 \text{ V/J/sens}}$$

$$TJMA_{2035} = (1 + \tau)^{20} TJMA_{2015} = (1 + 0.04)^{20} 6668 = \mathbf{14610 \text{ V/J/sens}}$$

$$N (Pl) = TMJA_{2035} \times (\%) Pl = 14610 \times 0.22 = \mathbf{3214Pl/j}$$

$$N (PL/sens) = S \times N \times k (PL)$$

Avec;

$S = \frac{2}{3}$ Coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic;

K = 90% pour une chaussée unidirectionnel.

$$N (PL/sens) = \frac{2}{3} \times 0.9 \times 3214 = \mathbf{1318Pl/j/sens}$$

VIII.7.2. Epaisseur du corps de chaussée par la méthode CBR

$$TMJA_{2035} \times 365 \times 1.5 = 14610 \times 365 \times 1.5 = 7\,998\,975 \text{ t/ans} > 100\,000\text{t/ans}$$

Donc;

$$E = \frac{100 + \sqrt{P}[(75 + 50 \log(\frac{N}{10}))]}{I_{CBR} + 5}$$

La classe du sol support est S4 par rapport au tableau **VIII.01**, pour notre cas $I_{CBR} < 5$.

Nous ajoutant deux couches en matériaux sélection (TVO 0/60 ou bien TVC 0/60) pour améliorer la portance de sol support au bien la classe S3 pour un nouveau I_{CBR} variable entre 5 – 10.

Donc; l'indice de CBR choisi est égal à 5, afin de calculer l'épaisseur du corps de chaussée.

$$E = \frac{100 + \sqrt{6.5}[(75 + 50 \log(\frac{1318}{10}))]}{5 + 5} = 56.14 \text{ cm}$$

D'où:

$$E_{eq} = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3$$

$$58,8 \text{ cm} = 6 \times 2 + 14 \times 1.2 + 30 \times 1$$

Comme indique la figure suivante:

Épaisseur équivalent		Épaisseur réelle
2 x 6 cm	BB	06 cm
1.2 x 14 cm	GB	14 cm
1 x 30 cm	GNT	30 cm

Figure VIII.06: Différents couches du corps de chassée.

VIII.8. Vérification de la structure du Corps de chaussée

VIII.8.1. Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z,adm}$

✚ La déformation verticale admissible du sol support est donnée par la relation :

$$\epsilon_{x,ab} = 22 \times 10^{-3} \cdot (TCE_i)^{-0.235}$$

✚ Avec (TCEi) trafic cumulé équivalent est donné par la relation suivante :

$$TCE_i = TPL_i \times C \times A \times 10^3$$

On a; $C = 10.9$ $A = 0.6$ $TPLi = 1320$

Donc;

$$TCE_i = 8.6 \times 10^6 \quad \text{et} \quad \epsilon_{x,ab} = 515 \times 10^{-6}$$

VIII.8.2. Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t,ab}$ à la base de la GB

$$\epsilon_{t,ab} = \epsilon_6(10^0, 52\text{HZ}) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

Avec;

○ $\epsilon_6(10^0, 52\text{HZ}) = 100 \times 10^{-6}$

○ **Kne** : facteur lié au nombre cumulé d'essieu $Kne = \left[\frac{10^6}{TCE_i} \right]^{-b}$

b : pente de la droite de fatigue = 0.146 Donc **Kne = 1.37**

○ **Kθ** : facteur lié à la température

$$K\theta = \sqrt{\frac{E(10^0, 10\text{HZ})}{E(\theta_{eq}, 10\text{HZ})}} = 1.34$$

- $E(10^0, 10\text{HZ})$: nombre complexe du matériau bitumineux égal 12500 Mpa

- $E(\theta_{eq}, 10\text{HZ})$: nombre complexe du matériau bitumineux à la température équivalente à égal 7000 Mpa

○ **Kr** : facteur lié au risque et aux dispersions, $Kr = 10^{-t\delta}$

t : facture de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r %)

On a comme donné **TPL 5** en prendre **r = 10** à donc **t = -1.282**

$$\delta = \text{fonction de dispersion } \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} sh\right)^2} = 0.61$$

SN : dispersion sur la loi de fatigue égal 0.45

C : coefficient égal à 0.02

Sh: dispersion sur les épaisseurs en (cm) égale à 3 cm.

Donc; **Kr = 0.77**

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

Donc;

$$\epsilon_{t,ab} = 100 \times 10^{-6} \times 1.37 \times 1.34 \times 0.77 \times 1.3 = 183 \times 10^{-6}$$

La structure de **6(BB) +14(GB) +30(GNT)** est **vérifiée**

VIII.9. Conclusion

La méthode CBR est la plus utilisée en Algérie. Elle est une méthode simple et applicable pour déterminer l'épaisseur des différentes couches du corps de chaussée. Le corps de chaussée représenté à la figure (VIII.05) est applicable sur toute la longueur de l'axe de la route, parce que plus de 13Km de longueur à un nouveau indice de CBR supérieur à 10, y compris le sol support constitué du terrain argileuse.

CHAPITRE IX

**CALCUL DE
TERRASSEMENT ET
PROTECTION DES
TALUS**

Chapitre IX: Calcul des terrassements et protection des talus

IX.1. Introduction

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

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers courants. Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai. Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

IX.2. Définition

On appelle terrassement, les différents mouvements de terre qui ont pour objet de creuser des fouilles ou de modifier la configuration du sol en vue de : [6]

- La construction des ouvrages.
- L'aménagement des routes.
- L'établissement des branchements d'égout et des branchements de canalisations (Assainissements des routes).

Cette modification des niveaux du sol est réalisée par l'exécution de déblais et de remblais. [6]

IX.2.1 Le Déblai :

Il consiste à extraire les terres avec des engins mécaniques selon la profondeur donnée par le topographe. Le déblai peut être utilisé comme remblais, s'il est consistant et s'il répond aux normes techniques.

IX.2.2 Le Remblai :

Les matériaux de terrassement mis en œuvre par compactage et destiné à surélever le profil d'un terrain ou à combler une fouille. Le remblai Consiste à rapporter des terres afin de relever le niveau.

IX.3. Méthode de calcul des cubatures

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

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

a) Formule de moyenne des aires

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

$$V = (S1 \times L1 + S2 \times L2 + \dots Sn \times Ln) \text{ (IX.01)}$$

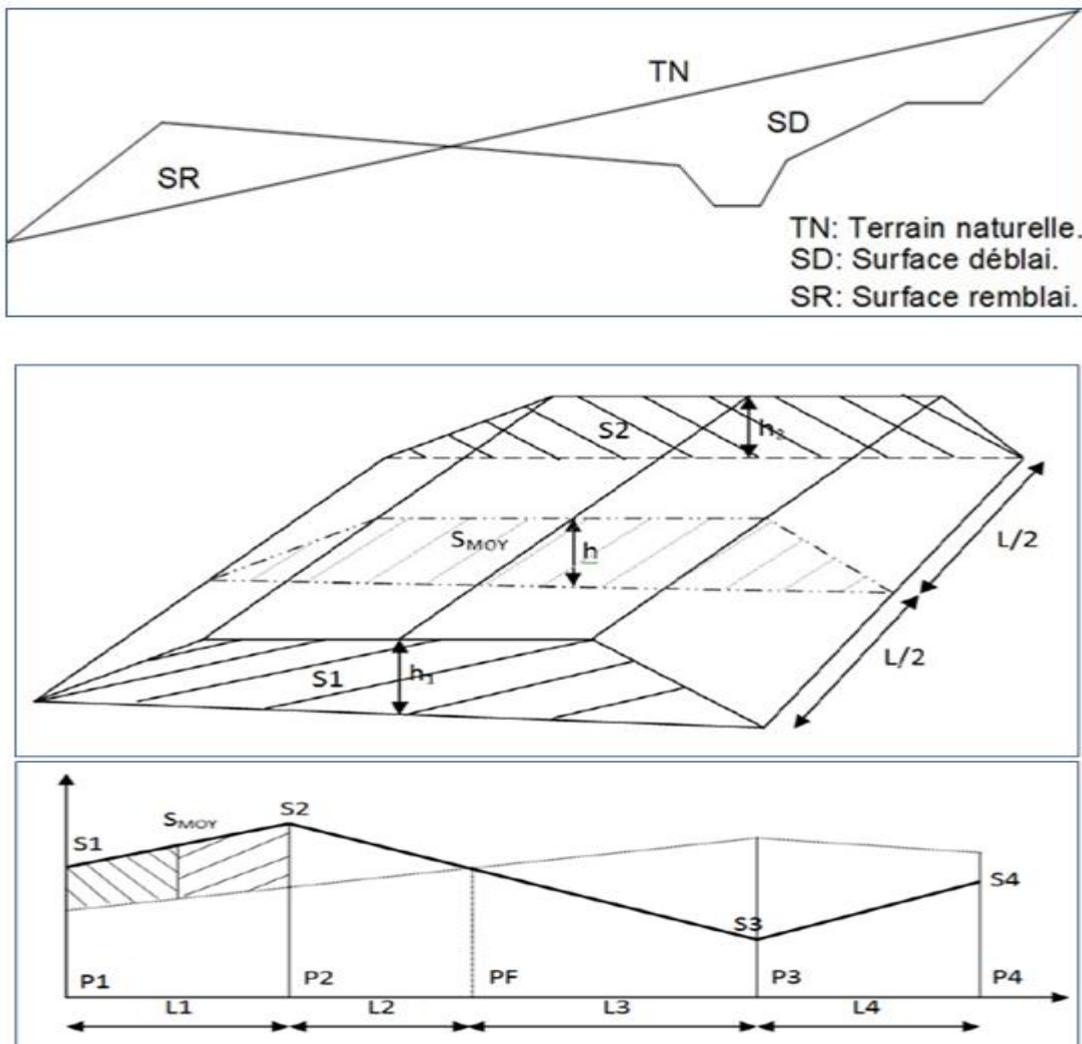


Figure IX.01: Exemple de calcul des volumes de déblai ou de remblai.

Avec;

PF: profil fictive, surface nulle;

Si: surface de profil en travers P_i ;

Li: distance entre ces deux profils;

S_{Moy}: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i). [17]

b) Résultats de calcul des terrassements dans notre projet

Après la modélisation et le calcul par logiciel Piste 5.06 de notre projet, on a trouvé les résultats de terrassements suivants (tableau de calcul des terrassements in Annexe):

- Volume total des déblais: **116 469m³**
- Volume total des remblais: **312 482m³**
- Volume terre végétal: **111 915m³**
- Volume de couche de forme **141 537m³**

IX.4. Exécution des remblais

IX.4.1. Préparation le fond de forme

Avant de commencer un remblai, il faut préparer le fond de forme avec réglage, compactage du sol support et essais mécanique sur site (essais de la plaque), où par fois renforcer par tranchées drainantes,

IX.4.2. Fourniture les matériaux de remblais

La fourniture les matériaux des remblais sur site, il faut stock dans zone de stockage pour l'identification au niveau de laboratoire et pour bien l'organisation du chantier

IX.4.3. Mis en œuvre le remblai

La mise en œuvre les couches des remblais est couche par couche sur des épaisseurs à la disposition de nature de matériau à l'aide des moyens de réglage, l'arrosage, malaxage et compactage selon les résultats de planche d'essai (quantité d'eau aux malaxage, nombre de passe essais mécanique de compacité, essais de la plaque pour déterminer la portance de chaque couche obtenue avec un planning des mise en œuvre les couches.

IX.5. Protection des talus

Le talus est un terrain pentu et variable selon la nature du sol, qu'il soit du côté de déblai ou du

remblai. Pour éviter le glissement des terres à la pluie après que le sol soit saturé d'eau, il faut le protéger. Cette protection varie selon la pente du talus, la qualité du sol et le drainage des eaux pluviales. La protection des pistes n'est pas limitée uniquement au côté technique, mais aussi du côté esthétique, ce qui donne une beauté civilisée à long terme.

IX.6. Type des talus

Les talus sont divisés en deux types:

IX.6.1 Talus de remblais

Le réglage du talus de remblai se fait généralement immédiatement après la fin de l'étape de remblayage à l'aide des engins spéciales de réglage du talus. Le réglage des pentes du talus selon la nature du matériau de remblai et la création des banquettes, à savoir l'hauteur du talus de remblais et l'étude de stabilité avec un léger compactage au jour de réglage, comme le montre l'image ci-après.



Figure IX.02: Traitement des talus types remblais. [18]

L'étude de stabilité des pentes est basée sur des données de laboratoire d'identification du matériau de remblais et le sol support avec les données géométriques de chaque section selon les normes de guide géotechnique routier GTR.

IX.6.2 Talus de déblais

Le réglage du talus côté déblai se fait généralement immédiatement après la fin de l'étape des terrassements de grande masse, débroussaillage et abatage des arbres. Le réglage des pentes des talus

selon la nature de sol (données de laboratoire d'identification du sol), création des banquettes à savoir l'hauteur du talus les données hydraulique et l'étude de stabilité (voir la figure ci-dessous).



Figure IX.03: Régalage des talus types déblais. [19]

IX.7. Différent type protection des talus

La protection des talus est extrêmement importante pour la sécurité de la route contre la dégradation. Afin de protéger les talus, il existe plusieurs solutions liées entre elles, qui doivent être mises en œuvre, il y a protection normal et protection exceptionnel, et les images suivantes montrent les dégâts causés aux intempéries.



Figure IX.04: Quelques exemples des glissements terrain. [20]

IX.7.1 Protection normal

Cette protection se traduit par la réalisation de systèmes de drainage superficiel des eaux pluviales sur les bords de la route comme les fossés, bordures, descente d'eau et la mise en terre végétale sur les talus d'une épaisseur considérable, tout en plantant des arbres adaptés à la zone. Comme le sol de la plante a des caractéristiques et des directions qui doivent être suivies. Pose la

terre végétale propre et azotée sur 40cm d'épaisseur engazonné avec un gazon, avec le réglage, légèrement de compactage. Et pour assurer la bonne qualité des matériaux au futur projet, il doit vérifier les caractéristiques des matériaux utilisés par des essais d'identification (voir les essais regroupés au tableau ci-dessous).

Tableau IX.01: Caractéristique physique des matériaux utilisés.

Type d'éléments	Granulométrie	Pourcentage (%)
Eléments grossiers (tolérance)	Pierres (+2 cm)	5 % maximum
Sable	Sable fin (50 - 200 μ)	10 % maximum
	Sable grossier (200 - 2 000 μ)	40 % maximum
	Sable (total)	40 à 50 %
Eléments fins	Limons (20 à 50 μ)	30 à 40 %
	Argile (< 20 μ)	15 à 25 %
Matière organique	% du poids sec (méthode Anne)	1,5% minimum
	Taux de 3 % minimum exigé pour un rapport C/N compris entre 8 et 15.	

Tableau IX.02: Caractéristique chimique des matériaux utilisés.

Eléments	Caractéristique ou Quantité
pH eau	6,5 < pH < 7,5
Calcaire total	1 à 10 % soit 10 à 100 g/kg de terre sèche
Calcaire actif	Mesure de l'indice de Pouvoir Chlorosant (IPC) IPC = Calcaire actif en g/kg de terre sèche * 103 / Fer extractible en mg/Kg de terre sèche IPC < 12
Phosphore assimilable	2,5 à 3,0% (Méthode Joret-Herbert)
Potassium	2,5 à 3,0%
Magnésium	1,5%

A. Contrôle de la terre végétale

Dès la commande de fourniture de terre, l'entrepreneur devra fournir au maître d'œuvre:

- Un plan de repérage du lieu d'extraction ou de stockage de la terre végétale;

- Une analyse physico-chimique de cette terre.

L'aptitude à l'emploi de terre végétale en stock ne pourra se faire qu'après agrément par le maître d'œuvre. Les analyses de la terre végétale sont à la charge de l'entrepreneur. Le Maître d'œuvre pourra effectuer les prélèvements à la place de l'entrepreneur.

Tableau IX.03: Matière organique.

Eléments	Quantité (%)
Matière végétale	85 %
Taux de matière sèche	75 %
Taux de matière organique	55 %
pH	environ 6
Azote organique	1,5 %
Acide phosphorique	1 %
Potasse	1 %
Magnésium	1,5 %

B. Végétaux

Les végétaux choisis doivent être des espèces adaptées à la zone côtière. Avant toute fourniture de végétaux, l'entreprise de réalisation aura fait connaître la pépinière d'origine des plants. Le choix des plants en pépinière devra s'opérer contradictoirement entre l'entreprise et le maître d'œuvre en présence du maître d'ouvrage. Le maître d'œuvre reste seul juge pour déterminer l'acceptabilité des plantes.

C. Gazons

Les gazons devront être des gazons destinés au placage. Ils sont établis par semis ou par multiplication végétative d'espèces ou de cultivars cultivés purs, ou plus généralement par semis d'un mélange d'espèces et de cultivars. Les gazons destinés au placage doivent être parfaitement adaptés au milieu et à l'utilisation dans les mêmes conditions que les gazons semés en place.

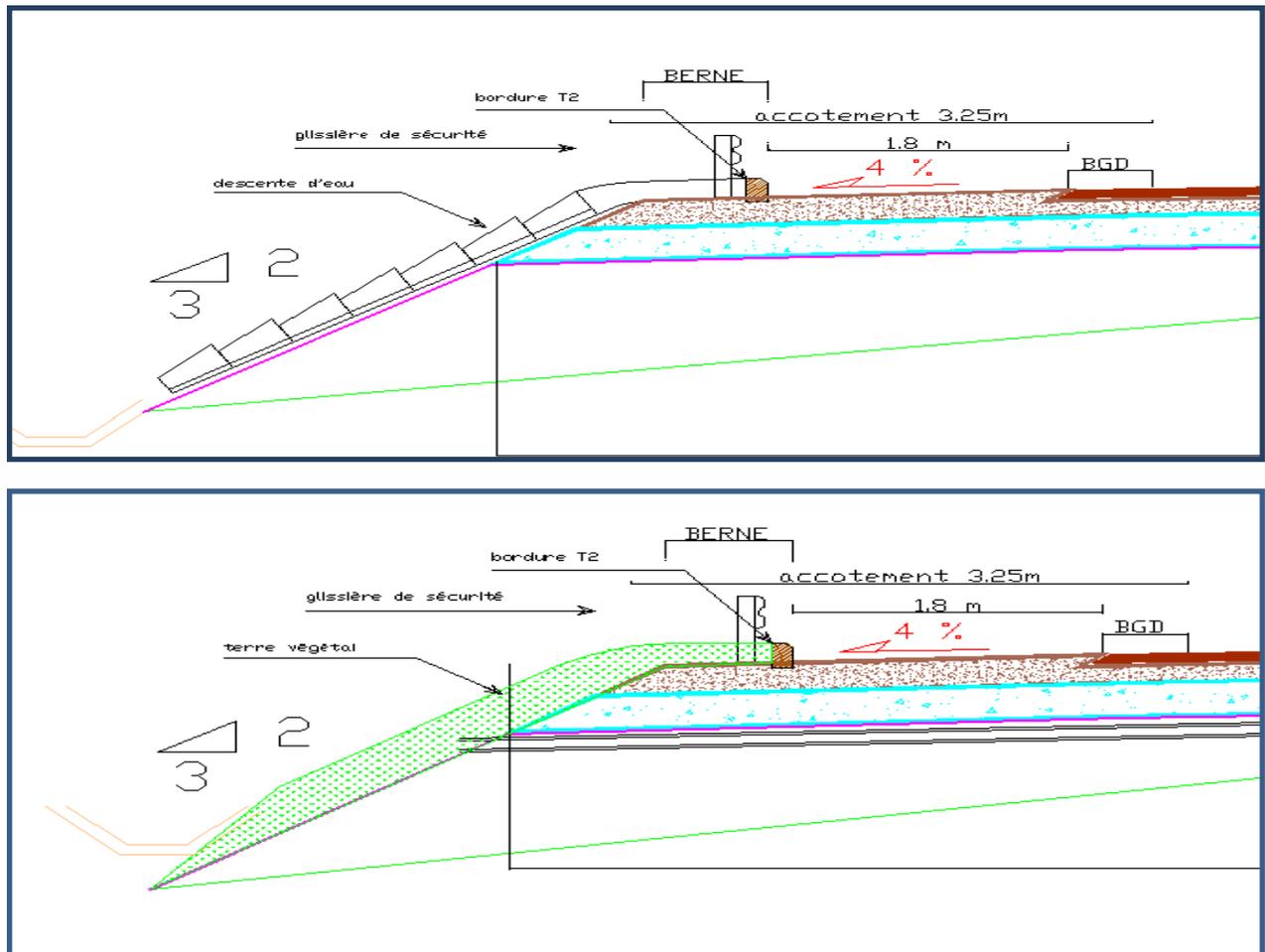


Figure IX.05: Aménagement des talus dans notre projet.

IX.7.2 Protection exceptionnelnel

Cette protection se traduit par la réalisation d'un mur de soutènement, qu'il soit en béton armé, gabionnage, remblais renforcée par système géo-synthétique (géotextile filtration et renforcement, géo-grille et géo-composite de drainage), les terre armé, béton projetée Pour notre projet, nous avons proposé d'utiliser les gabions pour qu'elles soient rapides à réaliser et moins couteuse.



Figure IX.06: Exemple de mis en place le mur de soutènement en gabion coté déblai. [21]

IX.8. Conclusion

En ce qui concerne les terres de déblais extrait depuis l'emprise de notre projet, il faut transmise directement à la vicieuse par l'entreprise de réalisation après le propriétaire du projet et après la conclure la confirmation des analyses et l'identification de ces terres, il n'est pas inutile. Et pour les résultats de compactage les couches de remblais, forme et fondation, base et la couche de roulement il faut suivre les exigences selon le GTR (guide géotechnique routier) et protocole de contrôle du CTTT.

Les résultats de calculs des terrassements de notre projet seront présentés en annexe.

CHAPITRE X
**AMENAGEMENT
DES CARREFOURS**

Chapitre X: Aménagement des carrefours

X.1. Introduction

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau, est le véritable déterminant de la capacité d'une voie, car il présente un lieu d'échange et de conflit où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables. On distingue deux types de carrefours:

- Carrefours à niveau ou carrefours plans dans lesquels, il n'existe aucune dénivellation de courants;
- Carrefours dénivelés ou carrefours à niveaux séparés dans lesquels certains sont dénivelés. On appelle courant de circulation l'ensemble des véhicules qui vont d'une direction d'entrée à une direction de sortie.

Le «demi-carrefour» est un carrefour plan ordinaire, fermé physiquement au niveau du terre-plein central. Il autorise seulement les échanges qui correspondent à des mouvements de tourne-à-droite (depuis la route principale vers une route secondaire, ou l'inverse).

X.2. Types de carrefours

X.2.1. Carrefour à trois branches (en T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

X.2.2. Carrefour à trois branches (en Y):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale (s'éloignant de la normale de plus 20°)

X.2.3. Carrefour à quatre branches (en croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées

X.2.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique. Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond-point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

NB: Pour notre projet l'étude du tronçon comporte quatre carrefours qui sont : un carrefour giratoire.

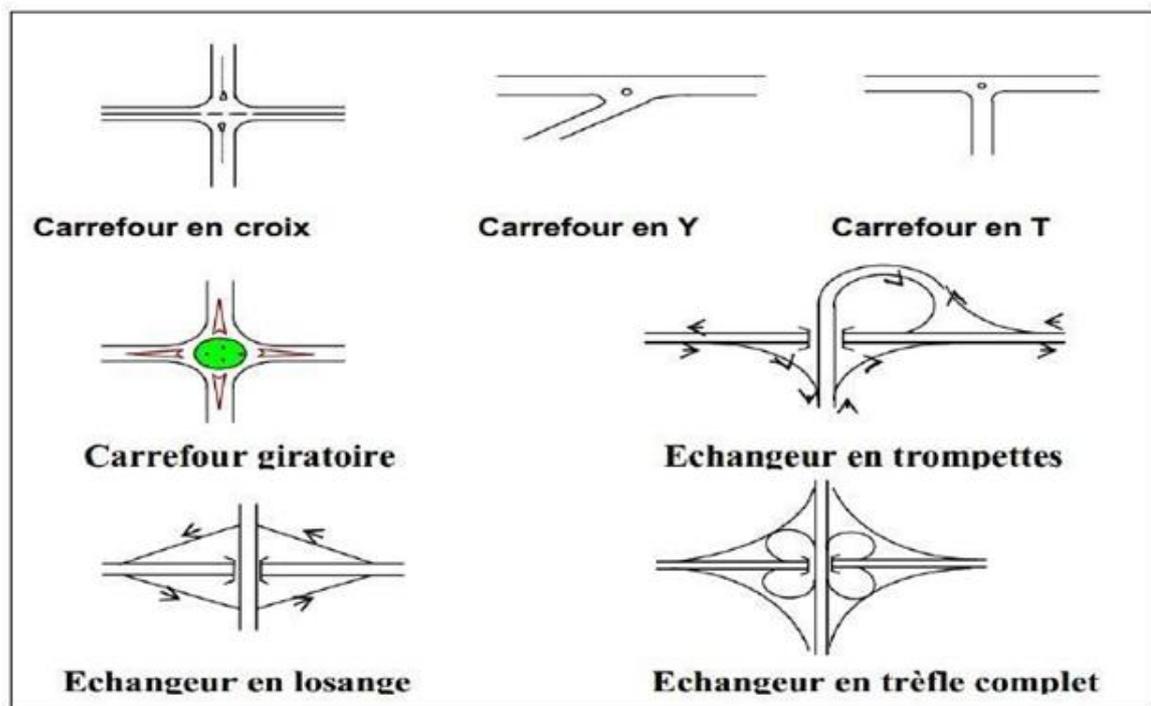


Figure X.01: Types de carrefours.

X.3. Visibilité aux carrefours

Dans l'aménagement d'un carrefour, il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

La distance de visibilité dépend de la vitesse d'approche et la priorité de la voie comme il est montré dans les tableaux

- suivants.

Tableau X.01: Distance de visibilité d'p sur l'itinéraire prioritaire avec un signal de stop à la balise B1 (véhicule en position d'arrêt) selon B40.

Type de route	Manœuvre		Vitesse d'approche à vide V_P (Km/h) (vitesse de la manœuvre V'_p)					
			60 (45)	80 (60)	90 (67,5)	100 (75)	110 (80)	120 (85)
2 voies	Traversée	VP	100	130	150	165	180	200
		PL (1)	130	175	200	220	245	265
	Tourne-à-gauche	VP	110	175	215	260	310	350
3 voies	Traversée	VP	115	155	175	195	215	235
		PL (1)	150	200	225	250	275	300
	Tourne-à-gauche	VP	115	180	220	265	315	355
4 voies	Traversée	VP	135	175	200	220	245	265
		PL (1)	165	220	250	275	305	335
	Tourne-à-gauche	VP	120	185	225	270	320	360
4 voies avec ilot < 5m	Traversée	VP	150	200	225	250	275	300
		PL (1)	180	240	275	305	335	365
	Tourne-à-gauche	VP	125	190	230	275	325	365
Toutes routes	Tourne-à-droite	VP	100	165	205	250	300	340

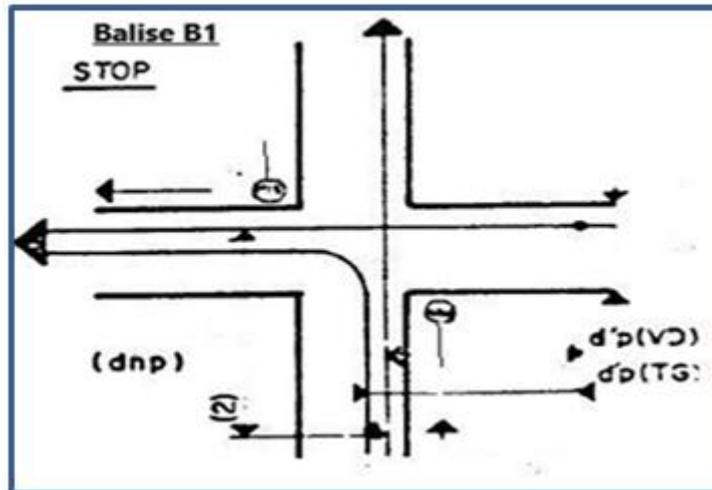


Figure X.02: Distance de visibilité d’p sur l’itinéraire prioritaire.

Tableau X.02: Distances de visibilité dp et dnp selon B40.

Vitesse d’approche à vide VP	Vitesse d’approche VnP	60	80	90	100	110
		Distance de visibilité sur voie non prioritaire dnp	70	110	130	160
60	Distance de visibilité sur voie prioritaire dp	70	80	90	100	105
80		95	110	120	130	140
90		105	120	130	145	160
100		130	135	145	160	175
110		130	150	160	175	190
120		140	160	175	193	210

X.4. Choix du type de carrefour

- Le choix du type de carrefour plan giratoire ou plan ordinaire, dépend surtout du volume et de

la répartition des trafics et de l'importance des échanges, qui existent ou que l'on crée entre les routes concernées; [6]

- Les carrefours à faible volume de circulation ne doivent pas faire l'objet d'aménagement d'une inutile complexité;
- Si le trafic de la route secondaire est faible, une canalisation simple à l'aide des ilots séparateur placé sur celle-ci suffit;
- Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important. [5]

X.5. Application dans notre projet

Dans notre projet, on propose aux points d'intersection des routes principales et de la route secondaire des carrefours plans. Ces carrefours comportent des ilots centraux aux routes principales et un ilot de la route secondaire, ce carrefour relié quatre voie qui traverse deux voie secondaire.

X.5.1. Diagramme de visibilité

L'itinéraire A est considéré comme une voie prioritaire avec vitesse de base $V_O = 80$ Km/h, intersecté avec l'itinéraire B non prioritaire de vitesse de base $V_B = 60$ Km/h, et avec un signal stop.

- **L'itinéraire A**

 $d'p = 175$ m (traversé VP)

 $d'p = 220$ m (traversé PL)

 $d'p = 185$ m (T.A.G)

 $d'p = 165$ m (T.A.D)

- **L'itinéraire B**

$d_B = 70$ m et $d_A = 95$ m

- **Rayon de giratoire intérieur**

 $R = 15$ m

- **Rayon de giratoire extérieur**

 $R = 15$ m

- **Rayon d'entrée**

 $R = 30$ m

✚ Rayon de sorti

✚ R = 15 pour l'axe secondaire;

✚ R = 30 pour l'axe principal.

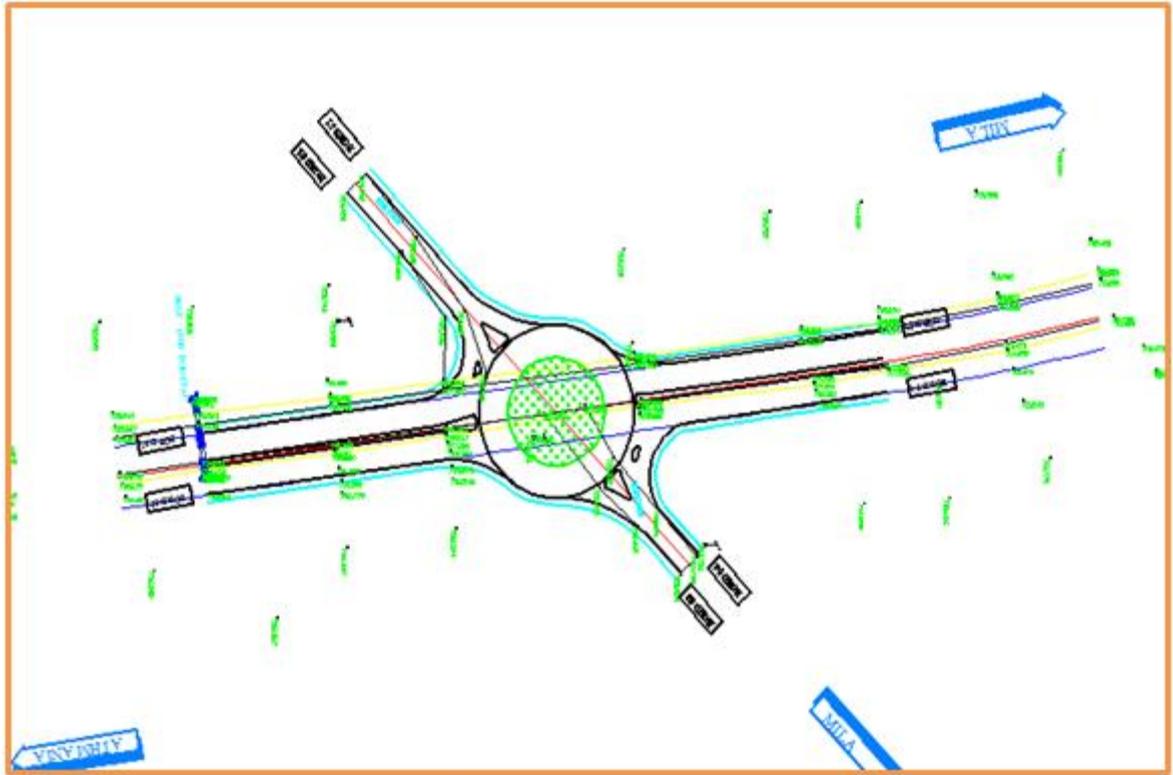


Figure X.03: Carrefours giratoire de notre projet au pk 7+100.

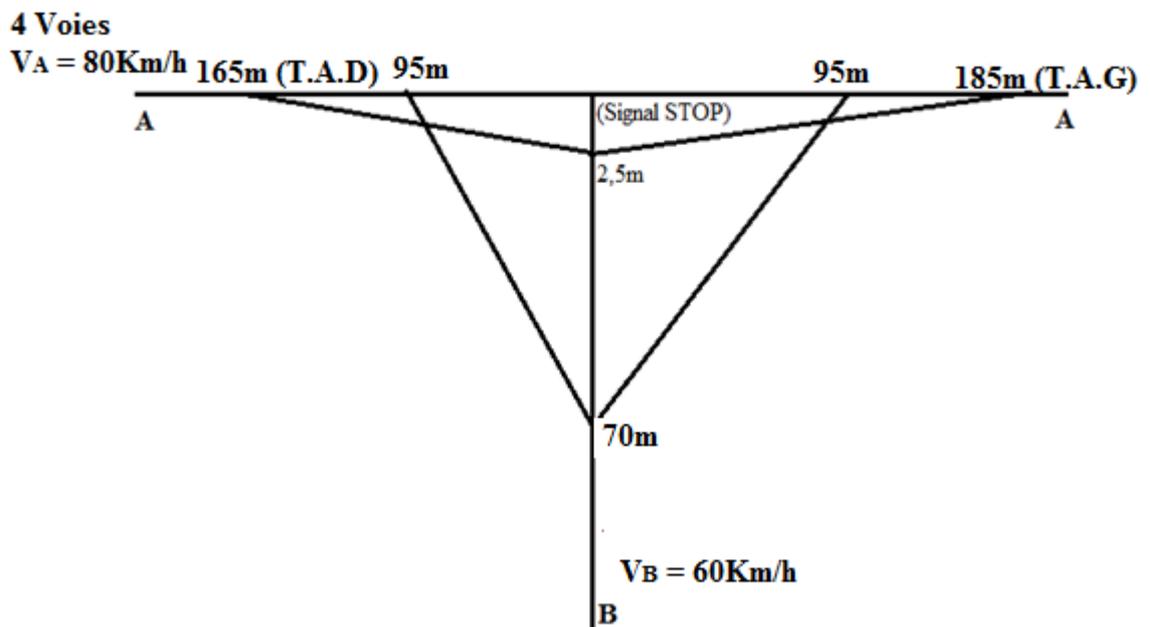


Figure X.04: Diagramme de visibilité.

CAPITRE XI
ASSAINISSEMENT
ROUTIER

Chapitre XI: Assainissement routier

XI.1. Introduction

L'eau quel que soit son origine, pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes, dans ce chapitre nous traitons le phénomène d'interaction entre l'eau et la route. Nous essayons d'analyser les sources de provenance de l'eau vers la route, les effets négatifs de cette eau sur le comportement de la route et les moyens que l'ingénieur doit prévoir pour préserver à la route un niveau minimal de fonctionnement. Toute accumulation d'eau sur la chaussée favorise en particulier l'aquaplanage, augmente la projection d'eau par les véhicules, et tend ainsi à diminuer la sécurité des usagers. De plus, l'eau qui stagne en surface fini toujours par s'infiltrer et provoquer l'imbibition des sols et des couches de chaussées, affaissements précoces de la route et formation rapide des nids de poules. L'eau pénètre dans le corps de chaussée suivant plusieurs chemins:

- Par percolation à travers la couche de roulement suite à la fissuration de cette dernière;
- Par infiltration sur les côtés;
- Par remontées capillaires en provenance de la nappe phréatique.

Des ouvrages de rétablissement bien conçus et correctement exécutés permettent de se prémunir contre des inondations et contre les dégâts causés aux différents ouvrages, notamment aux remblais routiers.

XI.2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants:

- ✚ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning);
- ✚ Le maintien de bonne condition de viabilité;
- ✚ Réduction du coût d'entretien;
- ✚ Eviter les problèmes d'érosions;
- ✚ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée;
- ✚ Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme.

XI.3. Types de dégradation des réseaux routiers

L'eau étant l'ennemi numéro un de la route, faute d'un bon drainage il est engendré de grave dégradation affectant la qualité du service, l'économie de la route (la bonne tenue de la route). Parmi ces dégradations:

+ Dans la chaussée

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

+ Pour le talus

- Glissement;
- Érosion;
- Affouillements du pied de talus.

XI.4. Type des canalisations

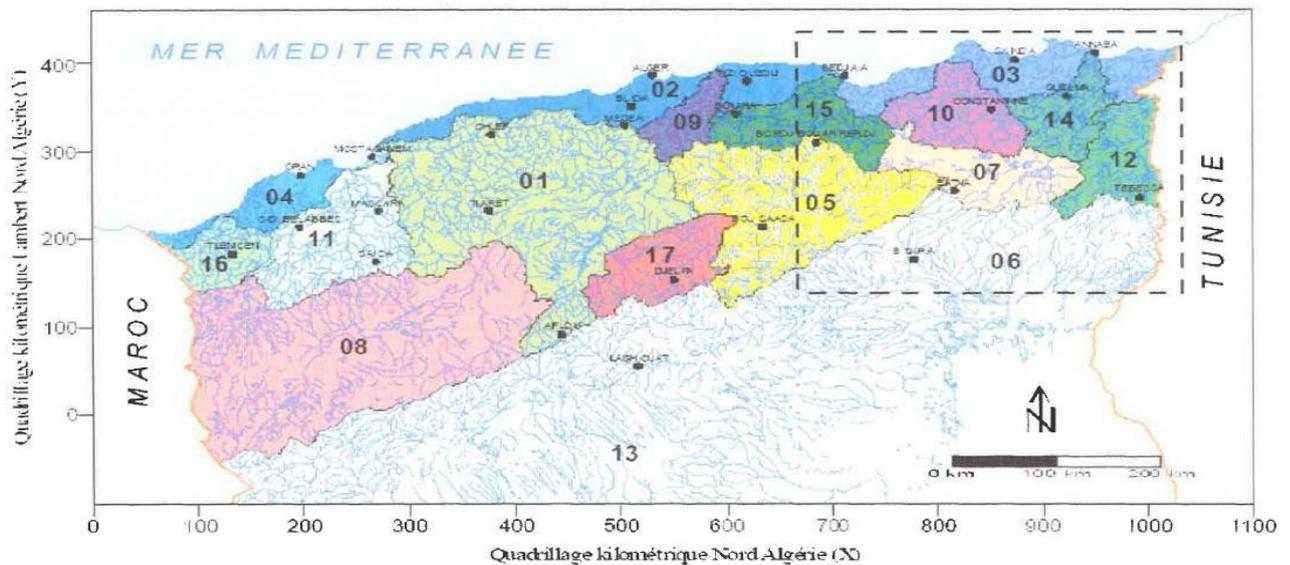
L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations», son réseau est partagé en deux catégories:

- Les réseaux des canalisations longitudinaux (fossé, cunettes, caniveaux);
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, descente d'eau, tête de collecteur).

XI.5. Définition des termes hydraulique

XI.5.1. Bassin versant

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



01 : Cheliff 02 : Côtiers algérois 03 : Côtiers constantinois 04 : Côtiers oranais 05 : Chott Hodna 06 : Chott Melrhir 07 : Hauts Plateaux constantinois
 08 : Hauts Plateaux oranais 09 : Isser 10 : Kébir-Rhumel 11 : Macta 12 : Medjerda 13 : Sahara 14 : Seybouse 15 : Soummam 16 : Tafna 17 : Zahrez

Figure XI.01: Bassins hydrographiques de l’Algérie du Nord

et position de la zone d’étude. [12]

XI.5.2. Collecteur principal (canalisation)

C’est la conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

XI.5.3. Chambers de visite (chemises)

C’est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu’aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l’entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

XI.5.4. Sacs

C’est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l’introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d’un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraîné, par les eaux superficielles.

XI.5.5. Fossés de crête

C’est un outil construit afin de prévenir l’érosion du terrain ou cours des pluies.

XI.5.6. Descente d'eau

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes. Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1% leur espacement est varié entre 30m et 40m. [22]

XI.5.7. Les regards

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

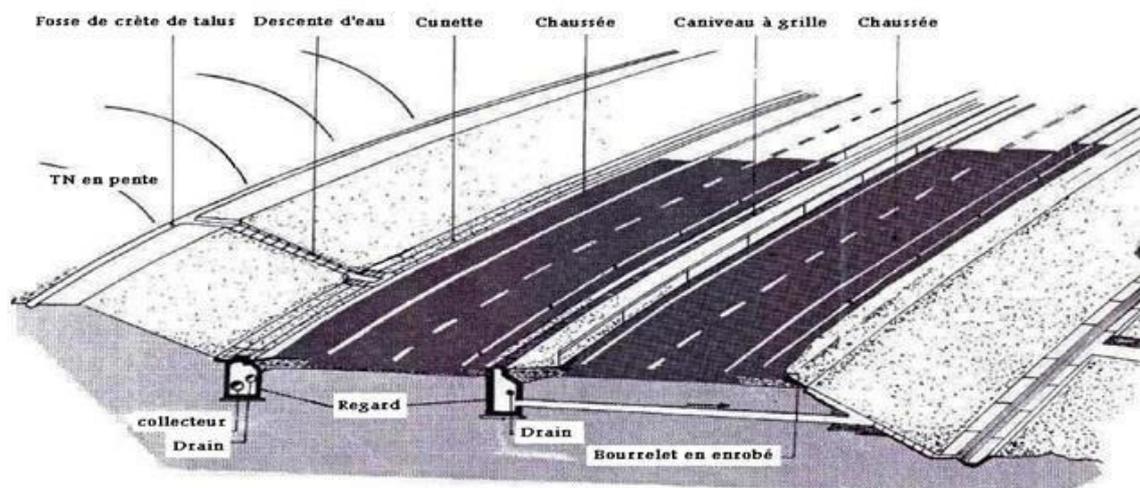


Figure XI.02: implantation des éléments hydrauliques. [12]

XI.6. Ouvrages d'écoulement d'eau

En général, les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi lesquels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes:

- ✚ Les passages submersibles;
- ✚ Les fossés;
- ✚ Les dalots;
- ✚ Les buses.

XI.6.1. Passages submersibles

Les passages submersibles sont des ouvrages qui servent à protéger la chaussée contre les dégradations causées par les eaux, et qui assurent superficiellement l'écoulement des eaux lorsque

leur volume est plus important.

XI.6.2. Fossés

Ces sont des tranchées creusées en longueur dans le sol, et servent à délimiter les terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement.

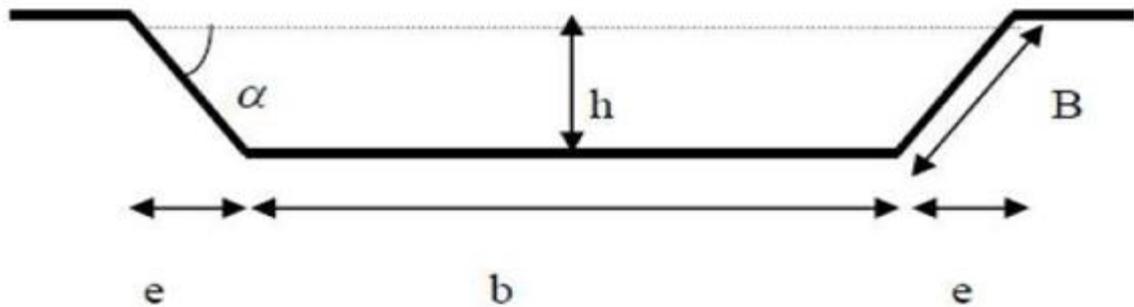


Figure XI.03: Fossés.

XI.6.3. Les dalots

Couramment, les dalots ont le même rôle que les buses, ils servent à évacuer les eaux sous chaussée, leurs dimensions aussi varient suivant l'importance de la profondeur du bassin versant, généralement ils sont rectangulaires ou carrés.

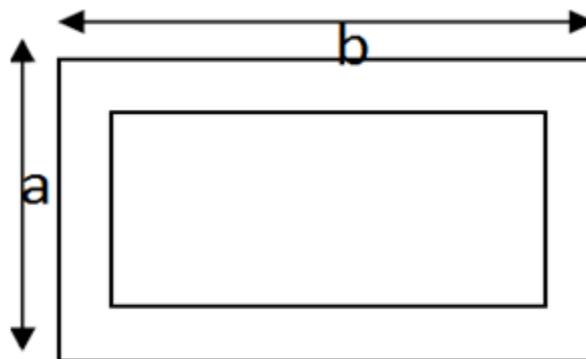


Figure XI.04: Dalot.

XI.7. Caractéristiques physiques du bassin versant

Les résultats des paramètres morphométries sont résumés dans le tableau suivant:

$$k_c = \frac{P}{p_c} = \frac{P}{2 \times \pi \times R} \quad (\text{XI.01})$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{P}} \quad (\text{XI.02})$$

$$p_c = 2 \times \pi \times R = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{S}{P}} \quad (\text{XI.03})$$

$$k_c = \frac{P}{2 \times \pi \times \sqrt{\frac{S}{P}}} = \frac{P}{2 \times \sqrt{\pi \times S}} \quad (\text{XI.04})$$

Les différentes caractéristiques des bassins sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau XI.01: Paramètres morphométries des bassins versant. [13]

N° B	S(Km ²)	P(Km)	L _{c,e} (Km)	K _c
B1	0,553	2,884	0,950	1,09
B2	0,152	1,480	0,308	1,07
B3	0,041	1,005	0,158	1,40
B4	0,020	0,600	0,125	1,20
B5	0,022	0,581	0,072	1,10
B6	0,015	0,566	0,078	1,30
B7	0,015	0,500	0,139	1,15
B8	0,011	0,444	0,062	1,19
B9	1,718	6,518	2,613	1,40
B10	0,734	5,762	2,627	1,90
B11	1,173	5,967	2,651	1,55
B12	0,944	5,213	2,199	1,51
B13	0,009	0,377	0,080	1,12
B14	0,101	1,499	0,465	1,33
B15	0,547	4,094	1,681	1,56
B16	0,263	2,160	0,674	1,19
B17	0,084	1,418	0,409	1,38
B18	0,063	1,026	0,335	1,15
B19	0,032	0,855	0,252	1,35
B20	0,048	0,928	0,276	1,19
B21	0,033	0,802	0,263	1,24
B22	0,005	0,270	0,034	1,11

B23	0,004	0,237	0,067	1,13
B24	0,031	0,841	0,255	1,35

P: Périmètre du bassin versant (Km);

S: Surface du bassin versant (Km²);

K_c: Indice de Graveleuse, cette indice qui caractérise la forme du bassin versant, il est égal au rapport du périmètre du bassin versant considéré à celui d'un cercle qui aurait la même surface. Plus ce coefficient s'approche de 1, plus la forme du bassin versant sera ramassée et plus le temps de concentration des eaux seront court.

- Si; $K_c = 1 \Rightarrow$ Bassin parfaitement circularise;
- Si; $K_c < 1 \Rightarrow$ Bassin ramassé;
- Si; $K_c > 1 \Rightarrow$ Bassin allongé.

XI.8. Débit d'apport des petits bassins

XI.8.1. Méthode de calcul du débit de crue

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne (1) de la pluie, et de durée (T) égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode dite rationnelle et elle est appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200Km², elle est donnée par:

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A \quad (XI.05)$$

Q_a: Débit maximum d'eau pluviale (m³/s);

C: Coefficient de ruissellement;

I_t: Intensité de la pluie exprimée mm/h;

K: Coefficient de conversion des unités et est égale à 0.278;

A: Aire du bassin d'apport (Km²).

XI.8.2. Coefficient de ruissellement

XI.8.2.1. Pour les bassins versants

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'adverse, sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY où "C" est la somme de trois coefficients partiels:

$$C = C1 + C2 + C3 \quad (XI.06)$$

- ✚ **C1:** dépend de la pente "p" du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du talweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles.

Tableau XI.02: Valeurs du coefficient (C1).

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
$P \leq 3.5$	0.01-0.05
$3.5 < P \leq 11$	0.06-0.10
$11 < P \leq 35$	0.12-0.20
$35 < P$	0.22-0.3

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

Tableau XI.03: Valeurs du coefficient (C2).

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

- ✚ **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 XI.04: Valeurs du coefficient (C3).

couverture végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0.22-0.30
Prairie	0.17-0.25
Labours-Champs	0.07-0.15
Forets et terrains sableux	0.03-0.05

XI.8.2.2. Pour la chaussée

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:

Tableau XI.05: Coefficient de ruissellement pour la chaussée.

Type de chaussée	Coefficient de ruissellement	Valeur pris	Pente (%)
Chaussée revêtement	0.80 à 0.95	0.95	2.5
Berme	0.15 à 0.40	0.4	8
Talus	0.10 à 0.30	0.3	67

XI.8.3. Intensité de l'averse

$$I_t = i. (Tc / 24)^B \quad (XI.07)$$

Avec;

i: Intensité de l'averse pour une durée de 1h;

$$B = b - 1$$

XI.8.4. Temps de concentration

La durée (Tc) de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit:

- Lorsque; $A < 5\text{Km}^2$: la formule de Ventura

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} \quad (XI.08)$$

- Lorsque: $5\text{Km}^2 \leq A < 25\text{Km}^2$: la formule de Passini

$$t_c = 0.0108 \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}} \quad (XI.09)$$

- Lorsque: $25\text{Km}^2 \leq A < 200\text{Km}^2$: la formule de Giandothi

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5L}{0.8 \times \sqrt{H}} \quad (XI.10)$$

Avec;

Tc: Temps de concentration (heure);

A: Superficie du bassin versant (Km²);

L: Longueur de bassin versant (Km);

P: Pente moyenne du bassin versant;

H: La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

XI.8.5. Méthode de calcul pente (%)

Le calcul de la pente (%) se fait par la formule ci-dessous:

$$P = \frac{(H_{max} - H_{min})}{L} \quad (XI.11)$$

Avec;

H_{max}: Altitude maximale de B.V;

H_{min}: Altitude minimale de B.V;

L: Altitude longueur de B.V.

XI.8.6. Méthode de calcul de l'intensité de l'averse

Le calcul de l'intensité de l'averse se fait par la formule suivante:

$$i = \frac{P_j(\%)}{24} \quad (XI.12)$$

P_j: La précipitation.

XI.8.7. Méthode de calcul de la précipitation (P_j)

Le calcul de la précipitation P_j est obtenu par la formule suivante:

$$P_j(\%) = \frac{P_{jmoy}}{(\sqrt{c_v^2 + 1})} \times e^{u \times \ln(\sqrt{c_v^2 + 1})} \quad (XI.13)$$

Avec;

P_{jmoy}: pluie moyenne journalière;

C_v: coefficient de variation climatique;

U: variation de Gauss.

Tableau XI.06: Données climatiques et pluviométriques.

P_{jmoy}	44mm			Pluie moyenne journalière
C_v	0.324			Coefficient de variation climatique
b	0.35			Exposant climatique
U (10/50/100)	1.282	2.057	2.327	Variation de Gauss

XI.9. Rétablissement des écoulements naturels

Les traversées et rétablissements d'écoulements naturels seront assurés par des ouvrages busés et dalots en béton armé. Les ouvrages projetés feront l'objet d'un dimensionnement hydraulique tel que leur débit de saturation sera supérieur au débit d'apport.

XI.9.1. Principe de calcul

Le calcul des débits d'apport et de saturation nous permet de déterminer les dimensions des ouvrages d'assainissement, le principe consiste à répondre aux deux conditions suivantes:

$$Q_a < Q_c \quad (XI.14)$$

Avec;

Q_a: Débit d'apport (m³/ s);

Q_c: Débit capable (de saturation) de l'ouvrage (m³/ s).

N.B: la vitesse maximale d'écoulement est limitée à 4m/s.

XI.9.2. Débit d'apport

Généralement, le débit de ruissellement est calculé par l'utilisation du modèle statique, s'écrit par la relation «pluie-ruissellement» ($Q = f(I)$)[70]

Le débit maximum limite est calculé par la formule dérivée de la méthode rationnelle, soit:

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A \quad (XI.15)$$

XI.9.3. Débit de saturation

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

$$Q_s = S \times KST \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \quad (XI.16)$$

Avec;

K_{st}: Coefficient de rugosité qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage;

I: Pente longitudinale de fossé (I = 4%);

S_m: Surface mouillée (m²).

R_h: rayon hydraulique ($R_h = \frac{S_m}{P_m}$).

XI.10. Dimensionnement

XI.10.1. Dimensionnement des Fossés

Le profil en travers hypothétique de fossé est présenté à la figure ci-après:

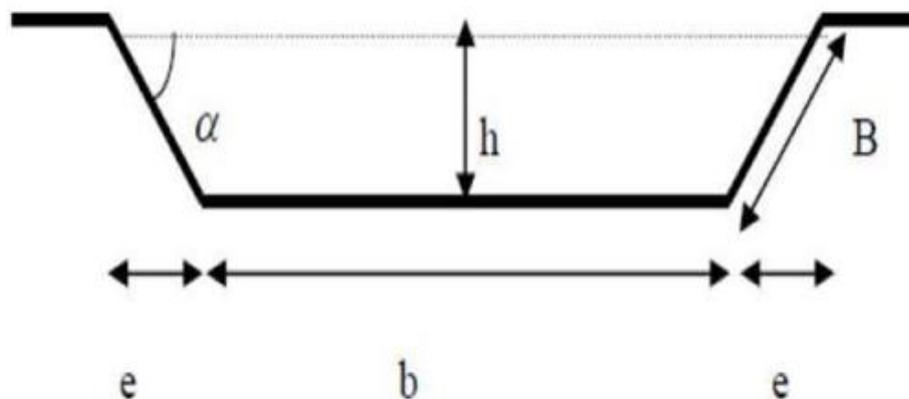


Figure XI.05: Dimensions d'un fossé.

On fixe la base du fossé a ($b = 50\text{cm}$) et la pente de talus a ($1/n = 1/1.5$), d'où la possibilité de calculer le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

$$Q_c = V \times S$$

$$V = K \times R^{2/3} \times P^{1/2} \quad (\text{XI.17})$$

$$R = \frac{S}{P_m}$$

V: Vitesse moyenne d'écoulement des eaux (m/s);

S: Surface d'écoulement (m²);

K: Coefficient de rugosité, tel que: $K = 70$, pour fossé en consolidé en béton; et $K = 35$, pour fossé en terre;

P: Pente de talweg (pente du talus = $\frac{1}{n}$);

R: rayon hydraulique en (m);

P_m: périmètre mouillé.

a) Calcul de la surface mouillée

$$S_m = b \times h + \frac{2 \times (e \times h)}{2} \quad \text{et} \quad \tan \alpha = \frac{e}{h} = \frac{1}{n} \text{ d'ou } e = h \times n$$

$$S_m = h \times (b + n \times h)$$

b) Calcul du périmètre mouillé

$$P_m = b + 2 \times B$$

Avec;

$$\begin{cases} B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \times h^2} = h \times \sqrt{n^2 + 1} \\ P_m = b + 2 \times h \times \sqrt{n^2 + 1} \end{cases}$$

c) Calcul du rayon hydraulique

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

d) Dimensions des buses

Les buses sont des ouvrages hydrauliques en béton, ils sont utilisés pour le rétablissement des écoulements naturels.

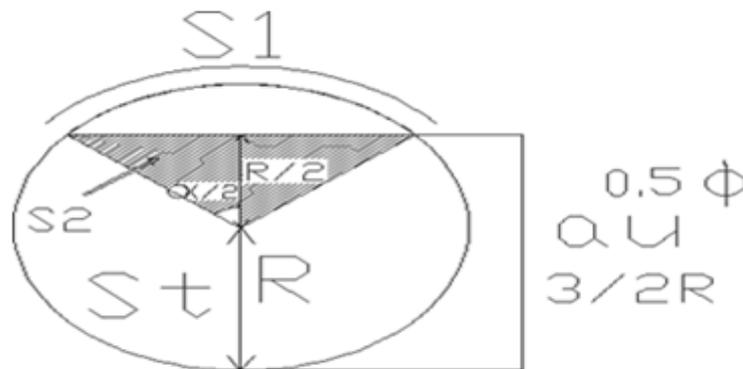


Figure XI.06: Coupe transversale d'une buse.

Le choix des sections des ouvrages d'évacuation est basé sur le principe de l'écoulement à surface libre, ou la formule de BAZIN, elle permet de déterminer la vitesse de l'écoulement ainsi que le taux de remplissage des conduites. La formule de base est:

$$Q = V \times S \quad (XI.18)$$

Avec;

Q: Débit;

S: Section transversale;

V: Vitesse d'écoulement en m/s.

Pour dimensionner les buses on prend:

$$Q_a = Q_s$$

$$Q_s = S \times K_{ST} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

$$S_m = \frac{\pi R}{2} \text{ (Pour une hauteur de remplissage = } 0.5\phi \text{)}$$

$$P_m = 2\pi R$$

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} \text{ (Rayon hydraulique)}$$

Avec;

K_{st}: Coefficient de rugosité qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage. Tel que:

✚ **K_{st} = 70**, pour dalots en bétons;

✚ **K_{st} = 80**, pour buses préfabriquées en bétons.

I = 1%: La pente de pose qui vérifie la condition de limitation. [14]

XI.10.2. Dimensionnement des dalots

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au piedroit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les piedroits sont posés sur une fondation ou un radier. Dans notre projet, les dalots sont en béton armé, ce qui nous donne un coefficient de Manning-Strickler:

$$Q_a = Q_s = K \times I \times C \times A = K_{st} \times I^{1/2} \times S_m \times R_h^{2/3}$$

Q_a: Débit de crue pour une période de retour de **50ans** en m³/h;

Q_s: Débit de saturation du dalot;

S_m: Surface mouillée;

$$S_m = 0,8 \times H \times B$$

P_m: Périmètre mouillé;

$$P_m = 1,6 \times H + B$$

R_h: rayon hydraulique R_h;

K_{st} = 70 (pour les dalots). [7]

XI.11. Application au projet

XI.11.1. Dimensionnement des fossés

Pour dimensionner les fossés, on considère le débit d'apport maximum qui est au niveau de l'évitement de la ville de Mila, et on adopte les dimensions des fossés obtenus de cette dernière pour les autres sections. Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il y a un grand espace en déblai, entre le **PK00 + 199.411** et **PK 00 + 512.378** de longueur **321.967m**.

La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire. On considère l'existence de trois éléments suivants: chaussée, berme et talus; puis on a fait le calcul de débit rapporté pour chaque élément de la route. Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation:

$$Q_a = Q_s$$

$$Q_s = S \times KST \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q_a = (Q_{accot} + Q_{chaussée} + Q_{talus})$$

a) Calcul des débits

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

$K = 0.2778$ (Coefficient de conversion)

b) Calcul les surfaces des bassins versants

- **Chaussée**

$$A = L_{ch} \times L = 9.8 \times 321.967 = 3155.277m^2$$

Donc: $A = 3.156 \times 10^{-3}Km^2$

- **Accotement**

$$A = L \text{ (berme)} \times L = 0.6 \times 321.967 = 193.18 m^2$$

Donc: $A = 1.932 \times 10^{-4}Km^2$

- **Talus**

$$A = L \text{ (talus)} \times L = 22 \times 321.967 = 7083.28m^2$$

Donc: $A = 7.0828 \times 10^{-3}Km^2$

c) Calcul de précipitation

✚ Calcul de la précipitation $P_j(\%)$

D'après la formule de «GALTON»:

✚ Pendant $T=10$ ans

$$M = 1,282$$

$$C_V = 0,324$$

$$P_{J_{moy}} = 44mm$$

$$P_j(10\%) = \frac{44}{(\sqrt{0.324^2 + 1})} \times e^{1.282 \times \sqrt{\ln(0.324^2 + 1)}} = 55.715mm$$

✚ Pendant $T=50$ ans

$$\mu = 2,057$$

$$C_V = 0,324$$

$$P_{J_{moy}} = 44mm$$

$$P_j(2\%) = \frac{44}{(\sqrt{0.324^2 + 1})} \times e^{2.057 \times \sqrt{\ln(0.324^2 + 1)}} = 66.227mm$$

✚ Pendant $T=100$ ans

$$\mu = 2,327$$

$$C_V = 0,324$$

$$P_{J_{moy}} = 44mm$$

$$P_j(1\%) = \frac{44}{(\sqrt{0.324^2 + 1})} \times e^{2.327 \times \sqrt{\ln(0.324^2 + 1)}} = 70.338mm$$

✚ Intensité de l'averse pour 1h

• Pour $P_j10\%$

$$i = \frac{55.715}{24} = 2.321mm/h$$

• Pour $P_j2\%$

$$i = \frac{66.227}{24} = 2.759mm/h$$

- Pour Pj1%

$$i = \frac{70.338}{24} = 2.930\text{mm/h}$$

✚ Intensité de l'averse (It)

Pour une période de retour de 10 ans, on a:

S < 5Km²: donc on applique la formule de Ventura:

- **Chaussée:** $t_c = 0.127 \sqrt{\frac{3.156 \times 10^{-3}}{0.025}} = 0.045h$

$$\rightarrow It = 2.321 \times \left(\frac{0.045}{24}\right)^{(0.35-1)} = 137.48\text{mm/h}$$

- **Berme:** $t_c = 0.127 \sqrt{\frac{1.932 \times 10^{-4}}{0.08}} = 0.0063h$

$$\rightarrow It = 2.759 \times \left(\frac{0.0063}{24}\right)^{(0.35-1)} = 586.57\text{mm/h}$$

- **Talus:** $t_c = 0.127 \sqrt{\frac{7.0828 \times 10^{-3}}{0.067}} = 0.013h$

$$\rightarrow It = 2.930 \times \left(\frac{0.013}{24}\right)^{(0.35-1)} = 388.99\text{mm/h}$$

Le tableau ci-dessous résume les résultats de calcul du débit:

Tableau XI.07: Calcul du débit.

	K	Surfaces A (Km²)	Intensité de l'averse	Coefficient de ruissellement	Débit Q _{ai} (m³/s)	Débit total Q _a (m³/s)
Chaussées	0.2778	0.003156	137.48	0.95	0.1145	0.3571
Bermes	0.2778	0.0001932	586.57	0.4	0.0126	
Talus	0.2778	0.0070828	388.99	0.3	0.23	

d) Débit de saturation (Qs)

$$S_m = h \times (b + n \times h)$$

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

$$Q_a = Q_s = S_m \times K_{ST} \times R_h^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$h = \left[\frac{Q_a}{K_{ST} \times b \times \sqrt{J}} \right]^{3/5} \times \frac{\left[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{b}{h} \right]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}}$$

$$H = \left[\frac{0.3571}{70 \times 0.5 \times \sqrt{0.04}} \right]^{3/5} \times \frac{\left[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b} \right]^{2/5}}{1 + 2h}$$

$$H = 0.168 \times \frac{\left[1 + 5.66 \times h \right]^{2/5}}{1 + 2h}$$

On prend: b = 50cm; puis on calcul la hauteur de chaque itération.

Tableau XI.08: Calcul la hauteur des fossés.

N° itération	h	H
01	0.3	0.156
02	0.27	0.158
03	0.28	0.157
04	0.29	0.156

Après itération on trouve h = 0.29m; et pour des raisons de sécurité, on prend h = 0.5m.

e) Fossé de pied de talus en remblai

On propose un fossé en terre aux niveaux du pied des Talus, pour éviter la contamination des terrains agricoles du part et d'autre de la route, pour évacuer les eaux superficielles de la chaussée.

f) Fossés de terre-plein central

Le fossé de terre-plein central est placé au centre de la bande médiane de la rocade. C'est un fossé de section triangulaire dont les parois intérieures sont revêtues en béton. Le rôle principal de ces fossés est de drainer les eaux superficielles du TPC et de la chaussée, lorsque celle-ci est déversée vers l'intérieur pour ensuite les acheminer et les évacuer vers les collecteurs et les ouvrages de traversée (dalots et buses).

XI.11.2. Dimensionnement du système de drainage transversal

a) Dimensionnement les buses de bassin

✚ Bassin versant B21 au PK 11+689

On prend:

$$Q_a = Q_s$$

$$Q_s = S_m \times KST \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

✚ Calcul de débit de crue

➤ Détermination de l'intensité I (t) et du temps de concentration:

$$H_{max} = 972m$$

$$H_{min} = 936m$$

$$L = 0.236km = 263m$$

$$P = \frac{(972 - 936)}{263} = 0.1368$$

$S < 5Km^2$: donc on applique la formule de Ventura:

$$P(\%) = 13.68\%$$

$$S = 0.033Km^2$$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.033}{0.1368}} = 0.063h$$

Pour T = 50 ans

Pour $P_j(2\%) = 66.227mm$

$$i = \frac{66.227}{24} = 2.759mm/h$$

$$\rightarrow It = 2.759 \times \left(\frac{0.063}{24}\right)^{(0.35-1)} = 131.32/h$$

➤ Coefficient de ruissellement

$$C_1 = 0.08$$

$$C_2 = 0.25$$

$$C_3 = 0.15$$

$$C = 0.08 + 0.25 + 0.15 = 0.48$$

$$Q_a (\text{bassin versant}) = 0.2778 \times 131.32 \times 0.033 \times 0.48 = 0.578m^3/s$$

Q_a(total): débit rapporté par le fossé et bassin versant.

$$Q_s(\text{total}) = 0.578 + 0.3751 = 0.9531m^3/s$$

Calcul de ϕ

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à 0.5ϕ .

$$K_{ST} = 80$$

$$I = 0.01$$

$$R_h = \frac{R}{2}$$

$$Qs(total) = \frac{\pi \times R^2}{2} \times 80 \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times \sqrt{0.01}$$

$$R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times 0.9531}{80 \times \sqrt{0.01} \times \pi} = 0.12m$$

$$R = 0.45m$$

On prend : $R=0.5m$

Donc; $\phi = 2 \times R = 1000mm$

Les buses du bassin N°21 sont des diamètres de 1000mm

Tableau XI.09: Dimensions des buses.

N° B	S(Km ²)	ϕ de buses	I(%)
B2	0,152	1 ϕ 1000mm	0,01
B3	0,041	1 ϕ 1000mm	0,01
B4	0,020	1 ϕ 1000mm	0,01
B5	0,022	1 ϕ 1000mm	0,01
B6	0,015	1 ϕ 1000mm	0,01
B7	0,015	1 ϕ 1000mm	0,01
B8	0,011	1 ϕ 1000mm	0,01
B13	0,009	1 ϕ 1000mm	0,01
B14	0,101	1 ϕ 1000mm	0,02
B16	0,263	1 ϕ 1000mm	0,01

B17	0,084	1Ø1000mm	0,01
B18	0,063	1Ø1000mm	0,01
B19	0,032	1Ø1000mm	0,01
B20	0,048	1Ø1000mm	0,01
B21	0,033	1Ø1000mm	0,01
B22	0,005	1Ø1000mm	0,01
B23	0,004	1Ø1000mm	0,01
B24	0,031	1Ø1000mm	0,01

b) Dimensionnement du dalot

✚ Bassin versant B1 au PK 00+525

✚ Calcul le débit d'un dalot

On prend: $Q_a = Q_s = S_m \times KST \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

- Détermination de l'intensité I (t) et du temps de concentration

$$H_{max} = 580m$$

$$H_{min} = 476m$$

$$L = 0.950km = 950m$$

$$P = \frac{(580 - 476)}{950} = 0.1094$$

- $S < 5Km^2$; donc on applique la formule de Ventura.

$$P(\%) = 10.94\%$$

$$S = 0.033Km^2$$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.553}{0.1094}} = 0.285h$$

- Pour T = 50 ans
- Pour Pj(2%) = 66.227mm

$$i = \frac{66.227}{24} = 2.759mm/h$$

$$\rightarrow It = 2.759 \times \left(\frac{0.285}{24}\right)^{(0.35-1)} = 49.23\text{mm/h}$$

• **Coefficient de ruissellement**

Pente (P) (%) entre $3.5 < P \leq 11$; donc on prend: $C1 = 0.08$

Notre région sol imperméable; donc on prend: $C2 = 0.25$

Notre région Labours-Champs; donc on prend: $C3 = 0.15$

$$C = 0.08 + 0.25 + 0.15 = 0.48$$

$$Q_a \text{ (bassin versant)} = 0.2778 \times 49.23 \times 0.553 \times 0.48 = 3.63\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_s(\text{total}) = 3.63 + 0.3751 = 4.0051\text{m}^3/\text{s}$$

✚ **Calcul de dimensions de dalot**

$K_{ST} = 70$; pour les dalots.

$I = 0.02$.

Donc: $Q_a = Q_s = 4.0051 \geq (0.8 \times h \times b) \times 70 \times \left(\frac{0.8 \times h \times b}{1.6 \times h + b}\right)^{2/3} \times 0.02^{1/2}$

On prend; $b = 1\text{m}$ et $h = 1\text{m}$

$$(0.8 \times h \times b) \times 70 \times \left(\frac{0.8 \times h \times b}{1.6 \times h + b}\right)^{2/3} \times 0.02^{1/2} = 3.60\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = Q_s = 4.0051 \geq 3.60\text{m}^3/\text{s}$$

On propose un dalot des dimensions de $1 \times 1\text{m}^2$.

✚ **Calcul de la hauteur d'eau critique « h_c »**

$$\frac{Q^2}{g \times h_c^3 \times b^2} = 1 \text{ (régime critique } F_r = 1)$$

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \times b^2}} = \sqrt[3]{\frac{4.0051^2}{9.81 \times 1^2}} = 1.18\text{m}$$

On a: $h = 1 \leq h_c$; le dalot n' pas correctement dimensionné.

Après les calculs de h et b, on a trouvé des dalots des dimensions de $1.5 \times 1.5\text{m}^2$.

Tableau XI.10: Dimensions des buses.

N° B	S (Km ²)	Dimensions des dalots	I(%)
B1	0.553	$1.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01

B9	1.718	$1.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01
B10	0,734	$1.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01
B11	1.173	$1.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01
B12	0,944	$11.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01
B15	0,547	$1.5 \times 1.5\text{m}^2$	0,01

CHAPITRE XII
SIGNALISATION
ROUTIERE

Chapitre XII: Signalisation routière

XII.1. Introduction

La signalisation routière est un outil de communication avec les usagers, partie intégrante du paysage routier; dont l'objectif est de rendre le trafic plus sûr et plus facile et d'assurer la sécurité totale des usagers. Les signaux doivent être homogènes, visibles et compréhensibles rapidement, de manière adéquate et inutile, et le non-respect des signaux verticaux est une grande partie des causes d'accidents; donc:

- Bien signaler, c'est bien communiquer;
- Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic, et de sécurité routière.

XII.2. Objet de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet de:

- Rendre plus sûre la circulation routière;
- Faciliter cette circulation;
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police;
- Donner des informations relatives à l'usage de la route. [23]

XII.3. Catégories de signalisation

a) Lorsqu'on considère les types de dispositifs utilisés par la signalisation, on distingue:

- La signalisation par panneaux;
- La signalisation par feux et balisage;
- La signalisation par marquage des chaussées et bornage;
- La signalisation par dispositifs de fermeture (barrières).

b) Lorsqu'on considère les fonctions assurées par la signalisation, on distingue:

- La signalisation permanente;
- La signalisation temporaire;
- La signalisation dynamique.

XII.4. 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. [23]

XII.5. Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation:

XII.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 quatre classes:

a) Signaux de danger

Panneaux de forme triangulaire (pointe vers le haut), ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b) Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, placés sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt obligatoire (signalisation de position), on trouve:

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

c) Signaux à simple indication

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche:

- Signaux d'indication et direction;
- Signaux de localisation et signaux divers.

XII.5.2. Signalisations horizontales

Elles comportent uniquement les marques sur la chaussée; et elle se divise en deux types:

XII.5.2.1. Marquage longitudinales

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

a) Lignes continues

Elles ont un caractère impératif (non franchissables, sauf du coté ou elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de la route où le dépassement est interdit.

b) Lignes discontinues

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, et elles sont marquées par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des lignes à leurs intervalles. On distingue:

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles, la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles;
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles;
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles;

Le tableau ci-après résume les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes.

Tableau XII.01: Caractéristiques de lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	1/3
T1'	1.50	5.00	
T2	3.00	3.5	1
T2'	0.50	0.50	
T3	3.00	1.33	3
T3'	20.00	6.00	

c) Largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “u” différente selon le type de la route. On adapte les valeurs suivantes pour “u”.

- $u = 7,5\text{cm}$: sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à quatre voies de rase campagne;
- $u = 6\text{cm}$: sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation;
- $u = 5\text{cm}$: sur toutes les autres routes;
- $u = 3\text{cm}$: pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “u” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d’un département à l’autre.

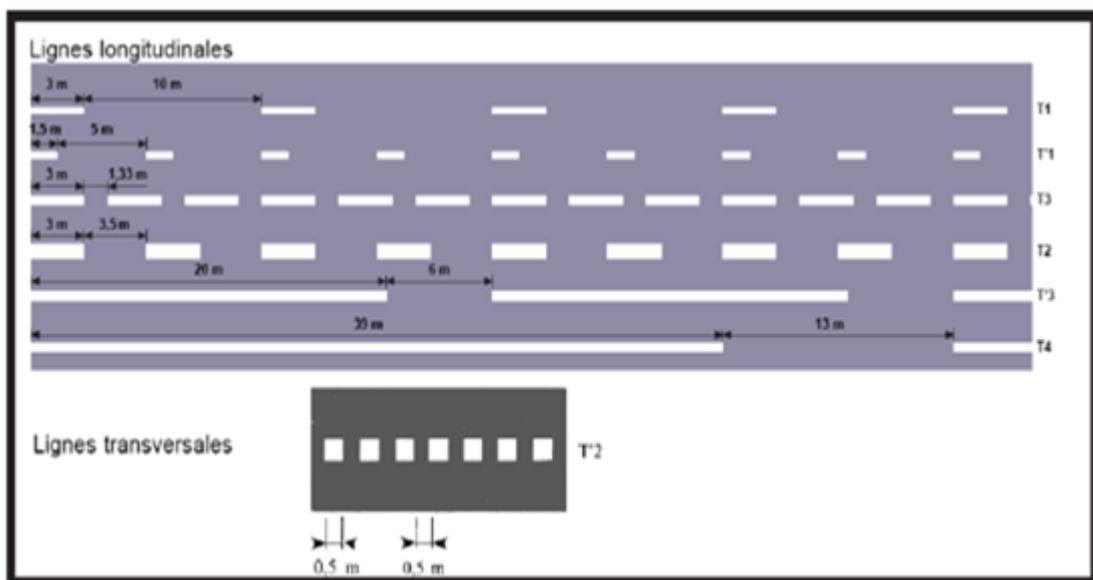


Figure XII.01: Largeur des lignes.

XII.5.2.2. Marquages transversales

- **Lignes transversales continue**: éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d’arrêt;
- **Lignes transversales discontinue**: éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

XII.5.3. Autres signalisation

a) Flèches de rabattement

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

b) Flèches de sélection

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

- Pour piétons;
- Pour cyclistes;
- Pour le stationnement;
- Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

XII.6. Eclairage**XII.6.1. Introduction**

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler dans la nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels, autant que possible sans l'aide des projecteurs de la route ou de croisement. Pour le piéton, une bonne visibilité de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

XII.6.2. Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics:

- Eclairage général d'une route ou d'une autoroute (catégorie A);
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution) (catégorie B);
- Eclairage des voies de cercle (catégorie C);
- Eclairage d'un point (carrefour, virage,...) situé sur un itinéraire non éclairé (catégorie D).

XII.6.3. Paramètres d'implantation des luminaires

- **L'espace (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 10m, et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées;
- La largeur (l) de la chaussée;
- Le porte-à-faux (P) du foyer par rapport au support;
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s), par rapport au bord de la chaussée.

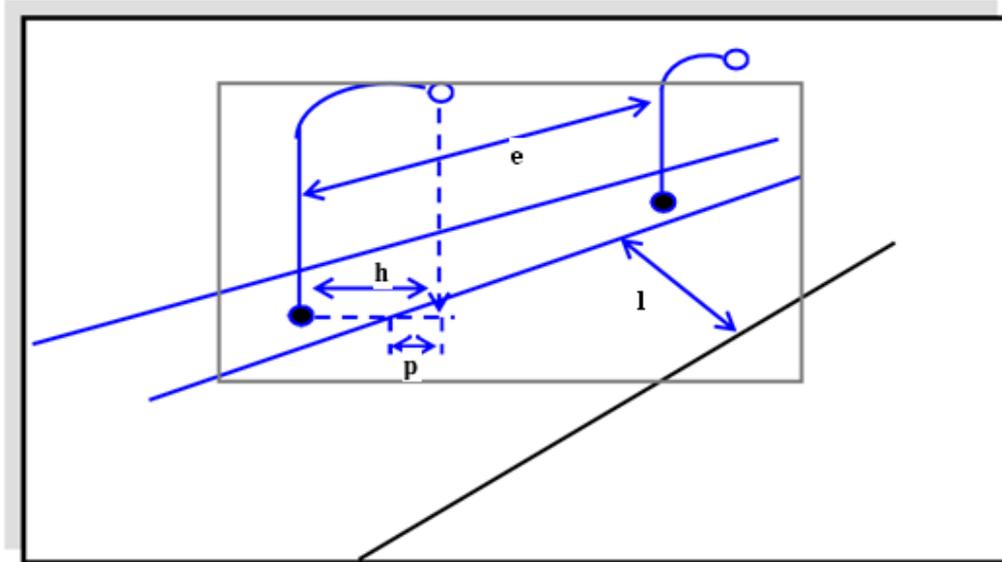


Figure XII.02: Paramètres de l'implantation des luminaires. [24]

XII.7. Application dans notre projet

La signalisation de notre projet est basée sur le point suivant:

XII.7.1. Signalisation horizontale

- Lignes continues;
- Lignes discontinues.

XII.7.2. Signalisation verticale

- Panneaux de signalisation.

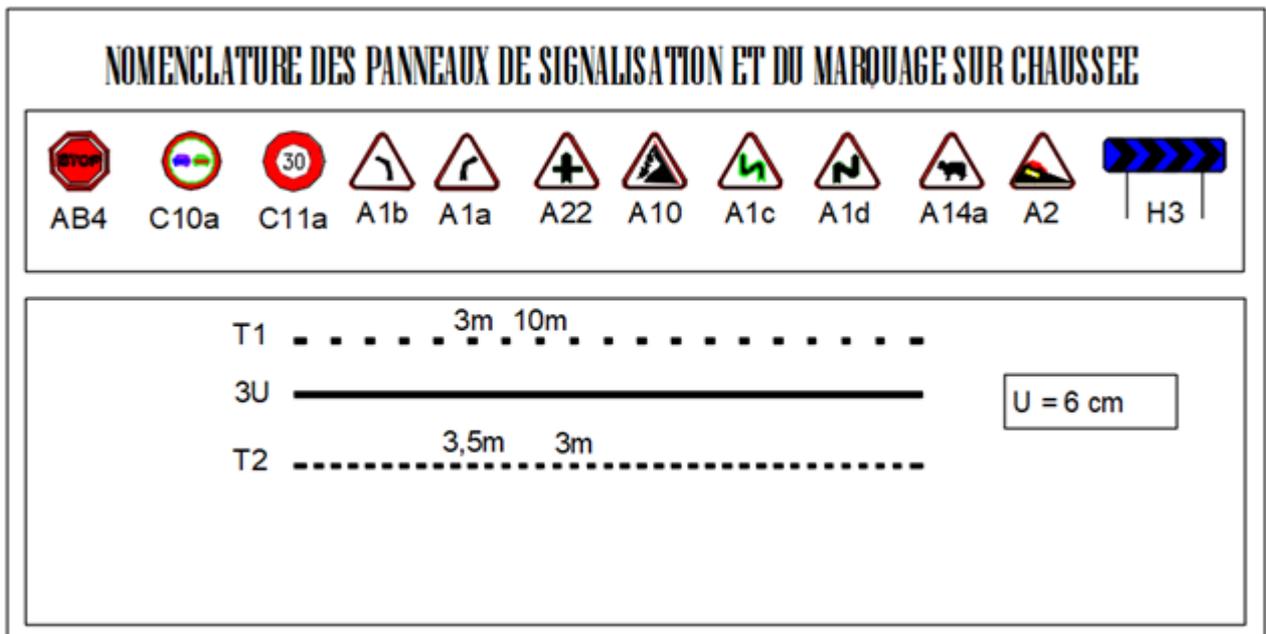


Figure XII.03: Signalisation horizontale et verticale de notre projet.[9]

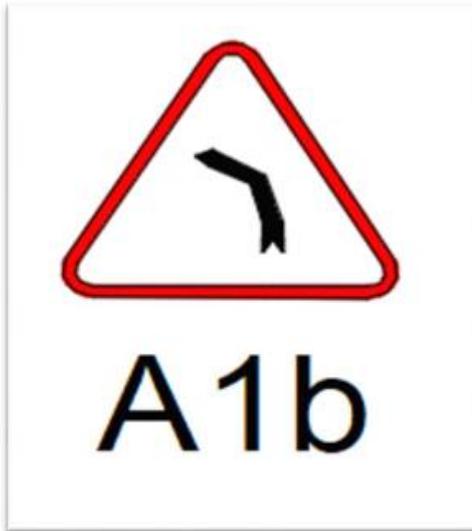


Figure XII.04: Virage à gauche.

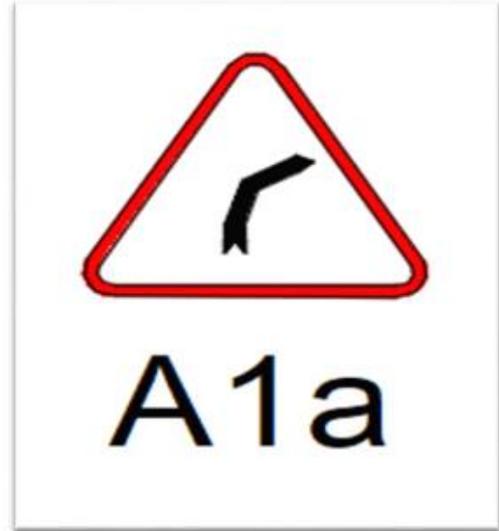


Figure XII.05: Virage à droite.



Figure XII.06: Succession de virage dont le 1er est à gauche.



Figure XII.07: Succession de virage dont le 1er est à droite.



Figure XII.08: Priorité ponctuelle.



Figure XII.09: Risque de chutes de pierres.



Figure XII.10: Passage d'animaux domestiques.



Figure XII.11: Descente dangereuse.



Figure XII.12: Interdiction de doublé.



Figure XII.13: Limiteur de vitesse.



Figure XII.14: Panneau de stop.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes, qu'on ne peut pas négliger et qu'on a prises en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie. Ce projet de fin d'étude est une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier. Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics.

Encore une fois, ce travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: Piste et AutoCad, vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] <https://www.interieur.gov.dz>
- [2] <http://www.carte-algerie.com>
- [3] <https://www.theses-algerie.com>
- [4] Rapport technique. «Etude de trafic de dédoublement d'un tronçon de la route reliant la RN 79 à la RN 5A au sud de la ville de Mila». Document technique établie par la société d'études techniques de Sétif (SETS),
- [5] B40, Normes techniques d'aménagements des routes. «Etude générale technique et économiques des aménagements routiers». Direction des études générale et de la réglementation techniques, ministre des travaux publics, Algérie, 1977.
- [6] FAURE.M. «Route, Tome 01». Livre traite sous forme de PDF par M.BOULGHEB BOUBAKR, Elève ingénieur ENSTP EX(ENTP), ENTPE ALEAS, 1997.
- [7] Roger, Coquand« *Route circulation tracé et construction* ». Livre 1. Paris : eyrolles, 1985. p291.
- [8] REZNI.Y. «Etude d'une route reliant le village hazâra RN°06». Mémoire de master, département de génie civil, université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 2012.
- [9] Boughaba.Z et Cherbal.N. «Etude de la route CW 135 A reliant les communes de Chekfa et Bordj Thar wilaya de Jijel sur une distance de 17Km». Mémoire de master, département de génie civil, université de Jijel, 2020.
- [10] <https://www.4geniecivil.com/2018/07/3-cours-en-geotechnique-pdf.html>
- [11] Rapport technique. «Etude géotechnique du projet de dédoublement d'un tronçon de la route reliant la RN 79 à la RN 5A au sud de la ville de Mila». Document technique établie par la société d'études techniques de Sétif (SETS),
- [12] Meinouh.M.I et Chabbi.A. «Etude de dédoublement d'un tronçon (PK59 – PK77) de la route RN27 reliant la wilaya de Jijel (Milia) et les limites de la wilaya de Mila sur une distance de 18Km». Mémoire de master, département de génie civil, université de Jijel, 2021.
- [13] Rapport technique. «Etude hydrologique du projet de dédoublement d'un tronçon de la route reliant la RN 79 à la RN 5A au sud de la ville de Mila». Document technique établie par la société

d'études techniques de Sétif (SETS),

[14] Hefraoui.A, Hammar.H et Rabhi.K. «Aménagement en axe autoroutier de la RN 25 sur un linéaire de 3Km avec échangeur». Mémoire de master, département de génie civil, université de Tizi-Ouzou, 2014.

[15] LCPC, SETRA. «Réalisation des remblais et des couches de forme». Guide technique, fascicule 1 et 2, 2^{ème} édition. Paris, Bagnaux, 2000.

[16] CTPP. «Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves». Fascicule 1, notice d'utilisation ministère des travaux public, 2001.

[17] HAFFAF.M et CHABIRA.B. «Modernisation de la route nationale RN46 avec valorisation du sable de dune dans le grave-ciment comme couche de fondation». Mémoire de master, département de génie civil, université de Djelfa, 2016.

[18] <http://lecalame.info/sites/default/files/pont%20aéroport.jpg> , 10 February, 2020 - 23:03

[19] <http://photostp.free.fr/phpbb/viewtopic.php?f=29&t=253.com> , 28 juin. 2022

[20] <http://www.anco.pro/blog/glislements-de-terrain>, 25 févr. 2022

[21] <http://e.dreamstime.com/mur-soutènement-gabion>,28 juin. 2022

[22] FAURE.M. «Route, Tome 02». Livre traite sous forme de PDF par M.BOULGHEB BOUBAKR, Elève ingénieur ENSTP EX(ENTP), ENTPE ALEAS, 1997.

[23] Document technique. «Instruction interministérielle sur la signalisation routière, 1ère partie, généralité». Arrêté du 7 juin 1977, 1977.

[24] Rapport technique. «Le décret 2006-432 publié dans le JORT N°13 le 09 Février 2006 fixe les spécifications techniques des lampes, des luminaires et des régulateurs variateurs de puissance des installations de l'éclairage public. Par rapport aux lampes à vapeur de sodium à haute pression, la Norme Européenne EN 60662 est applicable».

ANNEXE

Photos puits de sondage - laboratoire S.E.T.S



Puits 1 PK 1+020 la marne surmonté par une couche de remblai. [11]



Puits 2 PK 3+750 (Argile. Surmonté par terre végétale.) . [11]



: Puits 3 PK 7+500 (*Argile marneuse surmonté d'une couche de remblai.*). [11]



Puits 4 PK 11+805.42 (*Argile marneuse jaunâtre. Surmonté par terre végétale.*) . [11]



Puits 5 PK 14+025.42 (*limon argileux. Surmonté par une décharge.*) . [11]

Essais géotechnique - laboratoire S.E.T.S



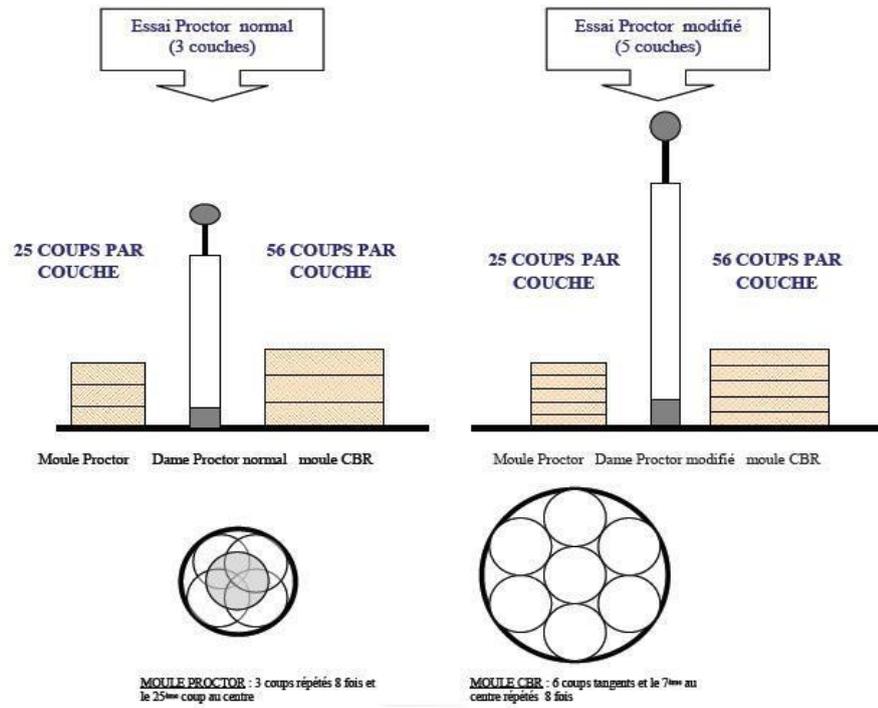
Appareil de l'étuve



Appareil pour essai granulométrie



Appareil d'Atterberg



Appareil de Procter modifie en normal



Appareil de CBR

Listing Des Coordonnées Stations Topographique

	X	Y	Z
ST48	250457.295	4038312.694	576.215
ST47	250437.944	4038010.356	587.057
ST46	250261.879	4037362.012	599.135
ST45	250213.789	4036747.284	590.083
ST44	250061.113	4036331.122	577.326
ST43	250293.270	4035846.875	601.900
ST42	250366.509	4035569.584	632.518
ST41	250637.561	4035349.025	630.876
ST40	250906.861	4034638.724	586.154
ST39	251120.753	4034176.619	602.541
ST38	251446.765	4033586.760	641.636
ST37	251613.025	4033410.703	661.096
ST36	251829.108	4033067.058	692.474
ST35	251956.718	4032647.727	729.011
ST34	251989.381	4032477.875	741.144
ST33	252002.571	4032140.158	756.649
ST32	252210.835	4031860.386	786.752
ST31	252471.480	4031887.701	807.082
ST30	253095.023	4032280.915	859.929

ST29	253362.747	4032488.193	880.447
ST28	253628.011	4032539.949	910.028
ST27	254267.140	4033021.398	941.276
ST26	254868.835	4033019.582	946.131
ST25	254899.782	4032876.945	961.473
ST24	254586.710	4032690.398	996.730
ST23	254475.523	4032494.921	1006.264
ST22	254133.576	4032239.056	1013.334
ST21	254066.773	4032166.281	1012.851
ST20	254099.617	4031953.006	1024.021
ST19	254066.323	4031754.059	1035.882
ST18	254126.372	4031397.087	1051.060
ST17	254036.534	4031134.917	1056.462

Axe En Plan

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
		0.000	249911.380	4038903.535	
D1	GIS = 171.133g	81.369			
		81.369	249947.024	4038830.389	
CL1	A = 166.000 Rf= 400.000 L = 68.890				
		150.259	249978.957	4038769.373	
	XC= 250322.132 YC= 4038974.875 R = 400.000 L = 162.523				
		312.782	250088.115	4038650.474	
	Rd= 400.000 A = 166.000 L = 68.890	300.303			
		381.672	250146.186	4038613.455	
D2	GIS = 134.302g	155.174			
		536.846	250279.374	4038533.831	
QS1	A = 118.581 Rf= -250.000	56.246			
		593.092	250326.508	4038503.198	
C1	XC= 250174.951 YC= 4038304.376 R = -250.000	215.998			
		809.090	250424.566	4038318.241	
CL2	Rd= -250.000 A = 163.058 L = 106.352				
		915.442	250415.413	4038212.498	
	A = 163.058 Rf= 250.000 L = 106.352	212.704			
		1021.795	250406.261	4038106.755	
C2	XC= 250655.876 YC= 4038120.620 R = 250.000	3.590			
		1025.384	250406.486	4038103.172	
D4	GIS = 195.553g	442.524			
		1467.908	250437.370	4037661.728	

CL4	A = 120.510 Rf= -260.000 L = 55.856				
			1523.764	250439.271	4037605.933
	XC= 250179.454 YC= 4037615.698 R = -260.000 L = 156.864				
			1680.628	250387.861	4037460.241
	Rd= -260.000 A = 120.510 L = 55.856	268.577			
			1736.484	250351.364	4037417.995
D5	GIS = 247.639g	127.671			
			1864.155	250264.497	4037324.432
CL5	A = 120.510 Rf= 260.000 L = 55.856				
			1920.012	250228.001	4037282.186
	XC= 250436.408 YC= 4037126.730 R = 260.000 L = 164.434				
			2084.446	250176.417	4037128.927
	Rd= 260.000 A = 120.510 L = 55.856	276.147			
			2140.303	250179.941	4037073.210
D6	GIS = 193.700g	220.929			
			2361.231	250201.770	4036853.363
QS2	A = 136.222 Rf= -260.000	71.371			
			2432.602	250205.563	4036782.153
C6	XC= 249945.754 YC= 4036792.104 R = -260.000	156.122			
			2588.724	250154.492	4036637.093
CL6	Rd= -260.000 A = 115.452 L = 51.266				
			2639.990	250121.304	4036598.048
	A = 115.452 Rf= 260.000 L = 51.266	102.532			

			2691.256	250088.117	4036559.003
C7	XC= 250296.855 YC= 4036403.992 R = 260.000	241.022			
			2932.278	250047.582	4036330.080
QS3	Rd= 260.000 A = 126.578	61.623			
			2993.900	250069.694	4036272.603
D8	GIS = 174.105g	297.947			
			3291.847	250187.571	4035998.966
C8	XC= 251473.344 YC= 4036552.852 R = 1400.000	112.881			
			3404.728	250236.359	4035897.207
D9	GIS = 168.972g	267.127			
			3671.855	250361.460	4035661.185
CL9	A = 160.190 Rf= 380.000 L = 67.529				
			3739.383	250394.826	4035602.502
	XC= 250713.462 YC= 4035809.554 R = 380.000 L = 21.418				
			3760.801	250406.995	4035584.881
	Rd= 380.000 A = 160.190 L = 67.529	156.475			
			3828.329	250450.060	4035532.898
D10	GIS = 154.071g	115.299			
			3943.628	250526.213	4035446.326
CL10	A = 160.190 Rf= -380.000 L = 67.529				
			4011.157	250569.278	4035394.342
	XC= 250262.811 YC= 4035169.669 R = -380.000 L = 75.799				
			4086.956	250607.720	4035329.161
	Rd= -380.000 A = 160.190 L = 67.529	210.856			
			4154.484	250632.376	4035266.319

D11	GIS = 178.083g	190.001			
			4344.486	250696.504	4035087.468
C11	XC= 252014.352 YC= 4035559.991 R = 1400.000	99.452			
			4443.937	250733.366	4034995.122
D12	GIS = 173.560g	293.206			
			4737.144	250851.669	4034726.841
C12	XC= 255426.616 YC= 4036744.229 R = 5000.000	118.021			
			4855.164	250900.557	4034619.426
D13	GIS = 172.058g	419.291			
			5274.455	251078.740	4034239.878
C13	XC= 253341.769 YC= 4035302.280 R = 2500.000	323.396			
			5597.852	251234.695	4033956.828
D14	GIS = 163.822g	510.116			
			6107.968	251509.230	4033526.888
C14	XC= 259094.696 YC= 4038370.513 R = 9000.000	245.577			
			6353.545	251644.202	4033321.736
D15	GIS = 162.085g	161.048			
			6514.593	251734.546	4033188.416
CL15	A = 380.654 Rf= -900.000 L = 160.997				
			6675.590	251820.818	4033052.552
	XC= 251033.649 YC= 4032616.244 R = -900.000 L = 259.346				
			6934.936	251912.356	4032810.857
	Rd= -900.000 A = 380.654 L = 160.997	581.340			
			7095.933	251937.731	4032651.930
D16	GIS = 191.818g	484.993			
			7580.926	251999.889	4032170.937
CL16	A = 140.818 Rf= 320.000				

	L = 61.968				
			7642.894	252009.805	4032109.794
	XC= 252321.715 YC= 4032181.294 R = 320.000 L = 518.110				
			8161.004	252408.191	4031873.200
	Rd= 320.000 A = 140.818 L = 61.968	642.046			
			8222.972	252466.624	4031893.751
D17	GIS = 76.416g	308.434			
			8531.406	252754.134	4032005.419
CL17	A = 225.636 Rf= 600.000 L = 84.853				
			8616.258	252832.467	4032037.988
	XC= 252576.266 YC= 4032580.538 R = 600.000 L = 147.082				
			8763.341	252956.479	4032116.385
	Rd= 600.000 A = 225.636 L = 84.853	316.788			
			8848.193	253019.499	4032173.176
D18	GIS = 51.807g	200.039			
			9048.232	253164.904	4032310.555
QS4	A = 193.807 Rf= -450.000	83.470			
			9131.702	253227.296	4032365.954
C19	XC= 253504.717 YC= 4032011.641 R = -450.000	93.007			
			9224.709	253305.910	4032415.344
CL19	Rd= -450.000 A = 222.759 L = 110.270				
			9334.979	253408.412	4032455.799
	A = 222.759 Rf= 450.000 L = 110.270	220.539			
			9445.249	253510.914	4032496.254
C20	XC= 253312.108				

	YC= 4032899.957 R = 450.000	19.269			
			9464.518	253528.013	4032505.135
D20	GIS = 68.143g	502.946			
			9967.464	253969.290	4032746.443
CL20	A = 134.160 Rf= 300.000 L = 59.996				
			10027.460	254020.918	4032776.953
	XC= 253851.424 YC= 4033024.484 R = 300.000 L = 25.117				
			10052.578	254041.025	4032791.994
	Rd= 300.000 A = 134.160 L = 59.996	145.110			
			10112.574	254084.871	4032832.907
D21	GIS = 50.081g	113.785			
			10226.359	254165.431	4032913.263
CL21	A = 134.160 Rf= -300.000 L = 59.996				
			10286.355	254209.278	4032954.175
	XC= 254398.878 YC= 4032721.685 R = -300.000 L = 165.289				
			10451.644	254359.045	4033019.029
	Rd= -300.000 A = 134.160 L = 59.996	285.282			
			10511.641	254418.882	4033023.014
D22	GIS = 97.888g	349.995			
			10861.635	254768.685	4033034.623
CL22	A = 71.656 Rf= -130.000 L = 39.497				
			10901.132	254808.135	4033033.935
	XC= 254792.735 YC= 4032904.850 R = -130.000 L = 313.798				
			11214.930	254867.105	4032798.224

	Rd= -130.000 A = 71.656 L = 39.497	392.791			
			11254.426	254832.626	4032779.040
D23	GIS = 270.899g	174.453			
			11428.879	254676.085	4032702.042
QS5	A = 178.016 Rf= 400.000	79.224			
			11508.104	254606.218	4032664.765
C23	XC= 254817.385 YC= 4032325.047 R = 400.000	130.831			
			11638.934	254508.269	4032578.912
CL23	Rd= 400.000 A = 142.396 L = 50.692				
			11689.626	254477.786	4032538.421
	A = 142.396 Rf= -260.000 L = 77.987	128.679			
			11767.613	254429.150	4032477.558
C24	XC= 254243.252 YC= 4032659.332 R = -260.000	44.205			
			11811.818	254395.713	4032448.724
QS6	Rd= -260.000 A = 127.623	62.645			
			11874.463	254342.220	4032416.200
D25	GIS = 267.779g	123.861			
			11998.324	254233.888	4032356.154
CL25	A = 117.020 Rf= 250.000 L = 54.775				
			12053.098	254187.006	4032327.884
	XC= 254331.384 YC= 4032123.787 R = 250.000 L = 237.683				
			12290.782	254081.386	4032124.885
	Rd= 250.000 A = 117.020 L = 54.775	347.233			
			12345.556	254085.141	4032070.268
D26	GIS = 193.305g	112.541			

			12458.097	254096.954	4031958.349
CL26	A = 134.160 Rf= -300.000 L = 59.996				
			12518.094	254101.258	4031898.534
	XC= 253801.262 YC= 4031896.984 R = -300.000 L = 14.711				
			12532.804	254100.974	4031883.827
	Rd= -300.000 A = 134.160 L = 59.996	134.703			
			12592.801	254094.358	4031824.224
D27	GIS = 209.159g	117.680			
			12710.481	254077.487	4031707.759
CL27	A = 150.610 Rf= 350.000 L = 64.810				
			12775.291	254070.181	4031643.387
	XC= 254419.721 YC= 4031625.448 R = 350.000 L = 62.021				
			12837.311	254072.493	4031581.491
	Rd= 350.000 A = 150.610 L = 64.810	191.640			
			12902.121	254084.578	4031517.843
D28	GIS = 186.089g	77.216			
			12979.337	254101.317	4031442.463

LONGUEUR DE L'AXE 12 979.337

Profile En Long

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	510.300
D1	PENTE= 4.329 %	90.663		
			90.663	514.225
PR1	S= -125.7770 Z= 509.5400 R = 5000.00	185.800		
			276.463	525.720
D2	PENTE= 8.045 %	589.099		
			865.562	573.112
PR2	S= 1106.9059 Z= 582.8193 R = -3000.00	109.764		
			975.326	579.934
D4	PENTE= 4.386 %	6.346		
			981.672	580.212
PR3	S= 1086.9358 Z= 582.5206 R = -2400.00	105.936		
			1087.608	582.520
D3	PENTE= -0.028 %	27.936		
			1115.544	582.513
PR4	S= 1111.0643 Z= 582.5133 R = -16000.00	167.253		
			1282.798	581.592
D5	PENTE= -1.073 %	171.968		
			1454.766	579.746
PR7	S= 1481.5993 Z= 579.6018 R = 2500.00	207.358		
			1662.124	586.120
D6	PENTE= 7.221 %	25.458		
			1687.582	587.958
PR8	S= 1868.1069 Z= 594.4758 R = -2500.00	205.992		
			1893.574	594.346
D7	PENTE= -1.019 %	538.248		
			2431.822	588.863
PR9	S= 2401.2617 Z= 589.0188 R = -3000.00	85.420		
			2517.242	586.777
D8	PENTE= -3.866 %	260.619		
			2777.861	576.701
PR10	S= 2886.1089 Z= 574.6090			

	R = 2800.00	181.869		
			2959.730	575.577
D9	PENTE= 2.629 %	219.020		
			3178.750	581.336
PR11	S= 3086.7232 Z= 580.1258 R = 3500.00	173.052		
			3351.802	590.164
D10	PENTE= 7.574 %	391.319		
			3743.121	619.801
PR12	S= 3970.3316 Z= 628.4052 R = -3000.00	434.690		
			4177.812	621.231
D11	PENTE= -6.916 %	56.125		
			4233.936	617.349
PR13	S= 4026.4564 Z= 624.5236 R = -3000.00	58.906		
			4292.842	612.697
PR14	S= 4825.6134 Z= 589.0430 R = 6000.00	292.003		
			4584.845	593.874
D14	PENTE= -4.013 %	271.150		
			4855.995	582.993
PR15	S= 4968.3538 Z= 580.7387 R = 2800.00	306.454		
			5162.450	587.466
D15	PENTE= 6.932 %	178.296		
			5340.746	599.825
PR16	S= 5548.7057 Z= 607.0334 R = -3000.00	66.617		
			5407.363	603.704
D16	PENTE= 4.711 %	266.924		
			5674.287	616.280
PR17	S= 5297.3722 Z= 607.4006 R = 8000.00	263.057		
			5937.344	632.998
D17	PENTE= 8.000 %	1242.457		
			7179.801	732.391
PR18	S= 7819.7726 Z= 757.9883 R = -8000.00	164.398		
			7344.199	743.853
D18	PENTE= 5.945 %	47.043		
			7391.243	746.649
PR19	S= 7569.5827 Z= 751.9501 R = -3000.00	28.140		

			7419.383	748.190
D19	PENTE= 5.007 %	157.616		
			7576.998	756.081
PR20	S= 7276.5983 Z= 748.5614 R = 6000.00	171.008		
			7748.006	767.080
D20	PENTE= 7.857 %	653.408		
			8401.414	818.417
PR21	S= 9029.9582 Z= 843.1088 R = -8000.00	130.024		
			8531.438	827.576
D22	PENTE= 6.231 %	389.349		
			8920.788	851.839
PR22	S= 8422.2676 Z= 836.3059 R = 8000.00	143.560		
			9064.348	862.073
D21	PENTE= 8.026 %	395.154		
			9459.502	893.788
PR23	S= 9700.2817 Z= 903.4501 R = -3000.00	159.780		
			9619.282	902.357
D23	PENTE= 2.700 %	343.754		
			9963.036	911.638
PR24	S= 9801.0360 Z= 909.4510 R = 6000.00	267.720		
			10230.756	924.839
D24	PENTE= 7.162 %	89.464		
			10320.220	931.247
PR25	S= 10535.0800 Z= 938.9408 R = -3000.00	215.812		
			10536.032	938.941
PR26	S= 10538.5701 Z= 938.9402 R = 8000.00	50.645		
			10586.677	939.085
D26	PENTE= 0.601 %	210.483		
			10797.160	940.351
PR27	S= 10782.1264 Z= 940.3054 R = 2500.00	184.378		
			10981.538	948.258
D27	PENTE= 7.976 %	468.008		
			11449.546	985.589
PR28	S= 11656.9341 Z= 993.8600 R = -2600.00	184.619		
			11634.164	993.760

D28	PENTE= 0.876 %	241.921		
			11876.086	995.879
PR29	S= 11832.2980 Z= 995.6872 R = 5000.00	260.746		
			12136.831	1004.961
D29	PENTE= 6.091 %	230.539		
			12367.370	1019.003
PR30	S= 12854.6234 Z=1033.8411 R = -8000.00	109.896		
			12477.266	1024.941
D30	PENTE= 4.717 %	157.409		
			12634.676	1032.366
PR31	S= 13342.2205 Z=1049.0535 R = -15000.00	254.163		
			12888.838	1042.202
D31	PENTE= 3.023 %	90.499		
			12979.337	1044.937

LONGUEUR DE L'AXE 12 979.337

Listing D'implantation

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	510.246	510.300	249911.380	4038903.535	271.133g	2.50	-2.50
2	25.000	510.962	511.382	249922.331	4038881.062	271.133g	2.50	-2.50
3	50.000	512.131	512.464	249933.283	4038858.588	271.133g	2.50	-2.50
4	75.000	513.238	513.547	249944.234	4038836.115	271.133g	2.50	-1.24
5	81.369	513.536	513.822	249947.024	4038830.389	271.133g	2.50	-0.78
6	100.000	514.446	514.638	249955.221	4038813.658	270.732g	2.50	0.55
7	125.000	515.624	515.829	249966.587	4038791.392	268.934g	2.50	2.34
8	150.000	516.904	517.145	249978.824	4038769.595	265.692g	4.12	4.12
9	150.259	516.917	517.160	249978.957	4038769.373	265.651g	4.14	4.14
10	175.000	518.167	518.587	249992.316	4038748.553	261.713g	4.14	4.14
11	200.000	519.941	520.153	250007.096	4038728.395	257.734g	4.14	4.14
12	225.000	521.791	521.844	250023.106	4038709.199	253.755g	4.14	4.14
13	250.000	523.786	523.661	250040.284	4038691.041	249.776g	4.14	4.14
14	275.000	525.576	525.602	250058.562	4038673.991	245.798g	4.14	4.14
15	300.000	527.454	527.613	250077.870	4038658.116	241.819g	4.14	4.14
16	312.782	528.421	528.641	250088.115	4038650.474	239.784g	4.14	4.14
17	325.000	529.421	529.624	250098.125	4038643.469	238.012g	3.27	3.27
18	350.000	531.445	531.636	250119.101	4038629.871	235.461g	2.50	1.48
19	375.000	533.452	533.647	250140.460	4038616.880	234.354g	2.50	-0.30
20	381.672	533.983	534.184	250146.186	4038613.455	234.302g	2.50	-0.78
21	400.000	535.461	535.658	250161.917	4038604.050	234.302g	2.50	-2.09
22	425.000	537.367	537.669	250183.375	4038591.222	234.302g	2.50	-2.50
23	450.000	539.254	539.680	250204.833	4038578.394	234.302g	2.50	-2.50
24	475.000	541.248	541.692	250226.291	4038565.566	234.302g	2.50	-2.50
25	500.000	543.250	543.703	250247.749	4038552.738	234.302g	1.13	-2.50
26	525.000	545.270	545.714	250269.207	4038539.910	234.302g	-0.97	-2.50
27	536.846	546.254	546.667	250279.374	4038533.831	234.302g	-1.97	-2.50
28	550.000	547.346	547.725	250290.651	4038527.058	234.694g	-3.08	-3.08
29	575.000	549.443	549.736	250311.776	4038513.694	237.598g	-5.19	-5.19
30	593.092	550.960	551.192	250326.508	4038503.198	241.464g	-6.71	-6.71
31	600.000	551.501	551.748	250331.944	4038498.935	243.223g	-6.71	-6.71
32	625.000	553.435	553.759	250350.583	4038482.290	249.589g	-6.71	-6.71
33	650.000	555.541	555.770	250367.467	4038463.867	255.955g	-6.71	-6.71
34	675.000	557.590	557.781	250382.428	4038443.850	262.322g	-6.71	-6.71
35	700.000	559.583	559.792	250395.316	4038422.440	268.688g	-6.71	-6.71
36	725.000	561.653	561.804	250406.002	4038399.851	275.054g	-6.71	-6.71
37	750.000	563.660	563.815	250414.379	4038376.307	281.420g	-6.71	-6.71
38	775.000	565.680	565.826	250420.364	4038352.045	287.786g	-6.71	-6.71
39	800.000	567.697	567.837	250423.897	4038327.306	294.153g	-6.71	-6.71
40	809.090	568.426	568.568	250424.566	4038318.241	296.467g	-6.34	-6.34
41	825.000	569.704	569.848	250424.968	4038302.339	300.216g	-5.00	-5.00
42	850.000	571.704	571.860	250423.919	4038277.366	304.881g	-2.89	-2.89
43	875.000	573.678	573.856	250421.335	4038252.503	308.050g	-0.78	-2.50
44	900.000	575.457	575.684	250417.808	4038227.754	309.723g	1.32	-2.50
45	915.442	576.504	576.710	250415.413	4038212.498	310.009g	2.50	-2.38

46	925.000	577.151	577.304	250413.922	4038203.058	309.899g	2.50	-1.57
47	950.000	578.591	578.716	250410.259	4038178.328	308.579g	2.50	0.54
48	975.000	579.833	579.919	250407.400	4038153.494	305.762g	2.64	2.64
49	1000.000	580.846	580.946	250405.937	4038128.542	301.449g	4.75	4.75
50	1021.795	581.443	581.637	250406.261	4038106.755	296.467g	6.58	6.58
51	1025.000	581.516	581.721	250406.459	4038103.556	295.651g	6.71	6.71
52	1025.384	581.525	581.731	250406.486	4038103.172	295.553g	6.71	6.71
53	1050.000	582.037	582.236	250408.204	4038078.617	295.553g	4.64	4.64
54	1075.000	582.223	582.491	250409.948	4038053.678	295.553g	2.53	2.53
55	1100.000	582.268	582.517	250411.693	4038028.739	295.553g	2.50	0.42
56	1125.000	582.227	582.507	250413.438	4038003.800	295.553g	2.50	-1.68
57	1150.000	582.125	582.466	250415.183	4037978.861	295.553g	2.50	-2.50
58	1175.000	581.762	582.386	250416.928	4037953.921	295.553g	2.50	-2.50
59	1200.000	581.634	582.266	250418.672	4037928.982	295.553g	2.50	-2.50
60	1225.000	581.140	582.108	250420.417	4037904.043	295.553g	2.50	-2.50
61	1250.000	580.845	581.910	250422.162	4037879.104	295.553g	2.50	-2.50
62	1275.000	581.085	581.673	250423.907	4037854.165	295.553g	2.50	-2.50
63	1300.000	580.895	581.407	250425.652	4037829.226	295.553g	2.50	-2.50
64	1325.000	580.682	581.139	250427.396	4037804.287	295.553g	2.50	-2.50
65	1350.000	580.409	580.870	250429.141	4037779.348	295.553g	2.50	-2.50
66	1375.000	580.219	580.602	250430.886	4037754.409	295.553g	2.50	-2.50
67	1400.000	580.031	580.334	250432.631	4037729.470	295.553g	2.50	-2.50
68	1425.000	579.789	580.065	250434.376	4037704.531	295.553g	1.49	-2.50
69	1450.000	579.427	579.797	250436.121	4037679.592	295.553g	-0.52	-2.50
70	1467.908	579.337	579.639	250437.370	4037661.728	295.553g	-1.96	-2.50
71	1475.000	579.300	579.611	250437.861	4037654.653	295.664g	-2.53	-2.53
72	1500.000	579.479	579.670	250439.231	4037629.692	297.811g	-4.54	-4.54
73	1523.764	579.346	579.957	250439.271	4037605.933	302.392g	-6.45	-6.45
74	1525.000	579.396	579.979	250439.221	4037604.698	302.694g	-6.45	-6.45
75	1550.000	580.117	580.538	250436.965	4037579.809	308.816g	-6.45	-6.45
76	1575.000	580.728	581.347	250432.330	4037555.253	314.937g	-6.45	-6.45
77	1600.000	581.980	582.406	250425.359	4037531.254	321.058g	-6.45	-6.45
78	1625.000	583.443	583.715	250416.116	4037508.036	327.180g	-6.45	-6.45
79	1650.000	585.244	585.274	250404.687	4037485.812	333.301g	-6.45	-6.45
80	1675.000	586.915	587.049	250391.177	4037464.789	339.422g	-6.45	-6.45
81	1680.628	587.376	587.456	250387.861	4037460.241	340.800g	-6.45	-6.45
82	1700.000	588.951	588.824	250375.775	4037445.106	344.721g	-4.89	-4.89
83	1725.000	590.726	590.380	250359.166	4037426.423	347.350g	-2.88	-2.88
84	1736.484	591.551	591.011	250351.364	4037417.995	347.639g	-1.96	-2.50
85	1750.000	592.465	591.686	250342.168	4037408.090	347.639g	-0.87	-2.50
86	1775.000	592.427	592.742	250325.159	4037389.769	347.639g	1.14	-2.50
87	1800.000	593.178	593.548	250308.149	4037371.448	347.639g	2.50	-2.50
88	1825.000	593.791	594.104	250291.139	4037353.127	347.639g	2.50	-1.19
89	1850.000	593.992	594.410	250274.129	4037334.806	347.639g	2.50	0.82
90	1864.155	594.036	594.473	250264.497	4037324.432	347.639g	2.50	1.96
91	1875.000	594.221	594.466	250257.129	4037316.475	347.381g	2.83	2.83
92	1900.000	593.608	594.281	250240.501	4037297.809	344.823g	4.84	4.84
93	1920.012	592.321	594.077	250228.001	4037282.186	340.800g	6.45	6.45
94	1925.000	592.225	594.026	250225.057	4037278.159	339.579g	6.45	6.45
95	1950.000	591.335	593.771	250211.495	4037257.169	333.458g	6.45	6.45
96	1975.000	589.891	593.517	250200.011	4037234.973	327.336g	6.45	6.45

97	2000.000	590.208	593.262	250190.711	4037211.778	321.215g	6.45	6.45
98	2025.000	591.364	593.007	250183.681	4037187.797	315.094g	6.45	6.45
99	2050.000	591.849	592.753	250178.986	4037163.252	308.972g	6.45	6.45
100	2075.000	591.733	592.498	250176.668	4037138.369	302.851g	6.45	6.45
101	2084.446	591.546	592.402	250176.417	4037128.927	300.538g	6.45	6.45
102	2100.000	591.213	592.243	250176.708	4037113.377	297.260g	5.20	5.20
103	2125.000	591.293	591.989	250178.470	4037088.442	294.213g	3.19	3.19
104	2140.303	591.173	591.833	250179.941	4037073.210	293.700g	2.50	1.96
105	2150.000	591.087	591.734	250180.899	4037063.560	293.700g	2.50	1.18
106	2175.000	590.880	591.479	250183.369	4037038.682	293.700g	2.50	-0.83
107	2200.000	590.539	591.225	250185.839	4037013.805	293.700g	2.50	-2.50
108	2225.000	590.386	590.970	250188.309	4036988.927	293.700g	2.50	-2.50
109	2250.000	590.240	590.715	250190.780	4036964.049	293.700g	2.50	-2.50
110	2275.000	589.853	590.461	250193.250	4036939.172	293.700g	2.50	-2.50
111	2300.000	589.733	590.206	250195.720	4036914.294	293.700g	2.50	-2.50
112	2325.000	589.376	589.951	250198.190	4036889.416	293.700g	2.20	-2.50
113	2350.000	589.071	589.697	250200.660	4036864.539	293.700g	0.19	-2.50
114	2361.231	588.944	589.582	250201.770	4036853.363	293.700g	-0.71	-2.50
115	2375.000	588.837	589.442	250203.107	4036839.659	294.025g	-1.82	-2.50
116	2400.000	588.899	589.187	250205.079	4036814.738	296.278g	-3.83	-3.83
117	2425.000	588.726	588.933	250205.747	4036789.752	300.675g	-5.84	-5.84
118	2432.602	588.680	588.855	250205.563	4036782.153	302.437g	-6.45	-6.45
119	2450.000	588.414	588.623	250204.316	4036764.802	306.697g	-6.45	-6.45
120	2475.000	587.856	588.113	250200.501	4036740.105	312.819g	-6.45	-6.45
121	2500.000	587.167	587.394	250194.332	4036715.888	318.940g	-6.34	-6.34
122	2525.000	586.379	586.477	250185.866	4036692.375	325.061g	-4.33	-4.33
123	2550.000	585.468	585.510	250175.183	4036669.784	331.183g	-2.32	-2.50
124	2575.000	584.503	584.544	250162.379	4036648.322	337.304g	-0.31	-2.50
125	2588.724	583.921	584.013	250154.492	4036637.093	340.664g	0.79	-2.50
126	2600.000	583.320	583.578	250147.589	4036628.178	343.122g	1.70	-2.50
127	2625.000	581.955	582.611	250131.351	4036609.173	346.404g	2.50	-1.29
128	2639.990	581.862	582.031	250121.304	4036598.048	346.941g	2.50	-0.09
129	2650.000	581.475	581.644	250114.584	4036590.630	346.701g	2.50	0.72
130	2675.000	580.541	580.678	250098.168	4036571.777	344.014g	2.73	2.73
131	2691.256	579.974	580.050	250088.117	4036559.003	340.664g	4.04	4.04
132	2700.000	579.629	579.711	250083.022	4036551.897	338.523g	4.74	4.74
133	2725.000	578.537	578.745	250069.810	4036530.685	332.402g	6.45	6.45
134	2750.000	577.526	577.779	250058.696	4036508.302	326.281g	6.45	6.45
135	2775.000	576.355	576.812	250049.782	4036484.955	320.159g	6.45	6.45
136	2800.000	575.221	575.933	250043.150	4036460.861	314.038g	6.45	6.45
137	2825.000	573.955	575.276	250038.862	4036436.241	307.917g	6.45	6.45
138	2850.000	574.115	574.842	250036.958	4036411.323	301.795g	6.45	6.45
139	2875.000	573.983	574.631	250037.455	4036386.338	295.674g	6.45	6.45
140	2900.000	573.920	574.643	250040.348	4036361.516	289.553g	6.45	6.45
141	2925.000	574.757	574.879	250045.611	4036337.086	283.431g	6.45	6.45
142	2932.278	574.871	574.990	250047.582	4036330.080	281.649g	6.45	6.45
143	2950.000	575.225	575.338	250053.140	4036313.255	277.934g	5.02	5.02
144	2975.000	575.790	575.978	250062.281	4036289.989	274.815g	3.01	3.01
145	2993.900	576.305	576.475	250069.694	4036272.603	274.105g	2.50	1.49
146	3000.000	576.479	576.636	250072.107	4036267.001	274.105g	2.50	1.00
147	3025.000	577.181	577.293	250081.998	4036244.041	274.105g	2.50	-1.01

148	3050.000	577.872	577.950	250091.889	4036221.080	274.105g	2.50	-2.50
149	3075.000	578.529	578.608	250101.780	4036198.120	274.105g	2.50	-2.50
150	3100.000	579.122	579.265	250111.670	4036175.160	274.105g	2.50	-2.50
151	3125.000	579.579	579.922	250121.561	4036152.200	274.105g	2.50	-2.50
152	3150.000	580.382	580.580	250131.452	4036129.240	274.105g	2.50	-2.50
153	3175.000	581.046	581.237	250141.343	4036106.279	274.105g	2.50	-2.50
154	3200.000	581.561	581.959	250151.234	4036083.319	274.105g	2.50	-2.50
155	3225.000	583.016	582.857	250161.125	4036060.359	274.105g	2.50	-2.50
156	3250.000	583.710	583.934	250171.015	4036037.399	274.105g	2.50	-2.50
157	3275.000	584.831	585.190	250180.906	4036014.438	274.105g	2.50	-2.50
158	3291.847	585.746	586.137	250187.571	4035998.966	274.105g	2.50	-2.50
159	3300.000	586.203	586.624	250190.819	4035991.488	273.734g	2.50	-2.50
160	3325.000	587.647	588.237	250201.047	4035968.676	272.598g	2.50	-2.50
161	3350.000	589.547	590.028	250211.681	4035946.051	271.461g	2.50	-2.50
162	3375.000	591.683	591.921	250222.717	4035923.619	270.324g	2.50	-2.50
163	3400.000	593.649	593.814	250234.152	4035901.388	269.187g	2.50	-2.50
164	3404.728	594.206	594.172	250236.359	4035897.207	268.972g	2.50	-2.50
165	3425.000	596.104	595.708	250245.853	4035879.295	268.972g	2.50	-2.50
166	3450.000	597.713	597.601	250257.561	4035857.206	268.972g	2.50	-2.50
167	3475.000	599.384	599.495	250269.269	4035835.117	268.972g	2.50	-2.50
168	3500.000	600.946	601.388	250280.977	4035813.028	268.972g	2.50	-2.50
169	3525.000	602.495	603.281	250292.685	4035790.939	268.972g	2.50	-2.50
170	3550.000	604.924	605.175	250304.393	4035768.850	268.972g	2.50	-2.50
171	3575.000	606.806	607.068	250316.101	4035746.761	268.972g	2.50	-2.50
172	3600.000	608.726	608.962	250327.809	4035724.672	268.972g	2.50	-2.50
173	3625.000	610.692	610.855	250339.517	4035702.583	268.972g	2.50	-2.50
174	3650.000	612.614	612.748	250351.225	4035680.494	268.972g	2.50	-2.01
175	3671.855	614.281	614.404	250361.460	4035661.185	268.972g	2.50	-0.45
176	3675.000	614.520	614.642	250362.933	4035658.405	268.960g	2.50	-0.23
177	3700.000	616.382	616.535	250374.768	4035636.385	267.989g	2.50	1.56
178	3725.000	618.209	618.429	250387.202	4035614.698	265.468g	3.34	3.34
179	3739.383	619.230	619.518	250394.826	4035602.502	263.315g	4.37	4.37
180	3750.000	619.986	620.314	250400.734	4035593.682	261.537g	4.37	4.37
181	3760.801	620.758	621.088	250406.995	4035584.881	259.727g	4.37	4.37
182	3775.000	621.660	622.046	250415.588	4035573.578	257.599g	3.36	3.36
183	3800.000	623.126	623.570	250431.461	4035554.266	255.066g	2.50	1.57
184	3825.000	624.447	624.885	250447.862	4035535.398	254.085g	2.50	-0.22
185	3828.329	624.622	625.044	250450.060	4035532.898	254.071g	2.50	-0.45
186	3850.000	625.624	625.992	250464.373	4035516.626	254.071g	2.50	-2.00
187	3875.000	626.500	626.891	250480.885	4035497.855	254.071g	2.50	-2.50
188	3900.000	627.096	627.581	250497.397	4035479.084	254.071g	2.50	-2.50
189	3925.000	627.098	628.063	250513.909	4035460.313	254.071g	1.78	-2.50
190	3943.628	627.819	628.286	250526.213	4035446.326	254.071g	0.45	-2.50
191	3950.000	628.303	628.336	250530.420	4035441.541	254.121g	0.00	-2.50
192	3975.000	630.185	628.402	250546.782	4035422.639	255.292g	-1.79	-2.50
193	4000.000	630.479	628.258	250562.557	4035403.247	258.013g	-3.57	-3.57
194	4011.157	630.926	628.127	250569.278	4035394.342	259.727g	-4.37	-4.37
195	4025.000	631.202	627.907	250577.257	4035383.031	262.047g	-4.37	-4.37
196	4050.000	629.383	627.347	250590.604	4035361.897	266.235g	-4.37	-4.37
197	4075.000	627.644	626.579	250602.532	4035339.932	270.423g	-4.37	-4.37
198	4086.956	627.101	626.138	250607.720	4035329.161	272.426g	-4.37	-4.37

199	4100.000	625.659	625.603	250613.004	4035317.235	274.400g	-3.44	-3.44
200	4125.000	624.153	624.418	250622.268	4035294.017	277.004g	-1.65	-2.50
201	4150.000	622.892	623.025	250630.862	4035270.540	278.058g	0.13	-2.50
202	4154.484	622.632	622.753	250632.376	4035266.319	278.083g	0.45	-2.50
203	4175.000	621.382	621.424	250639.300	4035247.008	278.083g	1.92	-2.50
204	4200.000	619.556	619.696	250647.738	4035223.475	278.083g	2.50	-2.50
205	4225.000	617.709	617.967	250656.176	4035199.942	278.083g	2.50	-2.50
206	4250.000	615.651	616.195	250664.614	4035176.409	278.083g	2.50	-2.50
207	4275.000	613.062	614.228	250673.052	4035152.876	278.083g	2.50	-2.50
208	4300.000	610.943	612.065	250681.490	4035129.343	278.083g	2.50	-2.50
209	4325.000	608.613	609.927	250689.928	4035105.810	278.083g	2.50	-2.50
210	4344.486	606.185	608.333	250696.504	4035087.468	278.083g	2.50	-2.50
211	4350.000	605.493	607.894	250698.376	4035082.280	277.832g	2.50	-2.50
212	4375.000	604.351	605.964	250707.116	4035058.858	276.695g	2.50	-2.50
213	4400.000	603.446	604.138	250716.272	4035035.596	275.558g	2.50	-2.50
214	4425.000	601.988	602.417	250725.843	4035012.501	274.421g	2.50	-2.50
215	4443.937	600.763	601.183	250733.366	4034995.122	273.560g	2.50	-2.50
216	4450.000	600.366	600.800	250735.813	4034989.575	273.560g	2.50	-2.50
217	4475.000	598.819	599.287	250745.900	4034966.700	273.560g	2.50	-2.50
218	4500.000	597.438	597.878	250755.986	4034943.825	273.560g	2.50	-2.50
219	4525.000	596.205	596.574	250766.073	4034920.951	273.560g	2.50	-2.50
220	4550.000	595.052	595.373	250776.160	4034898.076	273.560g	2.50	-2.50
221	4575.000	593.898	594.277	250786.247	4034875.201	273.560g	2.50	-2.50
222	4600.000	592.938	593.266	250796.334	4034852.326	273.560g	2.50	-2.50
223	4625.000	592.011	592.262	250806.421	4034829.452	273.560g	2.50	-2.50
224	4650.000	590.970	591.259	250816.508	4034806.577	273.560g	2.50	-2.50
225	4675.000	589.999	590.256	250826.595	4034783.702	273.560g	2.50	-2.50
226	4700.000	589.133	589.253	250836.682	4034760.827	273.560g	2.50	-2.50
227	4725.000	588.240	588.250	250846.769	4034737.953	273.560g	2.50	-2.50
228	4737.144	587.831	587.762	250851.669	4034726.841	273.560g	2.50	-2.50
229	4750.000	587.413	587.246	250856.871	4034715.085	273.397g	2.50	-2.50
230	4775.000	586.548	586.243	250867.074	4034692.261	273.078g	2.50	-2.50
231	4800.000	585.669	585.240	250877.391	4034669.489	272.760g	2.50	-2.50
232	4825.000	584.775	584.237	250887.821	4034646.769	272.442g	2.50	-2.50
233	4850.000	583.866	583.234	250898.365	4034624.102	272.123g	2.50	-2.50
234	4855.164	583.676	583.026	250900.557	4034619.426	272.058g	2.50	-2.50
235	4875.000	582.972	582.295	250908.987	4034601.470	272.058g	2.50	-2.50
236	4900.000	582.131	581.573	250919.611	4034578.840	272.058g	2.50	-2.50
237	4925.000	581.302	581.074	250930.235	4034556.210	272.058g	2.50	-2.50
238	4950.000	580.819	580.799	250940.859	4034533.579	272.058g	2.50	-2.50
239	4975.000	580.420	580.747	250951.483	4034510.949	272.058g	2.50	-2.50
240	5000.000	580.573	580.917	250962.107	4034488.319	272.058g	2.50	-2.50
241	5025.000	580.741	581.312	250972.731	4034465.688	272.058g	2.50	-2.50
242	5050.000	581.372	581.929	250983.355	4034443.058	272.058g	2.50	-2.50
243	5075.000	582.235	582.770	250993.979	4034420.428	272.058g	2.50	-2.50
244	5100.000	583.329	583.833	251004.603	4034397.798	272.058g	2.50	-2.50
245	5125.000	584.765	585.120	251015.227	4034375.167	272.058g	2.50	-2.50
246	5150.000	586.421	586.631	251025.851	4034352.537	272.058g	2.50	-2.50
247	5175.000	588.134	588.336	251036.475	4034329.907	272.058g	2.50	-2.50
248	5200.000	589.865	590.069	251047.099	4034307.276	272.058g	2.50	-2.50
249	5225.000	591.611	591.802	251057.723	4034284.646	272.058g	2.50	-2.50

250	5250.000	593.305	593.535	251068.347	4034262.016	272.058g	2.50	-2.50
251	5274.455	595.111	595.230	251078.740	4034239.878	272.058g	2.50	-2.50
252	5275.000	595.150	595.268	251078.971	4034239.385	272.044g	2.50	-2.50
253	5300.000	596.884	597.001	251089.713	4034216.811	271.407g	2.50	-2.50
254	5325.000	598.448	598.734	251100.680	4034194.345	270.770g	2.50	-2.50
255	5350.000	600.387	600.453	251111.871	4034171.990	270.134g	2.50	-2.50
256	5375.000	601.616	602.004	251123.285	4034149.748	269.497g	2.50	-2.50
257	5400.000	603.004	603.348	251134.921	4034127.621	268.861g	2.50	-2.50
258	5425.000	603.983	604.535	251146.778	4034105.612	268.224g	2.50	-2.50
259	5450.000	605.312	605.713	251158.854	4034083.722	267.587g	2.50	-2.50
260	5475.000	606.486	606.890	251171.149	4034061.954	266.951g	2.50	-2.50
261	5500.000	607.596	608.068	251183.661	4034040.310	266.314g	2.50	-2.50
262	5525.000	608.139	609.246	251196.388	4034018.793	265.678g	2.50	-2.50
263	5550.000	610.107	610.424	251209.330	4033997.403	265.041g	2.50	-2.50
264	5575.000	611.405	611.602	251222.485	4033976.145	264.404g	2.50	-2.50
265	5597.852	612.357	612.679	251234.695	4033956.828	263.822g	2.50	-2.50
266	5600.000	612.432	612.780	251235.851	4033955.018	263.822g	2.50	-2.50
267	5625.000	613.419	613.958	251249.306	4033933.947	263.822g	2.50	-2.50
268	5650.000	614.749	615.135	251262.760	4033912.876	263.822g	2.50	-2.50
269	5675.000	616.140	616.313	251276.215	4033891.806	263.822g	2.50	-2.50
270	5700.000	617.342	617.532	251289.669	4033870.735	263.822g	2.50	-2.50
271	5725.000	618.544	618.830	251303.124	4033849.664	263.822g	2.50	-2.50
272	5750.000	619.913	620.205	251316.578	4033828.593	263.822g	2.50	-2.50
273	5775.000	621.401	621.659	251330.033	4033807.523	263.822g	2.50	-2.50
274	5800.000	622.940	623.190	251343.487	4033786.452	263.822g	2.50	-2.50
275	5825.000	624.561	624.800	251356.942	4033765.381	263.822g	2.50	-2.50
276	5850.000	626.249	626.488	251370.397	4033744.311	263.822g	2.50	-2.50
277	5875.000	628.005	628.254	251383.851	4033723.240	263.822g	2.50	-2.50
278	5900.000	629.839	630.098	251397.306	4033702.169	263.822g	2.50	-2.50
279	5925.000	631.770	632.020	251410.760	4033681.098	263.822g	2.50	-2.50
280	5950.000	633.733	634.011	251424.215	4033660.028	263.822g	2.50	-2.50
281	5975.000	635.720	636.011	251437.669	4033638.957	263.822g	2.50	-2.50
282	6000.000	637.695	638.011	251451.124	4033617.886	263.822g	2.50	-2.50
283	6025.000	639.707	640.011	251464.578	4033596.815	263.822g	2.50	-2.50
284	6050.000	641.680	642.010	251478.033	4033575.745	263.822g	2.50	-2.50
285	6075.000	643.671	644.010	251491.487	4033554.674	263.822g	2.50	-2.50
286	6100.000	645.624	646.010	251504.942	4033533.603	263.822g	2.50	-2.50
287	6107.968	646.230	646.648	251509.230	4033526.888	263.822g	2.50	-2.50
288	6125.000	647.608	648.010	251518.410	4033512.541	263.702g	2.50	-2.50
289	6150.000	649.643	650.010	251531.933	4033491.515	263.525g	2.50	-2.50
290	6175.000	651.645	652.010	251545.515	4033470.526	263.348g	2.50	-2.50
291	6200.000	653.606	654.010	251559.155	4033449.575	263.171g	2.50	-2.50
292	6225.000	655.582	656.010	251572.854	4033428.662	262.995g	2.50	-2.50
293	6250.000	657.617	658.010	251586.610	4033407.787	262.818g	2.50	-2.50
294	6275.000	659.643	660.010	251600.424	4033386.950	262.641g	2.50	-2.50
295	6300.000	661.625	662.010	251614.297	4033366.152	262.464g	2.50	-2.50
296	6325.000	663.618	664.010	251628.226	4033345.392	262.287g	2.50	-2.50
297	6350.000	665.620	666.009	251642.214	4033324.672	262.110g	2.50	-2.50
298	6353.545	665.908	666.293	251644.202	4033321.736	262.085g	2.50	-2.50
299	6375.000	668.001	668.009	251656.238	4033303.976	262.085g	2.50	-2.50
300	6400.000	670.048	670.009	251670.262	4033283.280	262.085g	2.50	-2.50

301	6425.000	671.822	672.009	251684.286	4033262.584	262.085g	2.50	-2.50
302	6450.000	673.640	674.009	251698.311	4033241.888	262.085g	2.50	-2.50
303	6475.000	675.657	676.009	251712.335	4033221.192	262.085g	2.50	-2.50
304	6500.000	677.654	678.009	251726.360	4033200.496	262.085g	2.50	-2.50
305	6514.593	678.813	679.176	251734.546	4033188.416	262.085g	2.50	-2.50
306	6525.000	679.621	680.009	251740.383	4033179.800	262.109g	2.50	-2.50
307	6550.000	681.621	682.009	251754.366	4033159.076	262.361g	2.50	-2.50
308	6575.000	683.634	684.009	251768.222	4033138.268	262.887g	2.50	-2.50
309	6600.000	685.644	686.009	251781.861	4033117.316	263.688g	2.50	-2.50
310	6625.000	687.637	688.008	251795.189	4033096.165	264.763g	2.50	-2.50
311	6650.000	689.653	690.008	251808.112	4033074.765	266.113g	2.50	-2.50
312	6675.000	691.644	692.008	251820.531	4033053.069	267.738g	2.50	-2.50
313	6675.590	691.690	692.055	251820.818	4033052.552	267.779g	2.50	-2.50
314	6700.000	693.530	694.008	251832.360	4033031.045	269.506g	2.50	-2.50
315	6725.000	695.558	696.008	251843.573	4033008.702	271.274g	2.50	-2.50
316	6750.000	697.557	698.008	251854.161	4032986.055	273.043g	2.50	-2.50
317	6775.000	699.440	700.008	251864.115	4032963.123	274.811g	2.50	-2.50
318	6800.000	701.373	702.008	251873.429	4032939.924	276.580g	2.50	-2.50
319	6825.000	703.269	704.008	251882.095	4032916.475	278.348g	2.50	-2.50
320	6850.000	705.298	706.008	251890.107	4032892.794	280.116g	2.50	-2.50
321	6875.000	707.296	708.008	251897.457	4032868.900	281.885g	2.50	-2.50
322	6900.000	709.303	710.007	251904.141	4032844.811	283.653g	2.50	-2.50
323	6925.000	711.400	712.007	251910.154	4032820.546	285.421g	2.50	-2.50
324	6934.936	712.194	712.802	251912.356	4032810.857	286.124g	2.50	-2.50
325	6950.000	713.326	714.007	251915.494	4032796.123	287.140g	2.50	-2.50
326	6975.000	715.140	716.007	251920.219	4032771.574	288.606g	2.50	-2.50
327	7000.000	717.424	718.007	251924.430	4032746.932	289.797g	2.50	-2.50
328	7025.000	719.769	720.007	251928.233	4032722.223	290.713g	2.50	-2.50
329	7050.000	721.751	722.007	251931.734	4032697.470	291.355g	2.50	-2.50
330	7075.000	723.705	724.007	251935.038	4032672.689	291.722g	2.50	-2.50
331	7095.933	725.300	725.681	251937.731	4032651.930	291.818g	2.50	-2.50
332	7100.000	725.612	726.007	251938.252	4032647.897	291.818g	2.50	-2.50
333	7125.000	727.504	728.007	251941.456	4032623.103	291.818g	2.50	-2.50
334	7150.000	729.621	730.007	251944.660	4032598.309	291.818g	2.50	-2.50
335	7175.000	731.658	732.006	251947.864	4032573.515	291.818g	2.50	-2.50
336	7200.000	733.594	733.981	251951.068	4032548.721	291.818g	2.50	-2.50
337	7225.000	735.222	735.879	251954.272	4032523.927	291.818g	2.50	-2.50
338	7250.000	737.416	737.698	251957.476	4032499.134	291.818g	2.50	-2.50
339	7275.000	738.769	739.440	251960.681	4032474.340	291.818g	2.50	-2.50
340	7300.000	740.181	741.103	251963.885	4032449.546	291.818g	2.50	-2.50
341	7325.000	741.461	742.688	251967.089	4032424.752	291.818g	2.50	-2.50
342	7350.000	743.488	744.198	251970.293	4032399.958	291.818g	2.50	-2.50
343	7375.000	745.138	745.684	251973.497	4032375.164	291.818g	2.50	-2.50
344	7400.000	746.422	747.157	251976.701	4032350.371	291.818g	2.50	-2.50
345	7425.000	747.705	748.471	251979.905	4032325.577	291.818g	2.50	-2.50
346	7450.000	748.702	749.723	251983.109	4032300.783	291.818g	2.50	-2.50
347	7475.000	750.300	750.975	251986.313	4032275.989	291.818g	2.50	-2.50
348	7500.000	751.450	752.226	251989.517	4032251.195	291.818g	2.50	-2.50
349	7525.000	752.778	753.478	251992.721	4032226.401	291.818g	2.50	-2.50
350	7550.000	753.728	754.730	251995.925	4032201.608	291.818g	2.50	-1.43
351	7575.000	755.177	755.981	251999.129	4032176.814	291.818g	2.50	0.36

352	7580.926	755.711	756.279	251999.889	4032170.937	291.818g	2.50	0.78
353	7600.000	756.600	757.277	252002.391	4032152.028	291.234g	2.50	2.15
354	7625.000	758.326	758.677	252006.249	4032127.329	288.700g	3.93	3.93
355	7642.894	759.697	759.742	252009.805	4032109.794	285.654g	5.21	5.21
356	7650.000	760.338	760.180	252011.470	4032102.885	284.241g	5.21	5.21
357	7675.000	762.251	761.788	252018.536	4032078.911	279.267g	5.21	5.21
358	7700.000	763.474	763.500	252027.451	4032055.562	274.293g	5.21	5.21
359	7725.000	765.046	765.317	252038.161	4032032.979	269.320g	5.21	5.21
360	7750.000	766.993	767.237	252050.602	4032011.301	264.346g	5.21	5.21
361	7775.000	769.040	769.201	252064.696	4031990.661	259.373g	5.21	5.21
362	7800.000	771.040	771.165	252080.358	4031971.183	254.399g	5.21	5.21
363	7825.000	773.045	773.129	252097.492	4031952.987	249.425g	5.21	5.21
364	7850.000	774.990	775.094	252115.994	4031936.184	244.452g	5.21	5.21
365	7875.000	776.930	777.058	252135.752	4031920.876	239.478g	5.21	5.21
366	7900.000	778.843	779.022	252156.643	4031907.157	234.505g	5.21	5.21
367	7925.000	780.921	780.986	252178.542	4031895.110	229.531g	5.21	5.21
368	7950.000	782.979	782.950	252201.314	4031884.808	224.558g	5.21	5.21
369	7975.000	784.999	784.915	252224.821	4031876.316	219.584g	5.21	5.21
370	8000.000	786.973	786.879	252248.919	4031869.684	214.610g	5.21	5.21
371	8025.000	788.977	788.843	252273.460	4031864.953	209.637g	5.21	5.21
372	8050.000	791.008	790.807	252298.297	4031862.152	204.663g	5.21	5.21
373	8075.000	793.016	792.771	252323.276	4031861.298	199.690g	5.21	5.21
374	8100.000	794.976	794.736	252348.245	4031862.396	194.716g	5.21	5.21
375	8125.000	796.796	796.700	252373.053	4031865.439	189.742g	5.21	5.21
376	8150.000	798.755	798.664	252397.547	4031870.409	184.769g	5.21	5.21
377	8161.004	799.741	799.529	252408.191	4031873.200	182.580g	5.21	5.21
378	8175.000	800.458	800.628	252421.586	4031877.254	180.110g	4.21	4.21
379	8200.000	802.395	802.592	252445.174	4031885.529	177.263g	2.50	2.42
380	8222.972	805.287	804.397	252466.624	4031893.751	176.416g	2.50	0.78
381	8225.000	805.436	804.557	252468.515	4031894.485	176.416g	2.50	0.64
382	8250.000	806.541	806.521	252491.819	4031903.537	176.416g	2.50	-1.15
383	8275.000	808.474	808.485	252515.123	4031912.588	176.416g	2.50	-2.50
384	8300.000	810.114	810.449	252538.427	4031921.639	176.416g	2.50	-2.50
385	8325.000	812.466	812.413	252561.731	4031930.690	176.416g	2.50	-2.50
386	8350.000	814.304	814.378	252585.035	4031939.741	176.416g	2.50	-2.50
387	8375.000	815.999	816.342	252608.339	4031948.793	176.416g	2.50	-2.50
388	8400.000	817.965	818.306	252631.643	4031957.844	176.416g	2.50	-2.50
389	8425.000	819.736	820.235	252654.947	4031966.895	176.416g	2.50	-2.50
390	8450.000	821.464	822.087	252678.251	4031975.946	176.416g	2.50	-2.50
391	8475.000	823.615	823.860	252701.555	4031984.997	176.416g	2.50	-2.50
392	8500.000	825.286	825.555	252724.859	4031994.048	176.416g	2.50	-2.50
393	8525.000	826.596	827.172	252748.163	4032003.100	176.416g	2.50	-2.50
394	8531.406	827.003	827.574	252754.134	4032005.419	176.416g	2.50	-2.50
395	8550.000	828.727	828.733	252771.459	4032012.170	176.199g	2.50	-1.36
396	8575.000	829.764	830.291	252794.671	4032021.454	175.227g	2.50	0.18
397	8600.000	830.955	831.849	252817.679	4032031.233	173.474g	2.50	1.72
398	8616.258	831.993	832.862	252832.467	4032037.988	171.914g	2.72	2.72
399	8625.000	832.614	833.406	252840.344	4032041.778	170.986g	2.72	2.72
400	8650.000	834.376	834.964	252862.557	4032053.246	168.334g	2.72	2.72
401	8675.000	835.797	836.522	252884.272	4032065.629	165.681g	2.72	2.72
402	8700.000	837.203	838.080	252905.453	4032078.905	163.029g	2.72	2.72

403	8725.000	838.874	839.638	252926.063	4032093.053	160.376g	2.72	2.72
404	8750.000	840.646	841.196	252946.065	4032108.047	157.724g	2.72	2.72
405	8763.341	841.535	842.027	252956.479	4032116.385	156.308g	2.72	2.72
406	8775.000	842.073	842.754	252965.429	4032123.857	155.156g	2.50	2.00
407	8800.000	843.909	844.312	252984.218	4032140.347	153.259g	2.50	0.46
408	8825.000	845.742	845.870	253002.612	4032157.278	152.143g	2.50	-1.07
409	8848.193	847.027	847.315	253019.499	4032173.176	151.807g	2.50	-2.50
410	8850.000	847.127	847.427	253020.812	4032174.417	151.807g	2.50	-2.50
411	8875.000	848.640	848.985	253038.984	4032191.586	151.807g	2.50	-2.50
412	8900.000	850.133	850.543	253057.156	4032208.755	151.807g	2.50	-2.50
413	8925.000	851.463	852.102	253075.329	4032225.924	151.807g	2.50	-2.50
414	8950.000	853.524	853.712	253093.501	4032243.093	151.807g	2.50	-2.50
415	8975.000	854.709	855.400	253111.673	4032260.262	151.807g	2.50	-2.50
416	9000.000	856.329	857.167	253129.845	4032277.431	151.807g	2.50	-2.50
417	9025.000	858.071	859.011	253148.017	4032294.600	151.807g	2.50	-2.50
418	9048.232	859.729	860.795	253164.904	4032310.555	151.807g	2.29	-2.50
419	9050.000	859.884	860.934	253166.189	4032311.769	151.809g	2.17	-2.50
420	9075.000	862.077	862.927	253184.420	4032328.876	152.414g	0.38	-2.50
421	9100.000	863.709	864.934	253202.951	4032345.655	154.078g	-1.41	-2.50
422	9125.000	864.419	866.940	253222.049	4032361.785	156.801g	-3.19	-3.19
423	9131.702	864.774	867.478	253227.296	4032365.954	157.711g	-3.67	-3.67
424	9150.000	866.817	868.947	253241.928	4032376.939	160.299g	-3.67	-3.67
425	9175.000	868.504	870.953	253262.618	4032390.967	163.836g	-3.67	-3.67
426	9200.000	871.364	872.960	253284.054	4032403.825	167.373g	-3.67	-3.67
427	9224.709	874.358	874.943	253305.910	4032415.344	170.869g	-3.67	-3.67
428	9225.000	874.386	874.966	253306.171	4032415.473	170.910g	-3.65	-3.65
429	9250.000	877.009	876.973	253328.879	4032425.924	174.036g	-2.25	-2.50
430	9275.000	879.251	878.979	253352.015	4032435.394	176.361g	-0.86	-2.50
431	9300.000	879.978	880.986	253375.426	4032444.161	177.884g	0.54	-2.50
432	9325.000	882.699	882.992	253398.989	4032452.515	178.605g	1.94	-2.50
433	9334.979	883.591	883.793	253408.412	4032455.799	178.669g	2.50	-2.50
434	9350.000	884.916	884.999	253422.594	4032460.750	178.524g	2.50	-1.66
435	9375.000	886.944	887.005	253446.136	4032469.163	177.641g	2.50	-0.26
436	9400.000	888.937	889.012	253469.502	4032478.049	175.957g	2.50	1.14
437	9425.000	890.941	891.018	253492.565	4032487.695	173.470g	2.54	2.54
438	9445.249	892.518	892.644	253510.914	4032496.254	170.869g	3.67	3.67
439	9450.000	892.878	893.025	253515.165	4032498.376	170.196g	3.67	3.67
440	9464.518	893.873	894.186	253528.013	4032505.135	168.143g	3.67	3.67
441	9475.000	894.698	894.991	253537.210	4032510.164	168.143g	2.92	2.92
442	9500.000	896.458	896.765	253559.144	4032522.159	168.143g	2.50	1.14
443	9525.000	899.329	898.329	253581.079	4032534.153	168.143g	2.50	-0.65
444	9550.000	901.674	899.686	253603.014	4032546.148	168.143g	2.50	-2.44
445	9575.000	904.323	900.834	253624.948	4032558.143	168.143g	2.50	-2.50
446	9600.000	906.729	901.774	253646.883	4032570.138	168.143g	2.50	-2.50
447	9625.000	908.876	902.511	253668.817	4032582.132	168.143g	2.50	-2.50
448	9650.000	909.707	903.186	253690.752	4032594.127	168.143g	2.50	-2.50
449	9675.000	911.050	903.861	253712.687	4032606.122	168.143g	2.50	-2.50
450	9700.000	912.330	904.536	253734.621	4032618.116	168.143g	2.50	-2.50
451	9725.000	911.665	905.211	253756.556	4032630.111	168.143g	2.50	-2.50
452	9750.000	910.867	905.886	253778.490	4032642.106	168.143g	2.50	-2.50
453	9775.000	910.600	906.561	253800.425	4032654.101	168.143g	2.50	-2.50

454	9800.000	910.182	907.236	253822.360	4032666.095	168.143g	2.50	-2.50
455	9825.000	909.861	907.911	253844.294	4032678.090	168.143g	2.50	-2.50
456	9850.000	909.719	908.586	253866.229	4032690.085	168.143g	2.50	-2.50
457	9875.000	909.587	909.261	253888.163	4032702.080	168.143g	2.50	-2.50
458	9900.000	910.091	909.936	253910.098	4032714.074	168.143g	2.50	-2.50
459	9925.000	910.470	910.611	253932.033	4032726.069	168.143g	2.50	-1.79
460	9950.000	911.088	911.286	253953.967	4032738.064	168.143g	2.50	0.00
461	9967.464	911.484	911.759	253969.290	4032746.443	168.143g	2.50	1.26
462	9975.000	911.654	911.973	253975.900	4032750.062	168.042g	2.50	1.80
463	10000.000	912.470	912.750	253997.681	4032762.332	166.270g	3.60	3.60
464	10025.000	913.219	913.631	254018.883	4032775.571	162.288g	5.39	5.39
465	10027.460	913.381	913.723	254020.918	4032776.953	161.777g	5.57	5.57
466	10050.000	914.391	914.616	254039.020	4032790.374	156.994g	5.57	5.57
467	10052.578	914.492	914.724	254041.025	4032791.994	156.447g	5.57	5.57
468	10075.000	915.480	915.706	254057.926	4032806.724	152.578g	3.96	3.96
469	10100.000	917.066	916.899	254075.956	4032824.040	150.361g	2.50	2.16
470	10112.574	917.544	917.539	254084.871	4032832.907	150.081g	2.50	1.26
471	10125.000	917.990	918.197	254093.669	4032841.682	150.081g	2.50	0.36
472	10150.000	919.273	919.599	254111.369	4032859.338	150.081g	2.50	-1.43
473	10175.000	920.551	921.105	254129.069	4032876.993	150.081g	2.43	-2.50
474	10200.000	922.461	922.715	254146.769	4032894.648	150.081g	0.64	-2.50
475	10225.000	924.009	924.430	254164.469	4032912.303	150.081g	-1.16	-2.50
476	10226.359	924.089	924.526	254165.431	4032913.263	150.081g	-1.26	-2.50
477	10250.000	925.956	926.218	254182.255	4032929.871	151.069g	-2.96	-2.96
478	10275.000	927.845	928.008	254200.607	4032946.844	154.265g	-4.75	-4.75
479	10286.355	928.684	928.821	254209.278	4032954.175	156.447g	-5.57	-5.57
480	10300.000	929.677	929.799	254220.045	4032962.556	159.342g	-5.57	-5.57
481	10325.000	931.439	931.585	254240.714	4032976.605	164.647g	-5.57	-5.57
482	10350.000	933.120	933.232	254262.482	4032988.886	169.953g	-5.57	-5.57
483	10375.000	934.560	934.670	254285.196	4032999.312	175.258g	-5.57	-5.57
484	10400.000	935.780	935.900	254308.700	4033007.811	180.563g	-5.57	-5.57
485	10425.000	936.782	936.921	254332.829	4033014.324	185.868g	-5.57	-5.57
486	10450.000	937.622	937.734	254357.416	4033018.806	191.173g	-5.57	-5.57
487	10451.644	937.672	937.781	254359.045	4033019.029	191.522g	-5.57	-5.57
488	10475.000	938.244	938.339	254382.282	4033021.344	195.514g	-3.89	-3.89
489	10500.000	937.976	938.736	254407.249	4033022.614	197.648g	-2.09	-2.50
490	10511.641	938.064	938.849	254418.882	4033023.014	197.888g	-1.26	-2.50
491	10525.000	938.276	938.924	254432.235	4033023.457	197.888g	-0.30	-2.50
492	10550.000	938.325	938.948	254457.221	4033024.287	197.888g	1.50	-2.50
493	10575.000	938.770	939.023	254482.207	4033025.116	197.888g	2.50	-2.50
494	10600.000	939.048	939.165	254507.193	4033025.945	197.888g	2.50	-2.50
495	10625.000	939.077	939.315	254532.180	4033026.774	197.888g	2.50	-2.50
496	10650.000	938.884	939.466	254557.166	4033027.604	197.888g	2.50	-2.50
497	10675.000	939.201	939.616	254582.152	4033028.433	197.888g	2.50	-2.50
498	10700.000	939.502	939.766	254607.138	4033029.262	197.888g	2.50	-2.50
499	10725.000	939.733	939.917	254632.125	4033030.091	197.888g	2.50	-2.50
500	10750.000	939.864	940.067	254657.111	4033030.921	197.888g	2.50	-2.50
501	10775.000	939.976	940.217	254682.097	4033031.750	197.888g	2.50	-2.50
502	10800.000	940.043	940.369	254707.083	4033032.579	197.888g	1.98	-2.50
503	10825.000	940.160	940.673	254732.070	4033033.408	197.888g	-0.24	-2.50
504	10850.000	940.750	941.227	254757.056	4033034.237	197.888g	-2.46	-2.50

505	10861.635	940.529	941.570	254768.685	4033034.623	197.888g	-3.49	-3.49
506	10875.000	940.122	942.031	254782.044	4033034.989	198.995g	-4.68	-4.68
507	10900.000	939.359	943.084	254807.010	4033034.064	207.013g	-6.90	-6.90
508	10901.132	939.329	943.138	254808.135	4033033.935	207.559g	-7.00	-7.00
509	10925.000	940.133	944.388	254831.443	4033028.954	219.247g	-7.00	-7.00
510	10950.000	943.841	945.942	254854.449	4033019.268	231.490g	-7.00	-7.00
511	10975.000	946.910	947.745	254875.179	4033005.364	243.733g	-7.00	-7.00
512	11000.000	949.154	949.731	254892.870	4032987.754	255.975g	-7.00	-7.00
513	11025.000	951.313	951.725	254906.869	4032967.088	268.218g	-7.00	-7.00
514	11050.000	953.529	953.719	254916.660	4032944.127	280.461g	-7.00	-7.00
515	11075.000	955.386	955.713	254921.883	4032919.717	292.703g	-7.00	-7.00
516	11100.000	957.074	957.707	254922.343	4032894.760	304.946g	-7.00	-7.00
517	11125.000	958.775	959.702	254918.026	4032870.175	317.189g	-7.00	-7.00
518	11150.000	960.719	961.696	254909.089	4032846.868	329.431g	-7.00	-7.00
519	11175.000	962.980	963.690	254895.862	4032825.699	341.674g	-7.00	-7.00
520	11200.000	965.269	965.684	254878.833	4032807.448	353.917g	-7.00	-7.00
521	11214.930	966.472	966.875	254867.105	4032798.224	361.228g	-7.00	-7.00
522	11225.000	967.380	967.678	254858.648	4032792.760	365.531g	-6.11	-6.11
523	11250.000	969.561	969.672	254836.597	4032780.996	370.777g	-3.89	-3.89
524	11254.426	969.936	970.025	254832.626	4032779.040	370.899g	-3.49	-3.49
525	11275.000	971.515	971.666	254814.165	4032769.959	370.899g	-1.67	-2.50
526	11300.000	973.440	973.660	254791.732	4032758.925	370.899g	0.55	-2.50
527	11325.000	975.431	975.655	254769.298	4032747.891	370.899g	2.50	-2.50
528	11350.000	977.411	977.649	254746.865	4032736.857	370.899g	2.50	-2.50
529	11375.000	979.423	979.643	254724.432	4032725.823	370.899g	2.50	-2.50
530	11400.000	981.440	981.637	254701.999	4032714.789	370.899g	2.50	-2.50
531	11425.000	983.409	983.631	254679.566	4032703.755	370.899g	2.50	-1.80
532	11428.879	983.714	983.940	254676.085	4032702.042	370.899g	2.50	-1.52
533	11450.000	985.295	985.625	254657.154	4032692.676	370.451g	2.50	-0.01
534	11475.000	987.107	987.495	254634.932	4032681.226	368.762g	2.50	1.78
535	11500.000	988.608	989.124	254613.141	4032668.975	365.818g	3.56	3.56
536	11508.104	989.070	989.600	254606.218	4032664.765	364.594g	4.14	4.14
537	11525.000	989.935	990.513	254592.060	4032655.544	361.905g	4.14	4.14
538	11550.000	991.114	991.661	254571.858	4032640.825	357.926g	4.14	4.14
539	11575.000	992.137	992.569	254552.614	4032624.873	353.948g	4.14	4.14
540	11600.000	992.777	993.237	254534.404	4032607.751	349.969g	2.71	2.71
541	11625.000	993.273	993.664	254517.299	4032589.524	345.990g	2.50	0.93
542	11638.934	993.488	993.802	254508.269	4032578.912	343.772g	2.50	-0.07
543	11650.000	993.612	993.899	254501.357	4032570.271	342.203g	2.50	-0.86
544	11675.000	993.836	994.118	254486.355	4032550.274	340.074g	2.34	-2.50
545	11689.626	993.958	994.246	254477.786	4032538.421	339.738g	1.16	-2.50
546	11700.000	994.041	994.337	254471.715	4032530.009	339.907g	0.33	-2.50
547	11725.000	994.253	994.556	254456.818	4032509.933	341.703g	-1.68	-2.50
548	11750.000	994.531	994.775	254441.062	4032490.528	345.460g	-3.69	-3.69
549	11767.613	994.707	994.929	254429.150	4032477.558	349.286g	-5.11	-5.11
550	11775.000	994.767	994.994	254423.911	4032472.350	351.095g	-5.70	-5.70
551	11800.000	994.981	995.213	254405.125	4032455.869	357.216g	-6.45	-6.45
552	11811.818	995.042	995.316	254395.713	4032448.724	360.110g	-6.45	-6.45
553	11825.000	995.103	995.432	254384.857	4032441.249	362.998g	-5.39	-5.39
554	11850.000	995.251	995.651	254363.543	4032428.191	366.610g	-3.38	-3.38
555	11874.463	995.431	995.865	254342.220	4032416.200	367.779g	-1.41	-2.50

556	11875.000	995.438	995.869	254341.750	4032415.940	367.779g	-1.37	-2.50
557	11900.000	995.787	996.146	254319.884	4032403.820	367.779g	0.64	-2.50
558	11925.000	996.175	996.547	254298.019	4032391.701	367.779g	2.50	-2.50
559	11950.000	996.808	997.073	254276.153	4032379.581	367.779g	2.50	-1.98
560	11975.000	997.453	997.724	254254.287	4032367.461	367.779g	2.50	0.13
561	11998.324	998.000	998.444	254233.888	4032356.154	367.779g	2.50	2.10
562	12000.000	998.057	998.500	254232.421	4032355.341	367.773g	2.50	2.24
563	12025.000	999.116	999.401	254210.669	4032343.020	366.125g	4.34	4.34
564	12050.000	1000.077	1000.427	254189.547	4032329.657	361.572g	6.45	6.45
565	12053.098	1000.191	1000.562	254187.006	4032327.884	360.805g	6.71	6.71
566	12075.000	1001.136	1001.578	254169.703	4032314.469	355.228g	6.71	6.71
567	12100.000	1001.724	1002.854	254151.474	4032297.375	348.862g	6.71	6.71
568	12125.000	1003.957	1004.255	254135.043	4032278.547	342.495g	6.71	6.71
569	12150.000	1005.823	1005.763	254120.574	4032258.172	336.129g	6.71	6.71
570	12175.000	1005.973	1007.286	254108.211	4032236.455	329.763g	6.71	6.71
571	12200.000	1006.218	1008.809	254098.078	4032213.612	323.397g	6.71	6.71
572	12225.000	1009.140	1010.331	254090.276	4032189.872	317.031g	6.71	6.71
573	12250.000	1011.881	1011.854	254084.883	4032165.471	310.664g	6.71	6.71
574	12275.000	1013.201	1013.377	254081.953	4032140.654	304.298g	6.71	6.71
575	12290.782	1013.984	1014.338	254081.386	4032124.885	300.279g	6.71	6.71
576	12300.000	1014.512	1014.899	254081.506	4032115.668	298.130g	5.93	5.93
577	12325.000	1016.195	1016.422	254083.089	4032090.722	294.288g	3.83	3.83
578	12345.556	1017.202	1017.674	254085.141	4032070.268	293.305g	2.50	2.10
579	12350.000	1017.430	1017.945	254085.608	4032065.849	293.305g	2.50	1.72
580	12375.000	1019.017	1019.464	254088.232	4032040.987	293.305g	2.50	-0.39
581	12400.000	1020.186	1020.923	254090.856	4032016.125	293.305g	2.50	-2.49
582	12425.000	1021.886	1022.305	254093.480	4031991.263	293.305g	1.12	-2.50
583	12450.000	1023.330	1023.609	254096.104	4031966.401	293.305g	-0.68	-2.50
584	12458.097	1023.774	1024.014	254096.954	4031958.349	293.305g	-1.26	-2.50
585	12475.000	1024.639	1024.834	254098.684	4031941.535	293.811g	-2.47	-2.50
586	12500.000	1025.936	1026.014	254100.674	4031916.616	296.410g	-4.27	-4.27
587	12518.094	1026.524	1026.867	254101.258	4031898.534	299.671g	-5.57	-5.57
588	12525.000	1027.111	1027.193	254101.214	4031891.628	301.137g	-5.57	-5.57
589	12532.804	1027.443	1027.561	254100.974	4031883.827	302.793g	-5.57	-5.57
590	12550.000	1028.240	1028.372	254099.775	4031866.675	305.919g	-4.33	-4.33
591	12575.000	1029.497	1029.551	254096.859	4031841.848	308.598g	-2.54	-2.54
592	12592.801	1030.312	1030.391	254094.358	4031824.224	309.159g	-1.26	-2.50
593	12600.000	1030.628	1030.730	254093.326	4031817.099	309.159g	-0.74	-2.50
594	12625.000	1031.710	1031.910	254089.742	4031792.357	309.159g	1.06	-2.50
595	12650.000	1032.852	1033.081	254086.158	4031767.615	309.159g	2.50	-2.50
596	12675.000	1033.897	1034.214	254082.574	4031742.874	309.159g	2.50	-2.41
597	12700.000	1034.907	1035.305	254078.989	4031718.132	309.159g	2.50	-0.63
598	12710.481	1035.341	1035.750	254077.487	4031707.759	309.159g	2.50	0.12
599	12725.000	1035.959	1036.355	254075.427	4031693.387	308.863g	2.50	1.16
600	12750.000	1036.982	1037.363	254072.270	4031668.588	306.967g	2.94	2.94
601	12775.000	1037.963	1038.329	254070.196	4031643.678	303.317g	4.73	4.73
602	12775.291	1037.975	1038.340	254070.181	4031643.387	303.264g	4.75	4.75
603	12800.000	1038.885	1039.253	254069.787	4031618.686	298.770g	4.75	4.75
604	12825.000	1039.816	1040.136	254071.161	4031593.729	294.223g	4.75	4.75
605	12837.311	1040.305	1040.556	254072.493	4031581.491	291.983g	4.75	4.75
606	12850.000	1040.792	1040.977	254074.299	4031568.932	289.901g	3.84	3.84

607	12875.000	1041.587	1041.777	254078.842	4031544.350	287.121g	2.50	2.06
608	12900.000	1042.402	1042.539	254084.118	4031519.914	286.096g	2.50	0.27
609	12902.121	1042.474	1042.603	254084.578	4031517.843	286.089g	2.50	0.12
610	12925.000	1043.170	1043.295	254089.538	4031495.508	286.089g	2.50	-1.51
611	12950.000	1043.910	1044.050	254094.957	4031471.103	286.089g	2.50	-2.50
612	12975.000	1044.719	1044.806	254100.376	4031446.697	286.089g	2.50	-2.50
613	12979.337	1044.860	1044.937	254101.317	4031442.463	286.089g	2.50	-2.50

.

Volume De Terrassements

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0.000	0.0	175.0	12.8
2	25.000	78.7	62.0	147.8
3	50.000	388.8	36.4	198.2
4	75.000	355.1	18.2	134.5
5	81.369	277.3	15.2	108.0
6	100.000	110.3	54.6	147.5
7	125.000	284.9	46.9	186.8
8	150.000	192.1	33.3	89.9
9	150.259	191.0	45.5	97.2
10	175.000	672.3	18.7	202.3
11	200.000	644.8	71.1	188.1
12	225.000	489.2	287.0	189.8
13	250.000	713.6	411.5	218.3
14	275.000	1455.0	299.5	215.5
15	300.000	1121.0	91.0	171.4
16	312.782	746.0	13.3	112.9
17	325.000	1074.0	20.8	168.8
18	350.000	1196.0	50.9	223.2
19	375.000	661.0	33.4	136.1
20	381.672	515.0	24.9	106.6
21	400.000	857.5	33.9	174.7
22	425.000	676.7	26.8	210.1
23	450.000	541.2	22.7	209.5
24	475.000	284.2	21.0	192.9
25	500.000	401.5	36.8	179.8
26	525.000	272.2	6.5	135.9
27	536.846	161.0	6.6	93.7
28	550.000	198.7	15.6	139.0
29	575.000	165.5	28.7	147.0
30	593.092	10.0	106.9	76.5
31	600.000	2.1	120.1	92.3
32	625.000	43.2	236.2	158.1
33	650.000	3.9	284.7	184.7
34	675.000	2.6	218.6	143.7
35	700.000	22.1	292.0	190.0
36	725.000	19.5	371.0	181.1
37	750.000	1.4	624.2	223.9
38	775.000	8.5	646.0	241.1
39	800.000	1.3	556.7	169.5
40	809.090	0.3	441.3	126.1
41	825.000	0.7	775.0	209.9
42	850.000	0.5	1134.5	247.8
43	875.000	0.4	1096.4	246.0
44	900.000	3.8	924.3	206.2

45	915.442	1.7	522.7	124.4
46	925.000	1.5	688.6	168.1
47	950.000	0.4	654.4	175.9
48	975.000	0.0	246.6	127.9
49	1000.000	157.7	123.1	153.7
50	1021.795	25.2	83.5	75.0
51	1025.000	3.1	12.7	10.5
52	1025.384	21.1	91.5	72.5
53	1050.000	13.2	151.8	141.6
54	1075.000	1.5	198.6	145.1
55	1100.000	7.6	167.6	140.0
56	1125.000	0.6	136.0	128.6
57	1150.000	182.0	53.8	169.7
58	1175.000	380.5	6.3	286.3
59	1200.000	815.6	18.0	241.4
60	1225.000	1845.8	12.5	316.1
61	1250.000	1901.3	2.5	351.4
62	1275.000	1214.3	25.1	294.4
63	1300.000	753.4	40.4	233.7
64	1325.000	229.7	47.4	199.5
65	1350.000	202.4	41.5	192.3
66	1375.000	226.4	57.1	198.8
67	1400.000	34.9	79.1	180.4
68	1425.000	85.0	58.3	177.1
69	1450.000	222.8	62.5	172.3
70	1467.908	203.0	71.2	104.2
71	1475.000	286.7	76.8	135.4
72	1500.000	157.5	59.2	204.3
73	1523.764	185.2	11.7	115.1
74	1525.000	149.6	20.8	110.0
75	1550.000	66.0	151.0	183.2
76	1575.000	53.4	41.3	174.3
77	1600.000	0.0	112.3	181.0
78	1625.000	0.0	188.7	195.6
79	1650.000	0.0	288.8	197.6
80	1675.000	0.0	178.8	126.8
81	1680.628	0.0	160.8	109.2
82	1700.000	23.8	302.4	203.4
83	1725.000	16.1	310.9	172.3
84	1736.484	5.0	252.0	115.6
85	1750.000	0.0	472.8	173.5
86	1775.000	3.7	700.1	204.1
87	1800.000	10.4	552.7	220.6
88	1825.000	10.5	322.8	222.9
89	1850.000	7.6	277.8	158.8
90	1864.155	0.0	127.2	80.7
91	1875.000	9.6	128.7	125.5
92	1900.000	331.0	10.5	190.3
93	1920.012	342.3	8.0	112.2
94	1925.000	474.3	8.3	136.7
95	1950.000	1280.9	10.5	250.4

96	1975.000	1691.5	8.8	272.9
97	2000.000	1598.2	0.8	263.1
98	2025.000	998.1	5.2	234.8
99	2050.000	601.9	12.8	205.8
100	2075.000	297.8	13.0	137.9
101	2084.446	222.9	5.0	100.4
102	2100.000	378.2	8.9	161.3
103	2125.000	389.1	16.2	157.8
104	2140.303	246.1	11.4	98.9
105	2150.000	316.4	16.6	133.5
106	2175.000	48.8	42.7	166.1
107	2200.000	39.9	173.9	172.7
108	2225.000	28.9	472.0	185.7
109	2250.000	20.2	423.1	178.6
110	2275.000	25.4	331.2	166.7
111	2300.000	29.4	249.5	157.8
112	2325.000	202.7	195.0	180.5
113	2350.000	256.5	145.6	138.9
114	2361.231	195.9	102.2	98.0
115	2375.000	322.5	161.8	152.5
116	2400.000	407.0	253.2	198.2
117	2425.000	20.5	214.5	112.5
118	2432.602	3.3	196.7	81.6
119	2450.000	11.2	333.3	145.4
120	2475.000	4.5	520.4	233.9
121	2500.000	32.5	506.0	220.5
122	2525.000	66.4	544.1	254.5
123	2550.000	17.0	541.4	238.0
124	2575.000	22.4	242.2	140.5
125	2588.724	23.2	163.5	83.9
126	2600.000	256.9	176.6	150.7
127	2625.000	171.3	163.0	147.0
128	2639.990	0.5	288.1	102.6
129	2650.000	1.0	415.0	148.9
130	2675.000	2.0	530.9	184.9
131	2691.256	2.7	272.1	110.4
132	2700.000	12.8	269.8	149.5
133	2725.000	68.6	68.9	171.3
134	2750.000	71.4	39.9	183.7
135	2775.000	215.7	35.1	195.7
136	2800.000	216.0	34.8	192.8
137	2825.000	582.3	21.5	210.8
138	2850.000	595.8	41.4	220.2
139	2875.000	9.4	19.8	173.8
140	2900.000	2.7	476.1	190.8
141	2925.000	3.1	358.8	137.2
142	2932.278	3.2	323.8	106.6
143	2950.000	5.6	349.7	180.6
144	2975.000	4.1	266.7	186.6
145	2993.900	3.1	101.2	100.1
146	3000.000	3.2	66.9	100.2

147	3025.000	134.1	68.0	183.7
148	3050.000	285.1	211.9	208.8
149	3075.000	425.7	292.2	222.9
150	3100.000	495.9	322.1	200.4
151	3125.000	461.8	360.0	195.4
152	3150.000	218.4	376.4	199.5
153	3175.000	2.9	417.2	188.9
154	3200.000	0.0	470.4	180.3
155	3225.000	1.2	673.7	198.4
156	3250.000	0.0	494.9	191.3
157	3275.000	1.6	429.9	179.2
158	3291.847	0.9	237.4	110.3
159	3300.000	1.4	254.6	146.6
160	3325.000	0.0	289.9	198.5
161	3350.000	1.3	329.0	217.1
162	3375.000	1.2	416.9	215.6
163	3400.000	0.0	297.6	129.4
164	3404.728	0.0	241.4	108.4
165	3425.000	3.8	708.6	198.3
166	3450.000	3.4	1057.4	225.8
167	3475.000	1.8	1433.7	279.2
168	3500.000	1.5	1527.6	294.9
169	3525.000	2.2	1312.7	299.5
170	3550.000	5.2	1101.5	263.5
171	3575.000	2.3	618.2	174.2
172	3600.000	118.6	89.0	133.6
173	3625.000	6.3	234.3	166.1
174	3650.000	1.4	349.1	170.2
175	3671.855	0.7	245.3	93.3
176	3675.000	1.8	268.5	105.3
177	3700.000	2.1	393.2	177.2
178	3725.000	7.8	70.8	98.6
179	3739.383	3.5	42.4	60.9
180	3750.000	1.6	33.5	52.8
181	3760.801	0.6	38.2	62.5
182	3775.000	15.2	23.6	109.3
183	3800.000	54.4	28.5	145.2
184	3825.000	40.7	22.2	83.1
185	3828.329	36.3	20.7	74.2
186	3850.000	64.2	43.0	135.7
187	3875.000	191.5	27.2	150.2
188	3900.000	32.3	169.8	169.9
189	3925.000	33.5	452.9	237.0
190	3943.628	7.2	592.5	158.8
191	3950.000	1.6	920.6	205.5
192	3975.000	15.1	2937.5	392.4
193	4000.000	1.8	3139.9	328.1
194	4011.157	18.2	2434.9	236.4
195	4025.000	22.9	4089.3	384.7
196	4050.000	42.3	4551.7	499.1
197	4075.000	22.2	2359.5	318.1

198	4086.956	0.8	1331.2	196.0
199	4100.000	1.3	1404.1	262.3
200	4125.000	7.0	807.8	278.5
201	4150.000	4.2	248.3	100.2
202	4154.484	2.7	186.9	79.7
203	4175.000	2.5	424.7	118.7
204	4200.000	43.3	196.8	98.4
205	4225.000	256.2	25.7	139.5
206	4250.000	854.3	14.0	193.3
207	4275.000	1254.3	13.7	223.9
208	4300.000	1379.4	140.4	232.7
209	4325.000	1416.6	189.2	217.2
210	4344.486	1129.8	38.5	130.3
211	4350.000	1610.9	0.0	161.4
212	4375.000	1487.7	55.0	238.5
213	4400.000	1324.8	179.9	237.2
214	4425.000	669.9	60.1	211.6
215	4443.937	315.0	20.9	119.1
216	4450.000	362.3	21.8	143.6
217	4475.000	317.4	34.8	208.9
218	4500.000	52.8	17.5	175.5
219	4525.000	1.1	298.8	194.5
220	4550.000	7.5	416.3	239.4
221	4575.000	81.2	432.6	301.8
222	4600.000	4.8	240.1	204.3
223	4625.000	14.6	189.1	212.1
224	4650.000	18.1	226.5	227.4
225	4675.000	129.2	202.2	230.8
226	4700.000	99.2	271.2	221.1
227	4725.000	85.6	281.3	172.9
228	4737.144	63.4	245.4	111.7
229	4750.000	64.7	414.6	164.4
230	4775.000	17.2	668.3	203.9
231	4800.000	3.4	807.5	210.8
232	4825.000	1.4	1073.8	239.5
233	4850.000	1.1	768.9	150.7
234	4855.164	0.9	620.1	122.8
235	4875.000	2.6	882.0	199.1
236	4900.000	5.9	720.6	189.7
237	4925.000	0.0	453.7	167.5
238	4950.000	38.1	351.3	176.6
239	4975.000	377.5	44.7	224.3
240	5000.000	561.0	35.9	224.5
241	5025.000	934.6	28.2	276.9
242	5050.000	1150.2	18.0	268.8
243	5075.000	738.4	27.9	242.4
244	5100.000	515.6	30.7	220.1
245	5125.000	258.5	31.1	196.5
246	5150.000	28.0	76.2	169.5
247	5175.000	0.0	165.8	126.5
248	5200.000	0.8	286.0	145.5

249	5225.000	1.2	333.1	159.7
250	5250.000	0.7	626.3	174.0
251	5274.455	0.5	306.6	87.5
252	5275.000	0.5	312.1	89.1
253	5300.000	1.2	743.1	172.6
254	5325.000	1.1	561.0	183.0
255	5350.000	0.9	770.3	202.1
256	5375.000	20.3	301.5	197.8
257	5400.000	0.9	273.1	185.1
258	5425.000	1.9	97.9	146.1
259	5450.000	80.8	276.9	163.4
260	5475.000	34.7	301.3	159.3
261	5500.000	8.2	321.4	166.5
262	5525.000	128.0	141.9	161.7
263	5550.000	8.5	238.2	173.9
264	5575.000	0.9	338.8	180.9
265	5597.852	1.2	184.4	90.5
266	5600.000	1.7	204.8	98.8
267	5625.000	1.2	294.8	181.3
268	5650.000	1.2	365.6	188.3
269	5675.000	0.8	506.9	189.0
270	5700.000	0.8	404.9	178.6
271	5725.000	2.7	273.5	168.0
272	5750.000	1.0	245.1	162.7
273	5775.000	2.7	192.5	158.8
274	5800.000	8.5	152.4	154.4
275	5825.000	7.9	101.7	138.8
276	5850.000	3.6	107.0	125.8
277	5875.000	9.6	128.6	145.4
278	5900.000	7.9	138.0	147.3
279	5925.000	2.4	159.2	144.5
280	5950.000	1.6	195.5	151.0
281	5975.000	1.2	275.9	166.5
282	6000.000	10.4	179.4	150.0
283	6025.000	3.6	270.8	178.7
284	6050.000	14.4	206.3	151.9
285	6075.000	15.8	146.8	131.6
286	6100.000	29.7	28.3	88.1
287	6107.968	20.0	19.7	65.7
288	6125.000	39.5	73.4	142.5
289	6150.000	70.1	40.8	146.0
290	6175.000	21.0	65.1	140.6
291	6200.000	1.0	59.1	135.6
292	6225.000	91.3	88.8	176.1
293	6250.000	269.4	39.3	169.1
294	6275.000	277.3	28.1	204.1
295	6300.000	649.3	25.1	213.2
296	6325.000	22.7	58.1	147.4
297	6350.000	8.4	109.7	90.8
298	6353.545	7.0	103.6	80.5
299	6375.000	8.6	361.8	149.3

300	6400.000	8.8	390.6	160.0
301	6425.000	13.4	223.0	189.3
302	6450.000	10.0	102.5	163.9
303	6475.000	2.6	128.1	116.5
304	6500.000	5.6	270.6	162.2
305	6514.593	3.4	50.3	78.8
306	6525.000	3.8	105.6	125.4
307	6550.000	4.3	314.7	173.5
308	6575.000	11.4	184.4	157.2
309	6600.000	3.6	126.6	152.4
310	6625.000	2.0	220.1	160.3
311	6650.000	5.9	189.1	151.6
312	6675.000	40.7	34.0	69.8
313	6675.590	41.3	33.6	68.7
314	6700.000	291.6	222.9	155.7
315	6725.000	558.4	255.8	216.5
316	6750.000	1046.9	248.9	219.2
317	6775.000	1420.6	234.8	225.3
318	6800.000	1173.2	212.0	252.8
319	6825.000	1205.5	181.3	230.7
320	6850.000	1314.5	225.8	244.9
321	6875.000	1417.6	258.5	244.9
322	6900.000	1227.9	265.4	235.9
323	6925.000	554.8	180.2	146.3
324	6934.936	361.8	131.2	98.5
325	6950.000	654.0	210.5	158.3
326	6975.000	648.2	286.2	185.3
327	7000.000	325.0	304.5	167.0
328	7025.000	11.9	348.8	145.3
329	7050.000	1.0	423.2	137.5
330	7075.000	2.4	420.0	128.6
331	7095.933	2.0	192.7	72.8
332	7100.000	3.8	214.8	94.1
333	7125.000	107.5	281.2	161.2
334	7150.000	5.6	383.3	142.3
335	7175.000	1.8	286.4	139.1
336	7200.000	156.1	167.3	155.0
337	7225.000	635.0	177.7	179.7
338	7250.000	400.2	291.0	174.8
339	7275.000	206.5	327.1	171.5
340	7300.000	406.2	315.0	193.6
341	7325.000	828.0	291.3	211.5
342	7350.000	1147.5	311.5	226.7
343	7375.000	422.3	310.1	206.5
344	7400.000	657.1	230.4	213.7
345	7425.000	903.5	267.0	220.9
346	7450.000	1062.3	228.8	235.4
347	7475.000	1005.6	175.7	231.7
348	7500.000	811.6	49.2	211.0
349	7525.000	591.6	41.1	205.3
350	7550.000	523.3	25.6	193.6

351	7575.000	456.6	25.9	122.3
352	7580.926	391.7	21.3	99.1
353	7600.000	709.3	25.0	178.0
354	7625.000	323.2	22.5	158.7
355	7642.894	176.6	137.8	88.2
356	7650.000	226.3	253.5	111.9
357	7675.000	338.1	436.9	186.3
358	7700.000	584.5	233.4	214.3
359	7725.000	367.5	44.0	189.7
360	7750.000	73.4	51.3	140.6
361	7775.000	3.1	78.1	128.5
362	7800.000	8.3	132.7	144.1
363	7825.000	0.4	153.4	132.1
364	7850.000	25.9	110.9	159.3
365	7875.000	120.9	93.1	156.9
366	7900.000	1.4	142.6	140.0
367	7925.000	3.8	246.1	158.6
368	7950.000	4.4	451.9	157.7
369	7975.000	60.6	393.6	130.3
370	8000.000	43.9	441.0	130.8
371	8025.000			
372	8050.000			
373	8075.000	40.3	562.4	154.9
374	8100.000	5.0	663.4	170.0
375	8125.000	2.2	752.9	178.4
376	8150.000	0.4	477.7	121.9
377	8161.004	0.9	388.2	89.0
378	8175.000	0.0	754.7	148.9
379	8200.000	0.0	1226.4	190.7
380	8222.972	0.5	686.8	97.6
381	8225.000	0.6	733.3	104.6
382	8250.000	1.9	823.6	177.8
383	8275.000	6.4	547.4	162.3
384	8300.000	1.9	441.0	144.1
385	8325.000	1.8	678.3	167.6
386	8350.000	1.8	671.2	167.7
387	8375.000	0.5	449.6	144.2
388	8400.000	25.5	382.0	141.4
389	8425.000	157.9	309.5	142.4
390	8450.000	277.5	286.8	150.1
391	8475.000	35.0	318.1	143.0
392	8500.000	4.0	551.5	171.2
393	8525.000	2.3	508.1	120.8
394	8531.406	1.5	445.1	99.8
395	8550.000	2.1	1092.5	198.2
396	8575.000	1.9	691.8	185.7
397	8600.000	26.6	275.9	126.9
398	8616.258	13.3	151.7	84.0
399	8625.000	14.0	205.2	117.4
400	8650.000	34.3	227.3	162.1
401	8675.000	144.4	211.3	170.7

402	8700.000	181.2	194.9	174.6
403	8725.000	9.1	211.3	158.8
404	8750.000	0.0	204.9	123.1
405	8763.341	122.0	99.2	93.2
406	8775.000	324.6	137.1	137.6
407	8800.000	225.2	192.4	180.8
408	8825.000	30.7	231.5	161.3
409	8848.193	17.1	212.4	96.7
410	8850.000	17.9	237.9	104.0
411	8875.000	13.2	475.0	183.6
412	8900.000	13.9	611.4	218.3
413	8925.000	17.6	788.4	288.6
414	8950.000	4.9	1349.0	337.6
415	8975.000	6.5	1345.0	341.5
416	9000.000	5.4	1178.4	306.5
417	9025.000	4.9	1029.8	290.1
418	9048.232	10.8	471.3	151.7
419	9050.000	13.2	431.2	158.4
420	9075.000	8.7	97.4	152.2
421	9100.000	333.3	0.0	156.5
422	9125.000	883.0	0.0	122.8
423	9131.702	696.5	0.0	98.0
424	9150.000	729.0	0.0	166.1
425	9175.000	359.4	1.0	182.0
426	9200.000	179.6	247.0	224.2
427	9224.709	49.5	365.2	154.1
428	9225.000	49.2	371.6	156.1
429	9250.000	7.3	1094.2	307.1
430	9275.000	3.6	1362.7	366.2
431	9300.000	13.2	1037.5	267.7
432	9325.000	11.4	558.9	174.8
433	9334.979	8.7	398.2	124.6
434	9350.000	16.9	544.8	199.4
435	9375.000	1.8	528.2	200.6
436	9400.000	12.1	357.0	190.0
437	9425.000	3.4	337.4	163.8
438	9445.249	1.4	135.6	85.9
439	9450.000	0.8	137.1	66.8
440	9464.518	1.5	389.6	102.5
441	9475.000	1.0	729.4	180.6
442	9500.000	0.0	1597.7	283.6
443	9525.000	0.0	2260.2	320.9
444	9550.000	0.0	3248.7	380.6
445	9575.000	0.0	5269.7	440.6
446	9600.000	0.0	7468.7	503.9
447	9625.000	0.0	8910.7	563.4
448	9650.000	0.0	9263.7	574.4
449	9675.000	0.0	10389.2	581.3
450	9700.000	0.0	11385.5	583.4
451	9725.000	0.0	9144.2	569.9
452	9750.000	4.8	7028.5	545.8

453	9775.000	2.8	5519.8	505.9
454	9800.000	2.3	4090.4	459.8
455	9825.000	3.7	2974.1	428.7
456	9850.000	1.0	2234.1	374.2
457	9875.000	4.4	1113.4	297.4
458	9900.000	0.0	897.1	190.9
459	9925.000	0.0	473.8	143.0
460	9950.000	65.9	196.5	132.3
461	9967.464	9.3	90.5	72.8
462	9975.000	1.9	90.0	75.7
463	10000.000	2.4	194.4	143.6
464	10025.000	2.1	161.2	85.1
465	10027.460	35.9	80.5	64.7
466	10050.000	1.6	515.0	110.9
467	10052.578	3.6	555.7	134.6
468	10075.000	1.2	1469.2	274.2
469	10100.000	1.5	824.4	172.3
470	10112.574	0.9	422.3	106.2
471	10125.000	1.5	555.1	155.5
472	10150.000	3.1	890.1	215.3
473	10175.000	5.3	1055.3	220.1
474	10200.000	1.2	1404.5	269.8
475	10225.000	0.1	847.5	150.1
476	10226.359	0.0	811.6	142.2
477	10250.000	0.0	1840.5	282.5
478	10275.000	0.4	1216.9	215.2
479	10286.355	1.3	747.0	148.9
480	10300.000	2.1	1088.2	235.5
481	10325.000	2.9	1059.7	275.9
482	10350.000	6.2	880.5	292.4
483	10375.000	3.2	656.3	310.6
484	10400.000	22.3	302.7	217.2
485	10425.000	1.7	357.1	157.4
486	10450.000	0.0	178.9	80.2
487	10451.644	0.8	152.2	76.6
488	10475.000	346.0	42.3	162.1
489	10500.000	75.2	6.0	113.0
490	10511.641	18.5	9.7	74.5
491	10525.000	0.0	72.0	109.5
492	10550.000	2.8	253.7	227.6
493	10575.000	3.8	329.5	243.2
494	10600.000	0.0	469.7	145.1
495	10625.000	0.0	429.7	143.3
496	10650.000	90.9	11.7	146.7
497	10675.000	178.1	17.2	148.3
498	10700.000	276.3	226.9	154.7
499	10725.000	381.6	151.5	166.2
500	10750.000	427.5	20.9	165.3
501	10775.000	581.2	50.3	164.0
502	10800.000	441.3	7.0	148.6
503	10825.000	343.9	0.7	127.5

504	10850.000	515.4	0.5	121.9
505	10861.635	458.6	0.0	97.5
506	10875.000	963.5	0.0	156.6
507	10900.000	1838.8	0.0	139.4
508	10901.132	1680.6	0.0	137.5
509	10925.000	3091.9	0.0	279.2
510	10950.000	1682.6	0.0	239.6
511	10975.000	872.1	72.5	217.8
512	11000.000	1242.3	53.2	228.7
513	11025.000	1461.4	23.2	199.6
514	11050.000	349.6	118.4	131.2
515	11075.000	459.7	157.2	115.0
516	11100.000	2.1	12.6	27.8
517	11125.000	67.3	188.9	122.8
518	11150.000	66.0	80.9	79.4
519	11175.000	6.3	419.8	120.8
520	11200.000	0.0	287.9	83.0
521	11214.930	0.0	130.6	52.5
522	11225.000	0.0	314.3	106.0
523	11250.000	1.1	449.8	174.8
524	11254.426	1.8	373.4	154.8
525	11275.000	0.8	883.1	272.9
526	11300.000	1.5	1016.6	280.3
527	11325.000	1.7	1018.2	288.3
528	11350.000	6.4	842.5	277.0
529	11375.000	3.3	986.7	285.9
530	11400.000	5.4	932.6	292.1
531	11425.000	3.5	681.0	183.9
532	11428.879	3.3	599.8	160.8
533	11450.000	12.8	208.4	179.0
534	11475.000	8.9	1784.9	389.8
535	11500.000	7.1	951.3	253.0
536	11508.104	4.7	659.4	189.8
537	11525.000	40.4	865.8	294.1
538	11550.000	47.1	809.5	376.9
539	11575.000	30.7	774.9	343.2
540	11600.000	11.8	507.4	216.7
541	11625.000	29.1	372.9	177.8
542	11638.934	11.6	281.4	117.4
543	11650.000	3.9	539.0	202.8
544	11675.000	40.7	1008.7	267.7
545	11689.626	38.0	681.3	178.3
546	11700.000	60.2	886.4	263.0
547	11725.000	92.1	1905.5	404.7
548	11750.000	11.5	824.4	264.2
549	11767.613	6.2	63.0	80.9
550	11775.000	61.8	51.2	113.9
551	11800.000	77.6	29.7	138.2
552	11811.818	73.3	18.5	96.5
553	11825.000	161.2	21.7	152.6
554	11850.000	63.9	46.3	189.5

555	11874.463	146.7	20.5	109.8
556	11875.000	153.9	21.1	112.6
557	11900.000	603.2	50.0	250.4
558	11925.000	215.8	58.8	202.5
559	11950.000	9.1	346.8	207.9
560	11975.000	1.4	912.6	285.4
561	11998.324	2.0	585.5	158.9
562	12000.000	1.8	611.7	167.7
563	12025.000	69.0	932.8	311.3
564	12050.000	49.9	251.2	132.6
565	12053.098	36.4	120.2	108.8
566	12075.000	111.7	280.1	205.2
567	12100.000	512.9	319.0	225.7
568	12125.000	284.5	648.4	297.8
569	12150.000	21.6	1377.3	315.4
570	12175.000	518.2	468.7	360.5
571	12200.000	1073.1	347.7	328.7
572	12225.000	228.4	623.1	306.0
573	12250.000	1.5	1423.8	285.4
574	12275.000	1.2	1479.2	240.2
575	12290.782	0.7	948.8	152.4
576	12300.000	0.9	1296.7	212.7
577	12325.000	0.1	1802.6	287.8
578	12345.556	1.0	755.5	148.5
579	12350.000	1.2	839.1	172.5
580	12375.000	93.8	330.7	220.1
581	12400.000	13.0	439.8	199.2
582	12425.000	15.2	382.8	203.0
583	12450.000	1.8	148.0	128.2
584	12458.097	3.2	84.2	94.0
585	12475.000	1.3	126.7	146.1
586	12500.000	224.3	256.1	165.3
587	12518.094	106.2	155.3	88.8
588	12525.000	31.5	97.0	48.2
589	12532.804	20.4	226.0	116.3
590	12550.000	9.7	730.6	294.7
591	12575.000	8.8	837.9	299.0
592	12592.801	0.2	1523.8	238.5
593	12600.000	0.0	2438.2	304.0
594	12625.000	1.9	3771.8	471.2
595	12650.000	8.4	1851.3	459.2
596	12675.000	5.8	1251.6	378.7
597	12700.000	23.3	471.5	247.3
598	12710.481	14.4	289.6	175.8
599	12725.000	39.9	250.7	272.8
600	12750.000	205.3	35.6	202.5
601	12775.000	151.0	17.2	108.6
602	12775.291	149.9	17.1	107.5
603	12800.000	228.4	42.4	203.6
604	12825.000	143.7	238.6	178.3
605	12837.311	107.2	146.7	119.9

606	12850.000	111.0	116.7	172.2
607	12875.000	228.9	101.3	223.9
608	12900.000	29.2	66.6	93.6
609	12902.121	11.9	97.5	92.6
610	12925.000	15.4	231.4	177.2
611	12950.000	66.5	160.3	145.4
612	12975.000	2.5	93.4	95.5
613	12979.337	0.2	16.9	14.7
		116469	312482	111915

.

Volume De Chaussée

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	78.4	62.4	12.0	0.0	1.3
2	25.000	194.1	221.8	24.0	0.1	17.8
3	50.000	225.1	200.0	24.0	0.1	14.8
4	75.000	140.0	121.7	15.1	0.1	8.7
5	81.369	110.7	95.1	12.0	0.0	6.5
6	100.000	190.1	154.6	20.9	0.1	8.0
7	125.000	218.6	187.4	24.0	0.1	9.7
8	150.000	92.5	86.8	12.1	0.0	5.7
9	150.259	102.2	89.2	12.0	0.0	5.6
10	175.000	214.1	215.9	23.9	0.1	17.6
11	200.000	219.5	183.8	24.0	0.1	10.0
12	225.000	322.6	244.4	24.0	0.1	4.0
13	250.000	365.7	250.2	24.0	0.1	20.2
14	275.000	342.1	247.8	24.0	0.1	4.1
15	300.000	194.4	152.4	18.1	0.0	7.3
16	312.782	97.0	85.7	12.0	0.0	5.2
17	325.000	152.7	137.9	17.9	0.1	7.3
18	350.000	222.9	191.3	24.0	0.1	9.1
19	375.000	137.4	118.5	15.2	0.1	5.9
20	381.672	107.4	93.0	12.0	0.0	4.8
21	400.000	173.5	158.7	20.8	0.1	8.1
22	425.000	217.2	203.7	24.0	0.1	13.6
23	450.000	223.7	216.8	24.0	0.1	18.0
24	475.000	229.3	217.0	24.0	0.1	18.5
25	500.000	216.5	228.0	24.0	0.1	18.8
26	525.000	171.7	179.7	17.7	0.1	13.6
27	536.846	117.2	122.9	12.0	0.0	8.8
28	550.000	180.4	187.7	18.3	0.1	12.5
29	575.000	204.7	204.9	20.7	0.1	11.5
30	593.092	107.7	115.1	12.0	0.0	5.5
31	600.000	127.8	145.6	15.3	0.1	7.3
32	625.000	209.8	225.4	24.0	0.1	14.5
33	650.000	186.8	192.8	24.0	0.1	10.7
34	675.000	171.5	181.8	24.0	0.1	9.1
35	700.000	197.6	205.2	24.0	0.1	9.9
36	725.000	187.5	187.6	24.0	0.1	7.4
37	750.000	172.8	182.7	24.0	0.1	7.5
38	775.000	194.2	195.0	24.0	0.1	7.1
39	800.000	132.1	132.9	16.4	0.1	4.7
40	809.090	98.8	98.5	12.0	0.0	3.5
41	825.000	166.4	147.5	19.6	0.1	10.3
42	850.000	188.4	144.4	24.0	0.1	20.2
43	875.000	238.3	166.3	24.0	0.1	20.2
44	900.000	218.4	154.3	19.4	0.1	15.9
45	915.442	138.4	98.9	12.0	0.0	8.3

46	925.000	199.2	143.1	16.6	0.1	9.7
47	950.000	287.6	222.3	24.0	0.1	7.3
48	975.000	259.3	211.2	24.0	0.1	4.3
49	1000.000	227.8	171.5	22.5	0.1	4.7
50	1021.795	132.0	102.0	12.0	0.0	4.6
51	1025.000	18.8	14.8	1.7	0.0	0.7
52	1025.384	130.1	102.4	12.0	0.0	4.9
53	1050.000	194.4	174.3	23.8	0.1	9.5
54	1075.000	204.8	186.2	24.0	0.1	12.3
55	1100.000	198.5	178.8	24.0	0.1	11.6
56	1125.000	183.7	172.1	24.0	0.1	12.8
57	1150.000	213.3	203.6	24.0	0.1	15.1
58	1175.000	380.2	252.5	24.0	0.1	20.2
59	1200.000	272.0	250.1	24.0	0.1	20.2
60	1225.000	282.8	252.1	24.0	0.1	20.2
61	1250.000	283.7	251.7	24.0	0.1	20.2
62	1275.000	278.9	246.9	24.0	0.1	20.2
63	1300.000	250.0	231.7	24.0	0.1	20.2
64	1325.000	271.7	225.4	24.0	0.1	20.2
65	1350.000	267.9	211.8	24.0	0.1	20.2
66	1375.000	261.7	196.7	24.0	0.1	20.2
67	1400.000	260.3	189.0	24.0	0.1	20.2
68	1425.000	247.9	179.2	24.0	0.1	20.2
69	1450.000	235.4	161.9	20.6	0.1	17.3
70	1467.908	150.3	105.2	12.0	0.0	10.1
71	1475.000	184.1	130.2	15.4	0.1	12.9
72	1500.000	279.1	196.9	23.4	0.1	19.7
73	1523.764	139.2	111.7	12.0	0.0	10.1
74	1525.000	145.4	115.3	12.6	0.0	10.6
75	1550.000	318.1	224.5	24.0	0.1	20.2
76	1575.000	260.1	205.9	24.0	0.1	20.2
77	1600.000	274.8	202.7	24.0	0.1	20.2
78	1625.000	296.2	218.3	24.0	0.1	20.2
79	1650.000	294.1	224.8	24.0	0.1	20.2
80	1675.000	187.7	148.6	14.7	0.1	12.3
81	1680.628	161.4	122.0	12.0	0.0	10.1
82	1700.000	295.1	218.8	21.3	0.1	17.9
83	1725.000	246.7	178.8	17.5	0.1	14.7
84	1736.484	161.9	121.4	12.0	0.0	10.1
85	1750.000	234.8	183.1	18.5	0.1	15.5
86	1775.000	248.8	208.5	24.0	0.1	20.2
87	1800.000	247.7	206.3	24.0	0.1	20.2
88	1825.000	238.0	206.1	24.0	0.1	14.1
89	1850.000	183.1	154.7	18.8	0.1	15.8
90	1864.155	115.9	106.2	12.0	0.0	10.1
91	1875.000	180.4	156.5	17.2	0.1	14.5
92	1900.000	254.8	206.6	21.6	0.1	18.1
93	1920.012	146.4	124.6	12.0	0.0	10.1
94	1925.000	176.2	150.5	14.4	0.1	12.1
95	1950.000	299.3	252.3	24.0	0.1	20.2
96	1975.000	320.1	251.9	24.0	0.1	20.2

97	2000.000	310.0	254.5	24.0	0.1	20.2
98	2025.000	274.2	239.4	24.0	0.1	20.2
99	2050.000	242.8	232.0	24.0	0.1	20.2
100	2075.000	177.6	174.4	16.5	0.1	13.9
101	2084.446	131.7	127.7	12.0	0.0	10.1
102	2100.000	209.1	206.1	19.5	0.1	16.4
103	2125.000	195.5	200.9	19.3	0.1	16.3
104	2140.303	121.8	117.6	12.0	0.0	10.1
105	2150.000	168.6	157.5	16.7	0.1	14.0
106	2175.000	243.9	210.6	24.0	0.1	20.2
107	2200.000	221.1	177.0	24.0	0.1	20.2
108	2225.000	334.9		200.0	55.1	24.4
109	2250.000	334.7		200.0	55.0	24.4
110	2275.000	333.8		200.0	54.3	24.4
111	2300.000	342.2		200.0	64.2	24.4
112	2325.000	355.1		200.0	65.2	24.4
113	2350.000	256.9		144.9	47.0	18.1
114	2361.231	178.0		100.0	32.8	12.5
115	2375.000	273.1		155.1	49.3	19.4
116	2400.000	359.6		200.0	66.4	25.0
117	2425.000	233.6		130.4	38.4	16.3
118	2432.602	176.1		100.0	29.4	12.5
119	2450.000	288.1		169.6	48.3	21.2
120	2475.000	344.4		200.0	51.8	25.0
121	2500.000	345.4		200.0	58.9	25.0
122	2525.000	359.0		200.0	59.1	25.0
123	2550.000	359.9		200.0	59.2	25.0
124	2575.000	273.9		154.9	49.6	19.4
125	2588.724	175.1		100.0	33.7	12.3
126	2600.000	273.8		145.1	49.2	17.8
127	2625.000	278.0	187.3	19.2	0.1	16.1
128	2639.990	155.6	107.3	12.0	0.0	10.1
129	2650.000	212.9	146.0	16.8	0.1	14.1
130	2675.000	267.2	183.5	19.8	0.1	16.6
131	2691.256	163.2	116.8	12.0	0.0	5.9
132	2700.000	207.3	153.8	16.2	0.1	2.8
133	2725.000	235.9	197.4	24.0	0.1	9.8
134	2750.000	263.4	229.5	24.0	0.1	11.7
135	2775.000	270.9	245.6	24.0	0.1	20.2
136	2800.000	260.4	245.5	24.0	0.1	20.2
137	2825.000	275.9	250.1	24.0	0.1	20.2
138	2850.000	274.7	241.9	24.0	0.1	20.2
139	2875.000	257.5	232.7	24.0	0.1	20.2
140	2900.000	244.5	209.1	24.0	0.1	20.2
141	2925.000	161.9	128.2	15.5	0.1	12.0
142	2932.278	122.3	100.4	12.0	0.0	6.5
143	2950.000	197.0	163.6	20.5	0.1	4.7
144	2975.000	196.1	167.9	21.1	0.1	7.9
145	2993.900	119.9	101.0	12.0	0.0	4.1
146	3000.000	144.0	122.4	14.9	0.1	4.7
147	3025.000	262.6	204.2	24.0	0.1	5.5

148	3050.000	355.1	241.5	24.0	0.1	13.1
149	3075.000	380.2	252.5	24.0	0.1	20.2
150	3100.000	358.2	250.0	24.0	0.1	20.2
151	3125.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
152	3150.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
153	3175.000	356.6	244.0	24.0	0.1	20.2
154	3200.000	344.6	243.2	24.0	0.1	20.2
155	3225.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
156	3250.000	331.2	236.0	24.0	0.1	20.2
157	3275.000	287.4	197.1	20.1	0.1	16.9
158	3291.847	171.7	117.7	12.0	0.0	10.1
159	3300.000	227.7	156.1	15.9	0.1	13.4
160	3325.000	323.1	229.1	24.0	0.1	20.2
161	3350.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
162	3375.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
163	3400.000	178.7	120.6	14.3	0.1	12.0
164	3404.728	140.4	96.0	12.0	0.0	10.1
165	3425.000	252.7	171.6	21.7	0.1	18.3
166	3450.000	296.0	201.7	24.0	0.1	20.2
167	3475.000	306.9	211.5	24.0	0.1	20.2
168	3500.000	294.2	204.0	24.0	0.1	20.2
169	3525.000	308.8	211.1	24.0	0.1	20.2
170	3550.000	262.9	182.5	24.0	0.0	20.2
171	3575.000	259.4	185.7	24.0	0.1	19.3
172	3600.000	214.1	174.5	24.0	0.1	12.3
173	3625.000	187.1	158.3	24.0	0.1	7.9
174	3650.000	198.9	156.7	22.5	0.1	6.2
175	3671.855	112.6	87.6	12.0	0.0	3.0
176	3675.000	127.0	98.9	13.5	0.0	3.4
177	3700.000	221.3	179.0	24.0	0.1	7.4
178	3725.000	141.5	138.7	18.9	0.1	8.1
179	3739.383	85.0	96.0	12.0	0.0	6.6
180	3750.000	74.1	89.0	10.3	0.0	6.3
181	3760.801	88.7	109.2	12.0	0.0	7.3
182	3775.000	163.1	188.7	18.8	0.1	13.1
183	3800.000	215.9	236.6	24.0	0.1	18.5
184	3825.000	122.2	122.8	13.6	0.1	10.4
185	3828.329	108.9	105.9	12.0	0.0	8.9
186	3850.000	196.3	182.6	22.4	0.1	14.9
187	3875.000	218.6	214.6	24.0	0.1	16.8
188	3900.000	186.9	212.0	24.0	0.1	19.7
189	3925.000	183.7	178.8	20.9	0.1	17.6
190	3943.628	128.9	108.0	12.0	0.0	10.1
191	3950.000	170.7	138.5	15.1	0.1	12.6
192	3975.000	320.7	245.7	24.0	0.1	20.2
193	4000.000	256.0	180.7	17.4	0.1	14.6
194	4011.157	178.6	125.2	12.0	0.0	10.1
195	4025.000	277.3	194.5	18.6	0.1	15.7
196	4050.000	337.6	250.1	24.0	0.1	20.2
197	4075.000	219.3	180.7	17.7	0.1	14.9
198	4086.956	134.2	118.4	12.0	0.0	10.1

199	4100.000	172.9	168.5	18.3	0.1	15.3
200	4125.000	164.4	153.4	24.0	0.1	13.6
201	4150.000	138.2	113.1	14.2	0.1	3.8
202	4154.484	111.5	91.6	12.0	0.0	3.0
203	4175.000	282.8	216.5	21.7	0.1	1.9
204	4200.000	221.7	179.2	24.0	0.1	6.8
205	4225.000	184.6	148.3	24.0	0.1	13.8
206	4250.000	221.0	194.2	24.0	0.1	20.2
207	4275.000	243.4	199.7	24.0	0.1	20.2
208	4300.000	301.1	209.1	24.0	0.1	20.2
209	4325.000	292.7	207.7	21.4	0.1	17.9
210	4344.486	156.1	116.1	12.0	0.0	10.1
211	4350.000	185.9	140.0	14.6	0.1	12.3
212	4375.000	288.2	231.2	24.0	0.1	20.2
213	4400.000	293.8	208.8	24.0	0.1	20.2
214	4425.000	218.3	176.5	21.1	0.1	17.2
215	4443.937	129.0	103.6	12.0	0.0	9.3
216	4450.000	161.5	132.1	14.9	0.1	11.6
217	4475.000	266.9	227.2	24.0	0.1	19.2
218	4500.000	260.7	231.1	24.0	0.1	18.4
219	4525.000	252.6	216.1	24.0	0.1	16.0
220	4550.000	254.8	212.7	24.0	0.1	14.4
221	4575.000	263.1	222.2	24.0	0.1	16.4
222	4600.000	245.1	208.7	24.0	0.1	14.6
223	4625.000	242.9	200.3	24.0	0.1	11.7
224	4650.000	264.8	211.6	24.0	0.1	13.1
225	4675.000	270.3	209.9	24.0	0.1	11.9
226	4700.000	289.1	212.9	24.0	0.1	5.9
227	4725.000	252.0	179.4	17.8	0.1	3.2
228	4737.144	180.9	122.0	12.0	0.0	10.1
229	4750.000	273.9	184.7	18.2	0.1	15.3
230	4775.000	361.8	243.9	24.0	0.1	20.2
231	4800.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
232	4825.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
233	4850.000	207.2	142.0	14.5	0.1	12.2
234	4855.164	171.7	117.7	12.0	0.0	10.1
235	4875.000	307.9	211.1	21.5	0.1	18.1
236	4900.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
237	4925.000	342.5	247.2	24.0	0.1	20.2
238	4950.000	364.2	252.2	24.0	0.1	20.2
239	4975.000	275.1	224.9	24.0	0.1	14.5
240	5000.000	269.6	225.8	24.0	0.1	15.2
241	5025.000	280.4	252.3	24.0	0.1	20.2
242	5050.000	271.3	251.0	24.0	0.1	20.2
243	5075.000	258.4	246.8	24.0	0.1	20.2
244	5100.000	248.4	241.2	24.0	0.1	20.2
245	5125.000	242.6	217.9	24.0	0.1	15.6
246	5150.000	232.7	185.5	24.0	0.1	9.9
247	5175.000	174.0	164.3	24.0	0.1	9.6
248	5200.000	179.3	155.8	24.0	0.1	10.8
249	5225.000	184.0	152.9	24.0	0.1	13.1

250	5250.000	191.7	146.9	23.7	0.1	16.3
251	5274.455	104.4	78.2	12.0	0.0	8.5
252	5275.000	106.8	80.0	12.3	0.0	8.7
253	5300.000	320.3	231.4	24.1	0.1	16.7
254	5325.000	197.2	146.3	24.0	0.1	19.0
255	5350.000	223.5	193.0	24.0	0.1	20.2
256	5375.000	241.0	212.4	24.0	0.1	20.2
257	5400.000	239.1	189.9	24.0	0.1	20.2
258	5425.000	203.7	154.4	24.0	0.1	20.2
259	5450.000	345.5	243.4	24.0	0.1	20.2
260	5475.000	335.2	238.9	24.0	0.1	20.2
261	5500.000	326.5	232.4	24.0	0.1	20.2
262	5525.000	298.4	212.3	24.0	0.1	20.2
263	5550.000	218.6	163.8	24.0	0.1	20.2
264	5575.000	230.1	170.2	23.0	0.1	19.3
265	5597.852	107.3	88.8	12.0	0.0	10.1
266	5600.000	116.5	96.6	13.0	0.0	10.9
267	5625.000	231.0	200.6	24.0	0.1	20.2
268	5650.000	234.4	203.2	24.0	0.1	20.2
269	5675.000	228.2	195.9	24.0	0.1	20.2
270	5700.000	218.6	187.8	24.0	0.1	20.0
271	5725.000	212.2	198.1	24.0	0.1	18.8
272	5750.000	212.1	195.4	24.0	0.1	16.6
273	5775.000	215.2	181.7	24.0	0.1	12.8
274	5800.000	211.3	175.8	24.0	0.1	11.6
275	5825.000	202.1	181.3	24.0	0.1	11.2
276	5850.000	177.5	177.2	24.0	0.1	11.1
277	5875.000	200.4	178.7	24.0	0.1	11.6
278	5900.000	201.7	182.5	24.0	0.1	12.0
279	5925.000	182.0	176.5	24.0	0.1	11.6
280	5950.000	193.5	187.7	24.0	0.1	12.7
281	5975.000	188.6	180.7	24.0	0.1	13.2
282	6000.000	181.3	188.7	24.0	0.1	14.1
283	6025.000	186.6	183.6	24.0	0.1	13.7
284	6050.000	187.1	194.6	24.0	0.1	14.7
285	6075.000	185.2	195.6	24.0	0.1	15.0
286	6100.000	126.4	139.4	15.8	0.1	11.0
287	6107.968	93.8	107.7	12.0	0.0	8.8
288	6125.000	174.8	174.8	20.2	0.1	14.4
289	6150.000	200.8	205.3	24.0	0.1	16.0
290	6175.000	207.5	207.6	24.0	0.1	15.9
291	6200.000	196.8	210.1	24.0	0.1	17.2
292	6225.000	207.1	210.8	24.0	0.1	18.0
293	6250.000	197.2	205.2	24.0	0.1	16.9
294	6275.000	227.1	208.6	24.0	0.1	16.0
295	6300.000	227.3	210.7	24.0	0.1	16.6
296	6325.000	212.9	211.9	24.0	0.1	16.8
297	6350.000	115.5	114.9	13.7	0.0	9.6
298	6353.545	101.0	100.2	12.0	0.0	8.3
299	6375.000	264.6	200.5	22.3	0.1	9.5
300	6400.000	269.6	206.5	24.0	0.1	15.8

301	6425.000	205.3	171.9	24.0	0.1	9.0
302	6450.000	173.5	192.7	24.0	0.1	16.1
303	6475.000	157.6	188.2	24.0	0.1	15.5
304	6500.000	145.5	152.7	19.0	0.1	12.3
305	6514.593	87.6	99.4	12.0	0.0	7.9
306	6525.000	129.2	140.5	17.0	0.1	11.8
307	6550.000	184.6	197.9	24.0	0.1	16.7
308	6575.000	184.6	202.5	24.0	0.1	16.3
309	6600.000	184.3	201.7	24.0	0.1	15.9
310	6625.000	191.2	207.9	24.0	0.1	16.2
311	6650.000	189.1	198.9	24.0	0.1	15.6
312	6675.000	101.7	99.6	12.3	0.0	8.1
313	6675.590	100.0	97.6	12.0	0.0	8.0
314	6700.000	337.5		197.6	54.9	24.1
315	6725.000	360.9		200.0	59.8	24.4
316	6750.000	360.9		200.0	59.8	24.4
317	6775.000	360.9		200.0	59.8	24.4
318	6800.000	377.7		200.0	68.0	24.4
319	6825.000	342.2		200.0	56.2	24.4
320	6850.000	360.9		200.0	59.8	24.4
321	6875.000	360.9		200.0	59.8	24.4
322	6900.000	360.9		200.0	59.8	24.4
323	6925.000	252.1		139.7	41.8	17.0
324	6934.936	180.4		100.0	29.9	12.2
325	6950.000	289.2		160.3	47.9	19.5
326	6975.000	360.9		200.0	59.8	24.4
327	7000.000	360.9		200.0	59.8	24.4
328	7025.000	352.8		200.0	59.9	24.4
329	7050.000	338.3		200.0	57.0	24.4
330	7075.000	313.8		183.7	53.7	22.4
331	7095.933	176.2		100.0	30.0	12.2
332	7100.000	205.8		116.3	34.8	14.2
333	7125.000	361.1		200.0	59.9	24.4
334	7150.000	351.0		200.0	59.9	24.4
335	7175.000	295.0	207.4	24.0	0.1	20.2
336	7200.000	277.2	198.0	24.0	0.1	20.2
337	7225.000	295.9	205.3	24.0	0.1	20.2
338	7250.000	345.5	232.6	24.0	0.1	20.2
339	7275.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
340	7300.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
341	7325.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
342	7350.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
343	7375.000	361.8	244.0	24.0	0.1	20.2
344	7400.000	336.6	226.7	24.0	0.1	20.2
345	7425.000	353.9	238.2	24.0	0.1	20.2
346	7450.000	341.1	229.5	24.0	0.1	20.2
347	7475.000	316.3	213.8	24.0	0.1	20.2
348	7500.000	249.4	177.0	24.0	0.1	20.2
349	7525.000	252.5	182.0	24.0	0.1	20.2
350	7550.000	243.8	183.0	24.0	0.1	20.2
351	7575.000	150.0	120.0	14.6	0.1	12.5

352	7580.926	119.6	97.1	12.0	0.0	10.1
353	7600.000	201.5	174.9	21.2	0.1	17.8
354	7625.000	203.1	170.0	20.6	0.1	13.2
355	7642.894	167.6	124.5	12.0	0.0	1.1
356	7650.000	236.0	165.7	15.4	0.1	12.9
357	7675.000	373.7	253.1	24.0	0.1	20.2
358	7700.000	335.5	242.3	24.0	0.1	1.5
359	7725.000	221.0	199.4	24.0	0.1	12.4
360	7750.000	207.6	195.7	24.0	0.1	11.3
361	7775.000	185.4	175.1	24.0	0.1	7.8
362	7800.000	197.7	169.3	24.0	0.1	6.2
363	7825.000	219.0	185.5	24.0	0.1	4.1
364	7850.000	238.0	180.2	24.0	0.1	5.1
365	7875.000	202.6	175.4	24.0	0.1	6.2
366	7900.000	187.7	167.4	24.0	0.1	8.6
367	7925.000	249.5	192.3	24.0	0.1	3.2
368	7950.000	315.3	228.6	24.0	0.1	20.2
369	7975.000	341.5	249.0	24.0	0.1	20.2
370	8000.000	342.0	254.9	24.0	0.1	20.2
371	8025.000					
372	8050.000					
373	8075.000	337.6		200.0	57.0	25.0
374	8100.000	344.5		200.0	51.7	25.0
375	8125.000	344.5		200.0	51.7	25.0
376	8150.000	248.1		144.0	37.2	18.0
377	8161.004	172.3		100.0	25.8	12.5
378	8175.000	268.8		156.0	40.3	19.5
379	8200.000	330.8		191.9	49.4	24.0
380	8222.972	172.4		100.0	25.8	12.5
381	8225.000	186.4		108.1	27.9	13.5
382	8250.000	344.6		200.0	51.7	24.6
383	8275.000	344.5		200.0	51.9	24.4
384	8300.000	335.3		200.0	55.4	24.4
385	8325.000	344.5		200.0	51.9	24.4
386	8350.000	344.5		200.0	51.9	24.4
387	8375.000	338.1		200.0	57.0	24.4
388	8400.000	344.7		200.0	59.4	24.4
389	8425.000	357.1		200.0	59.9	24.4
390	8450.000	361.1		200.0	59.9	24.4
391	8475.000	343.4		200.0	59.0	24.4
392	8500.000	344.5		200.0	51.9	24.4
393	8525.000	216.4		125.6	32.6	15.3
394	8531.406	172.2		100.0	25.9	12.2
395	8550.000	300.5		174.4	45.1	21.4
396	8575.000	344.8		200.0	51.5	25.0
397	8600.000	271.7		165.0	41.4	20.6
398	8616.258	163.1		100.0	23.8	12.5
399	8625.000	221.3		135.0	33.0	16.9
400	8650.000	327.5		200.0	57.9	25.0
401	8675.000	347.0		200.0	61.1	25.0
402	8700.000	349.7		200.0	62.0	25.0

403	8725.000	347.6		200.0	63.3	25.0
404	8750.000	273.5		153.4	51.3	19.2
405	8763.341	187.9		100.0	33.5	12.5
406	8775.000	274.5		146.6	49.1	18.3
407	8800.000	376.5		200.0	67.3	25.0
408	8825.000	345.7		192.8	64.1	23.7
409	8848.193	180.5		100.0	29.9	12.2
410	8850.000	193.6		107.2	32.1	13.1
411	8875.000	346.1		200.0	59.6	24.4
412	8900.000	345.7		200.0	59.6	24.4
413	8925.000	347.3		200.0	59.8	24.4
414	8950.000	344.5		200.0	51.9	24.4
415	8975.000	344.5		200.0	51.9	24.4
416	9000.000	295.6	203.6	24.0	0.1	20.2
417	9025.000	204.4	149.3	23.0	0.1	19.4
418	9048.232	107.7	95.0	12.0	0.0	10.1
419	9050.000	115.1	103.5	12.8	0.0	10.8
420	9075.000	220.5	241.8	24.0	0.1	20.2
421	9100.000	285.2	256.7	24.0	0.1	20.2
422	9125.000	214.8	163.6	15.2	0.1	12.8
423	9131.702	175.4	129.0	12.0	0.0	10.1
424	9150.000	311.5	223.5	20.8	0.1	17.5
425	9175.000	332.9	257.9	24.0	0.1	20.2
426	9200.000	323.1	248.6	23.9	0.1	20.0
427	9224.709	161.9	125.0	12.0	0.0	10.1
428	9225.000	163.6	126.4	12.1	0.0	10.2
429	9250.000	286.2	248.9	24.0	0.1	20.2
430	9275.000	342.2	245.6	24.0	0.1	20.2
431	9300.000	209.2	173.4	24.0	0.1	20.2
432	9325.000	154.6	112.1	16.8	0.1	12.3
433	9334.979	106.5	79.2	12.0	0.0	7.8
434	9350.000	148.4	117.0	19.2	0.1	10.1
435	9375.000	189.1	158.1	24.0	0.1	7.3
436	9400.000	185.6	164.5	24.0	0.1	5.2
437	9425.000	162.8	135.0	21.7	0.1	11.5
438	9445.249	96.3	72.8	12.0	0.0	9.3
439	9450.000	85.1	60.5	9.2	0.0	7.7
440	9464.518	162.5	113.6	12.0	0.0	10.1
441	9475.000	242.8	169.9	17.0	0.1	14.3
442	9500.000	342.5	238.4	24.0	0.1	20.2
443	9525.000	342.9	237.0	24.0	0.1	20.2
444	9550.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
445	9575.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
446	9600.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
447	9625.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
448	9650.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
449	9675.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
450	9700.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
451	9725.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
452	9750.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
453	9775.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2

454	9800.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
455	9825.000	337.6	240.4	24.0	0.1	20.2
456	9850.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
457	9875.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
458	9900.000	343.4	235.5	24.0	0.1	20.2
459	9925.000	148.1	153.6	24.0	0.1	6.9
460	9950.000	137.9	132.7	20.4	0.1	8.0
461	9967.464	85.5	89.3	12.0	0.0	6.3
462	9975.000	91.6	119.2	15.6	0.1	9.3
463	10000.000	137.1	179.5	24.0	0.1	12.8
464	10025.000	114.2	113.3	13.2	0.0	9.6
465	10027.460	102.3	100.9	12.0	0.0	7.6
466	10050.000	143.4	104.5	12.1	0.0	9.0
467	10052.578	147.6	105.4	12.0	0.0	9.9
468	10075.000	324.4	227.2	22.8	0.1	19.1
469	10100.000	253.7	177.3	18.0	0.1	15.2
470	10112.574	164.5	114.4	12.0	0.0	10.1
471	10125.000	238.8	165.4	18.0	0.1	15.1
472	10150.000	320.4	220.5	24.0	0.1	20.2
473	10175.000	320.2	219.3	24.0	0.1	20.2
474	10200.000	340.3	235.1	24.0	0.1	20.2
475	10225.000	145.1	99.4	12.7	0.0	10.6
476	10226.359	133.6	91.8	11.9	0.0	10.1
477	10250.000	191.9	159.7	23.3	0.1	19.6
478	10275.000	152.0	136.7	17.5	0.1	10.1
479	10286.355	106.5	96.4	12.0	0.0	3.7
480	10300.000	163.5	144.3	18.5	0.1	4.6
481	10325.000	189.1	178.7	24.0	0.1	7.1
482	10350.000	191.6	160.4	24.0	0.1	5.5
483	10375.000	204.9	164.7	24.0	0.1	5.4
484	10400.000	225.4	178.0	24.0	0.1	5.9
485	10425.000	255.3	197.7	24.0	0.1	7.5
486	10450.000	146.1	108.2	12.8	0.0	10.7
487	10451.644	137.9	100.9	12.0	0.0	10.1
488	10475.000	220.5	186.3	23.2	0.1	19.5
489	10500.000	167.9	155.1	17.6	0.1	14.8
490	10511.641	113.3	107.0	12.0	0.0	10.1
491	10525.000	164.5	157.3	18.4	0.1	15.5
492	10550.000	327.4	243.1	24.0	0.1	20.2
493	10575.000	342.4	242.6	24.0	0.1	20.2
494	10600.000	349.5	243.9	24.0	0.1	20.2
495	10625.000	351.7	244.0	24.0	0.1	20.2
496	10650.000	212.1	161.1	24.0	0.1	20.2
497	10675.000	204.2	158.6	24.0	0.1	20.2
498	10700.000	307.3	207.9	24.0	0.1	19.5
499	10725.000	258.5	183.4	24.0	0.1	15.3
500	10750.000	184.2	144.3	24.0	0.1	12.0
501	10775.000	197.4	161.6	24.0	0.1	11.3
502	10800.000	151.8	153.7	24.0	0.1	14.6
503	10825.000	133.8	199.3	24.0	0.1	20.2
504	10850.000	97.9	150.2	17.6	0.1	14.3

505	10861.635	140.2	128.7	12.0	0.0	10.1
506	10875.000	290.6	198.2	18.4	0.1	15.5
507	10900.000	200.1	135.5	12.5	0.0	10.5
508	10901.132	191.5	129.8	12.0	0.0	10.1
509	10925.000	374.3	253.7	23.5	0.1	19.7
510	10950.000	375.6	259.6	24.0	0.1	20.2
511	10975.000	247.3	228.9	24.0	0.1	20.2
512	11000.000	199.0	211.5	24.0	0.1	20.2
513	11025.000	159.1	198.0	24.0	0.1	17.5
514	11050.000	194.9	182.5	24.0	0.1	9.3
515	11075.000	185.9	209.6	24.0	0.1	14.6
516	11100.000	148.1	240.9	24.0	0.1	20.2
517	11125.000	237.1	220.3	24.0	0.1	20.2
518	11150.000	259.1	232.9	24.0	0.1	20.2
519	11175.000	221.2	217.6	24.0	0.1	20.2
520	11200.000	117.4	152.9	19.2	0.1	14.1
521	11214.930	42.6	84.9	12.0	0.0	8.6
522	11225.000	81.9	105.5	16.8	0.1	9.4
523	11250.000	112.4	93.8	14.1	0.1	5.5
524	11254.426	105.9	79.2	12.0	0.0	6.2
525	11275.000	187.6	149.3	21.9	0.1	9.2
526	11300.000	190.4	169.2	24.0	0.1	10.4
527	11325.000	197.8	173.6	24.0	0.1	11.2
528	11350.000	206.3	179.0	24.0	0.1	11.8
529	11375.000	210.7	173.6	24.0	0.1	10.8
530	11400.000	243.3	185.1	24.0	0.1	9.6
531	11425.000	127.6	100.3	13.9	0.1	6.3
532	11428.879	111.0	88.1	12.0	0.0	5.6
533	11450.000	213.4	188.2	22.1	0.1	13.5
534	11475.000	235.2	219.7	24.0	0.1	17.0
535	11500.000	166.4	165.4	15.9	0.1	13.3
536	11508.104	130.8	125.1	12.0	0.0	10.1
537	11525.000	229.4	209.7	20.1	0.1	16.9
538	11550.000	358.9	250.2	24.0	0.1	20.2
539	11575.000	354.5	250.2	24.0	0.1	20.2
540	11600.000	235.7	233.9	24.0	0.1	19.7
541	11625.000	198.9	171.8	18.7	0.1	13.6
542	11638.934	126.8	102.7	12.0	0.0	7.5
543	11650.000	175.7	144.4	17.3	0.1	10.2
544	11675.000	201.9	163.7	19.0	0.1	10.3
545	11689.626	127.1	103.9	12.0	0.0	6.7
546	11700.000	179.8	148.0	17.0	0.1	9.7
547	11725.000	254.0	212.0	24.0	0.1	13.8
548	11750.000	214.2	170.2	20.5	0.1	11.7
549	11767.613	114.6	95.8	12.0	0.0	5.2
550	11775.000	168.0	139.7	15.5	0.1	6.9
551	11800.000	195.6	154.7	17.7	0.1	8.2
552	11811.818	136.0	105.6	12.0	0.0	6.5
553	11825.000	210.2	169.9	18.3	0.1	11.2
554	11850.000	265.8	233.7	23.7	0.1	16.9
555	11874.463	141.1	118.7	12.0	0.0	9.1

556	11875.000	144.0	121.0	12.3	0.0	9.3
557	11900.000	280.7	221.1	24.0	0.1	17.8
558	11925.000	278.1	213.0	24.0	0.1	18.4
559	11950.000	261.1	193.3	24.0	0.1	19.1
560	11975.000	245.0	183.6	23.2	0.1	19.5
561	11998.324	131.6	100.1	12.0	0.0	10.1
562	12000.000	140.3	106.7	12.8	0.0	10.8
563	12025.000	263.8	215.6	24.0	0.1	20.2
564	12050.000	147.4	129.5	13.5	0.1	11.3
565	12053.098	131.3	117.3	12.0	0.0	10.1
566	12075.000	289.2	236.1	22.5	0.1	18.8
567	12100.000	349.5	251.6	24.0	0.1	20.2
568	12125.000	265.4	224.5	24.0	0.1	13.1
569	12150.000	333.2	230.4	24.0	0.1	20.2
570	12175.000	367.7	251.7	24.0	0.1	20.2
571	12200.000	367.7	251.7	24.0	0.1	20.2
572	12225.000	367.7	251.7	24.0	0.1	20.2
573	12250.000	265.8	197.7	24.0	0.1	20.2
574	12275.000	232.9	168.1	19.6	0.1	16.4
575	12290.782	127.6	93.4	12.0	0.0	10.1
576	12300.000	181.3	130.4	16.4	0.1	13.8
577	12325.000	288.2	197.3	21.9	0.1	18.4
578	12345.556	171.1	119.6	12.0	0.0	10.1
579	12350.000	201.6	140.7	14.1	0.1	11.9
580	12375.000	234.7	165.0	24.0	0.1	20.2
581	12400.000	259.2	187.7	24.0	0.1	20.2
582	12425.000	246.8	192.0	24.0	0.1	20.2
583	12450.000	166.6	125.0	15.9	0.1	13.3
584	12458.097	126.8	92.8	12.0	0.0	10.1
585	12475.000	231.6	170.6	20.1	0.1	16.9
586	12500.000	319.1	220.3	20.7	0.1	17.4
587	12518.094	179.2	125.3	12.0	0.0	10.1
588	12525.000	96.8	69.8	7.1	0.0	5.9
589	12532.804	168.0	117.7	12.0	0.0	10.0
590	12550.000	271.6	191.9	20.3	0.1	15.4
591	12575.000	299.3	210.2	20.5	0.1	12.6
592	12592.801	165.2	116.8	12.0	0.0	7.0
593	12600.000	199.0	143.2	15.5	0.1	9.3
594	12625.000	255.0	191.8	24.0	0.1	16.2
595	12650.000	241.9	182.2	24.0	0.1	18.0
596	12675.000	240.8	199.1	24.0	0.1	18.9
597	12700.000	176.9	162.8	17.0	0.1	13.7
598	12710.481	120.3	116.3	12.0	0.0	9.4
599	12725.000	206.6	186.9	19.0	0.1	14.0
600	12750.000	262.0	245.9	24.0	0.1	16.5
601	12775.000	138.8	125.7	12.1	0.0	8.2
602	12775.291	137.2	124.3	12.0	0.0	8.1
603	12800.000	263.9	238.8	23.9	0.1	15.9
604	12825.000	203.5	169.9	17.9	0.1	10.7
605	12837.311	137.7	111.3	12.0	0.0	5.8
606	12850.000	217.1	167.9	18.1	0.1	8.8

607	12875.000	290.0	213.4	24.0	0.1	14.6
608	12900.000	137.9	104.6	13.0	0.0	6.7
609	12902.121	134.7	97.5	12.0	0.0	5.9
610	12925.000	260.6	186.8	23.0	0.1	10.7
611	12950.000	259.4	189.8	24.0	0.1	12.7
612	12975.000	127.5	99.9	14.1	0.1	6.7
613	12979.337	19.4	15.0	2.1	0.0	1.0
		141537	93982	25082	4223	9138