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

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا أللشغال العموميـة فرنسـيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Routes et ouvrages d'art

Thème

ÉTUDE DE DEDOUBLEMENT DE LA LAISON D'AUTOUROUT EST OUEST AVEC CHEF LIEU MILA (2ème TRANCHE) SUR 10 KM

Présenté par :

BENAOUIDA NASSIBA

Encadré par :

M.R MADANI SAID

Promotion 2023/2024

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba

Remerciement

Je remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de ***Mr Said Madani****, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

Je exprime également ma gratitude envers les ingénieurs ***Monsieur Faci Ali*** *et* ***Azzouk Nazim, Malek Abdelhadi,*** *et tous les ingénieurs* ***de BET LECECT*** *pour leur contribution précieuse, ainsi que pour leur générosité dans le partage d'informations, les corrections apportées et l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé. Je remercie du temps qu'ils ont consacré à m'aider dans mon projet.*

Mes remerciement s'adresse à ***Mm khouas*** *pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.*

Mes remerciement s'adresse également à tous nos professeurs ENSTP pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

à mon père ***Mohamed*** *et ma mère* ***Rahima*** *qui m'ont soutenu et encouragé durant toutes les périodes de vie et mes années d'études Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance. Que dieu le tout puissant les protégeant et les gardent.*

A toute La famille ***Benaouida*** *sans aucune exception. A ma chère sœur* ***Khawla*** *et mes frère* ***Yasser*** *et* ***Oussama.***

A mes proches amis ***Douha, Ghoufrane, Anfel, Marianna*** *et* ***Rania*** *qui ont été à côté de moi ;*

A l'ensemble des amis de l'école des travaux publics.

Sans oublier tous mes enseignants de l'ENSTP sans exception.

Résumé

Ce travail consiste à étudier un projet routier, sous-titre (étude de dédoublement de la liaison D'autoroute Est/Ouest avec chef-lieu Mila.

Le travail comporte : Une étude de trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu

la conception de la géométrie : le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers et la signalisation adéquate ; l'étude de la partie géotechnique et l'interprétation des résultats ; le dimensionnement de corps de chaussée ; l'étude de l'assainissement routier ; l'étude de l'impact du projet sur l'environnement et enfin une estimation du cout total du projet

---

الملخص

يتكون هذا العمل من دراسة مشروع طريق عنوانه (دراسة توسعة وصلة الطريق السريع شرق/غرب مع العاصمة ميلة

، يتضمن العمل :دراسة مرورية لتبرير فائدة التطوير المخطط له تصميم الطريق : التخطيط الافقي ، التخطيط الطولي التخطيط العرضي واللافتات المناسبة ؛ دراسة الجزء الجيوتقني وتفسير النتائج ؛ تحجيم هياكل الطرق ؛ دراسة الصرف الصحي للطريق دراسة تأثير المشروع على البيئة وأخيرا تقدير التكلفة الإجمالية للمشروع

Summary

This work consists of studying a road project, subtitled (study of the doubling of the East/West motorway link with the capital Mila.

The work includes: A traffic study to justify the usefulness of the planned development

the design of the geometry: the plan layout, the longitudinal profile, the cross profile and the appropriate signage; the study of the geotechnical part and the interpretation of the results; the sizing of road structures; the study of road sanitation; the study of the impact of the project on the environment and finally an estimate of the total cost of the project

BREVIATION

- **RN :** route nationale
- **PK :** Point kilométrique
- **DTP :** direction des travaux publics
- **SETS :** société d'étude technique Sétif
- **CTTP :** contrôle technique des travaux public
- **TPC :** Terre-plein centrale
- **TJMA :** Trafic journalier moyen annuel.
- **UVP :** Unité de véhicule particulière.
- **VB :** Vitesse de base.
- **CBR:** California – Bearing – Ratio**.**
- **Rh :** rayon hydraulique.
- **Sm :** surface mouillée.
- **Pm :** périmètre mouillé**.**
- **Qc :** débit rapporté par la chaussée.
- **QA :** débit rapporté par l'accotement.
- **Qt :** débit rapporté par le talus.
- **Dmax :** divers maximal.
- **Dmin :** divers minimal.
- **VBS :** Valeur de bleu de Méthylène.
- **BB :** Béton bitumineux.
- **GB :** Grave bitume.
- **GNT :** Grave non traité
- **RP1 :** Réseau principale 1.
- **TPL :** Trafic de poids lourd.
- **TC :** Temps de concentration.
- **ARP :** aménagement des routes principale
- **S :** surlargeur structurelle
- **SN :** surface de déblai
- **SR :** surface de remblai
- **Rm :** rayon minimum
- **Rdm :** Le rayon au dévers minimal
- **Rnd :** Le rayon non déversé

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1: Exemples de dégradations de la chaussée 5
Figure II.1 : Localisation de la wilaya de Mila 8
Figure II.2 : Carte zonage sismique du territoire national-RPA99. 10
Figure II.3 : le Réseau routier dans la wilaya de Mila 11
Figure II.4 : le Vue en plan du tracé 12
Figure IV.1 : La table (ARP R80 2×2 voies). 23
Figure IV.2 exemples de rayon 1 23
Figure V.1 : profile en long ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure VI.1. : Elément en profil en travers 30
Figure VI.1: Profil en travers type proposé. 31
Figure VI.2 : Pentes transversales et devers en courbe (ARP) 31
Figure VII.1 : La moyenne des aires (projection horizontal) 34
Figure VII.2 : la moyenne des aires (projection verticale) 34
Figure VIII.1 : exemple des puits 40
Figure IX .1 : Schéma récapitulatif. 55
Figure IX .2 : Type de structure 58
Figure IX.3: Classe de trafic poids lourds 59
Figure IX .4: Épaisseur de la couche de forme 61
Figure IX .5. : Position du projet dans la carte climatique de l'Algérie 61
Figure IX.6: choix de température équivalent 62
Figure IX.7: Types de structures. 62
Figure IX .7: Fiche structure GB/GNT 63
Figure VIII .8 : du coefficient d'agressivité A. 64
Figure IX .8 : Caractéristique des matériaux enrobés 66
Figure IX .9 : la température équivalente 66
Figure IX .9 : Risque de projet 67
Figure IX .10 : Fractile de la loi normale 67
Figure IX .9 : Vérification de la structure 68
Figure X.1 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire 71
Figure X.2. Carrefour existants 75
Figure X.3. La deuxième intersection ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure XI .1 : les bassins versant 78
Figure XI.2 : coefficient relatif au choix de la pente 80
Figure XI.4 : coefficient couverture végétal 81
Figure XI.2 : Dimensions des dalots 83
Figure XI.3 : Dimensions Fossé trapézoïdale 88
Figure XII.1 : Caractéristiques des lignes 94
Figure XII.2 : Signaux d'avertissement de danger 95
Figure XII.3 : Signaux de priorité 95
Figure XII.3 : Signaux d'interdiction et d'obligation 96
Figure XII.4 : Signaux de directions 96

Liste des figures

Figure XII.5 : Schéma de principe de signalisation de voie de détresse ……79

Figure XII.6: Panneaux d'un lit d'arrêt d'urgence……78

Figure XII .7 : Signalisation verticale …… 79

Figure XII .7 : Signalisation horizontale……79

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau III.1 : Coefficient D'équivalence P.L/UVP 16
Tableau III.2 : Valeur de K1 17
Tableau III.3 : Valeur de K2 17
Tableau III.4 : Valeurs de Capacité théorique 18
Tableau III résultat D'étude trafic 19
Tableau IV.1. : Valeurs des rayons ARP 22
Tableau IV.2 : Valeur des dévers associe 22
Tableau IV.2 : Les rayons choisis 23
Tableau III.3 : Tableau Récapitulatif 24
Tableau VI : Paramètre géométrique de profil en long 27
Tableau VI.1 : Les dévers des éléments du Profil en travers type. 31
Tableau VIII.1 : Résultats Puits de reconnaissance 39
Tableau VIII.2.les résultats de sondage carottés 39
Tableau VIII.3. Résultats de l'essai pressiométrique 40

Tableau VIII.2 : Classification des sols. 43
Tableau VIII.3 : recommandation selon GTR 44
Tableau VIII.4 : Condition d'utilisation des sols R33, A3h en remblai. 44
Tableau VIII.3 : Condition d'utilisation des sols R33, A3h en couche de forme 46
Tableau IX .1 : Classification des sols. 57
Tableau IX .2 : Réseaux principaux. 58
Tableau IX. 3 : Classes de portances du sol 60
Tableau IX.4 : classe de portance à long terme du sol support 60
Tableau IX.5 : Zones climatiques de pluviométrie de l'Algérie. 62
Tableau VIII .6 : de la structure proposée 63
Tableau IX.7: Récapitulatif de la structure 68
Tableau IX .7 : Comparaison des deux structures 69
Tableau X-1 : Valeurs des caractéristiques de l'ilot central 73
Tableau X-2 : Tableau Paramètres de l'ilot séparateur 73
Tableau X-3 : Caractéristiques géométriques des carrefours du projet 74
Tableau XI .2 : Formules de Temps de concentration (tc) 79
Tableau XI.2 : valeurs de Kst 81
Tableau XI.3 : caractéristiques des bassins versants 82
Tableau XI .7 : Débit des eaux drainées dans la plate-forme et les talus. 87
Tableau XII.1 : Caractéristiques des lignes ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau XII.2 : Modulation des lignes discontinues. 94

Tableau de matière

Chapitre I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE : 3
I.1. Introduction 3
I.2. Les techniques d'auscultation 3
I.3. Le constat 3
I.4. Le diagnostic 4
I.4.1. Mécanismes des modes de dégradations 4
I.4.2. La typologie des dégradations est la suivante 4
I.5. Les causes 5
I.6. Durée de vie d'une chaussée 6
I.7. Techniques d'entretien 6
Chapitre II : Présentation du projet 8
II.1Présentation du projet 8
II.1.1. Présentation de la wilaya de Mila 8
II.1.2 Présentation du projet 11
II.1.3. LES INTERSECTIONS 12
II.1.4. Objectifs du projet 12
Chapitre III : Étude du trafic 14
III.1 Introduction 14
III.2 Analyse des trafics existants : 14
III.3 Mesure des trafics : 14
III.4 Les différents types de trafics 14
III.5. Les donné de trafic 14
III.5.1. Calcul de la capacité 15
III.5.2. Projection future du trafic 15
III.5.3. Calcule de trafic effectif 16
III.5.4. Débit de point horaire normal 16
III.5.5. Débit horaire admissible 17
III.5.6. Détermination nombre des voies 18
III.6.7 Calcul de l'année de saturation de 2 x 2 voies 19
III.6.8. Conclusion 19
Chapitre IV : Tracé en plan 21
IV.1. Introduction 21

IV.3. Les règles à respecter pour la trace en plan 21
IV.3. Conception générale du tracé 21
IV.4. Rayons de courbures 22
IV.5. Convient en outre, pour les projets de routes neuves 22
IV.6. Valeurs des divers : 22
IV.7. Raccordement progressif (ARP R80 2×2 voies) 23
III.8. Tableau Récapitulatif 24
Chapitre. V : Profile en long 26
V.1.Définition 26
V.2.Règles à respecter dans le profil en long 26
V.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long 26
V .4. Caractéristiques géométriques 26
V.5 Paramètres fondamentaux 27
V.5.1 Déclivités minimales 27
Chapitre VI : Profil en travers 29
VI.1 Introduction 29
VI.2 Les éléments constitutifs du profil en travers 29
VI.2.1 La chaussée 29
VI.2.2 La largeur roulable 29
VI.2.3. Plateforme 29
VI.2.4. L'assiette 29
VI.2.5. L'emprise 29
VI.2.6. Les accotements 29
VI.2.7. Le terre-plein central 29
VI.2.8. Le fossé 29
V.3.Classification du profil en travers 30
V.4.Application au projet 30
V.5. Dévers : 31
VI.6 Pentes transversales et devers en courbe : 31
Chapitre VII : Cubature 33
VII.1. Introduction 33
VII.2. Méthode de calcul des cubatures 33
VII.3. Description de la méthode 33
VII.4. Calcul des cubatures des terrassements 35
Chapitre VIII : Étude géotechnique 38

VIII.1. Introduction 38
VIII.2 Objectifs 38
VIII.2. Moyens de reconnaissance 38
VIII.1 Essai in-situ 38
VIII.1.1 Programme de reconnaissance 38
VIII.1.2 Description des sols rencontrés 38
VIII.1.3. A partir des sondages carottés 40
VIII.2. ESSAIS au LABORATOIRE 41
VIII.2.1 Programme des essais 41
VIII.2.2. Caractéristiques physiques des sols 41
VIII.2.3. Caractéristiques mécaniques 42
VIII 2.4. Classification des sols support 43
VII.3 terrassements 43
VII.3.1 décapages (déblai/ remblai) 43
VIII.3.3. Réemploi 44
VII.4. Stabilité des pentes 48
VII.4.1. Remblai 48
VII.4.1. Assise des remblais 48
VII.4.2. Pentes des talus : 49
VII.4.2. Déblais 50
VIII.3. Conclusion 52
Chapitre IX : Dimensionnement de la chaussée 54
IX.1 Introduction 54
IX.2. Définition 54
IX.3. Principe de la constitution des chaussées 54
IX.4. Les différents types des chaussées 54
IX.4. Méthodes de dimensionnement 55
IX.4.1 Méthode de C.B.R 55
IX .4.2. Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP 57
IX.4.2.1 Choix de la structure 58
IX .5. Comparaison 69
IX .6. Conclusion 69
Chapitre X : Carrefour giratoire 71
X.1. Introduction 71
X.2.Principe d'aménagement 72

X.3. La Visibilité : 72
X.4. Perception et lisibilité 72
X.5. Site d'implantation : 73
X.6. L'ilot central 73
X.7. Ilot séparateur 73
X.8. Ilot directionnel 74
X.9. Les Couloirs D'entrée Et De Sortie 74
X.10. Application au projet 74
X.11.Les giratoire existantes 74
Chapitre XI : étude hydraulique et hydrologique 77
XI .1. Introduction 77
XI.2. Objectifs de l'assainissement routier 77
XI.3 Choix des ouvrages d'assainissement et calcul hydraulique 77
XI.3.1 Choix des ouvrages d'assainissement 77
XI.3.2. Calcul hydraulique des ouvrages : 77
X.4. Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet 81
X.4.1 Caractéristiques des bassins versants 81
XI.4.2. Données climatiques 82
XI.4.3. Calcul du débit d'apport 82
XI.4.4. Dimensionnement des dalots 83
XI.4.5. Dimensionnement des buses : 84
XI.4.6. Assainissement longitudinal (Dimensionnement des fossés) 85
Chapitre XII : Signalisation et éclairage 91
XII.1 Signalisation 91
XII.1.1 Introduction 91
XII.1.2. Objectifs de la signalisation routière 91
XII.1.3. Règles à respecter pour la signalisation 91
XII.1.4. Type de signalisation 91
XII.1.5. Signalisation des voies de détresse 97
XII.2. Éclairage ..... **Erreur ! Signet non défini.**
XII.3. Paramètres de l'implantation des luminaires ..... **Erreur ! Signet non défini.**
XII.4. Application au projet ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Chapitre XII : Étude de l'environnement 101
XII.1 Introduction 101
XIII.2. Les principaux objectifs de l'étude 101

XIII.3. Impact du projet sur l'environnement 101
XIII.3.1. Impacts positifs 101
XIII.3.2. Impacts négatifs 101
XIII.3.2.1. Impacts dus à la pollution de l'air 101
XIII.3.2.2. Impact dû à l'accroissement du bruit et vibrations 102
XIII.3.2.3. Impact sur la faune, flore 102
XIII.3.2.4. Impacts sur l'agriculture 102
XIII.3.2.5. Impacts sur le bâti 102
XIII.3.3.1. Nuisances sonores et acoustique 102
XIII.3.3.2. Impacts sur l'agriculture 102
XIII.4. Mesures prises pour minimiser les impacts 103
XIII.4.1. Mesures en phase travaux 103
XIII.4.2. Mesures en phase exploitation 103
XIII.5. Conclusion 103

Introduction générale

Introduction générale :

Le réseau de transport occupe une place stratégique dans le système de transport car il est la ligne de vie qui alimente les villes, les villages et les différentes régions du pays Mais le problème réside souvent dans l'inadéquation du réseau actuel.

Actuellement, en Algérie, le trafic routier a connu une évolution rapide, les routes existantes qui supportent ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessitent des opérations de réhabilitation, modernisation et des réaménagements (dédoublement).

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, notre projet du dédoublement a pris une place importante pour l'extension et la modernisation des infrastructures de transport. D'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à faire la réalisation du dédoublement d'un tronçon routier de dédoublement la liaison d'autoroute este ouest avec chef lieux Mila sur 10 Km 2ème tranche.

L'objectif visé par ce projet est de fluidifier, en premier lieu, le trafic sur cet axe en le débarrassant de toutes les entraves et, en second lieu, lui offrir une liaison routière rapide vers le chef-lieu de wilaya de Mila.

Chapitre I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :

I.1. Introduction

Le secteur des travaux publics est en pleine mutation. Cependant, la demande mondiale actuelle pousse à renforcer la transformation vers une sous-exploitation. Ainsi pour survivre et même narrer face à son évolution en tant que promoteur, entrepreneur ou exploitant, il est crucial de tirer parti de l'ère du tout-numérique avec des constructions plus soutenables, efficients et résistants.

I.2. Les techniques d'auscultation

Les techniques d'auscultation des chaussées peuvent être divisées en deux catégories selon le type de relevés : manuelle et automatique. La chaussée doit être ausculté par des relevée automatique, tandis que les chaussées gravelées peuvent être ausculté par des relevée d'inspection visuelle avec prise d'images manuel et/ou automatique.

Lors de la détermination de la ou des techniques par lesquelles les chaussées sera mesuré, les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Coût et performances techniques
- Type de chaussée
- Niveau de description des résultats souhaités.

I.3. Le constat

Le revêtement routier est sensible à de nombreux facteurs.

Endommagé :

- Les UV qui vieillissent le bitume ;
- Les variations thermiques saisonnières
- La circulation des véhicules
- Impact mécanique du trafic
- Inadaptation des matériaux constitutifs du corps de chaussée de par leur nature ou leur épaisseur.

Un revêtement altéré laisse entrer l'eau, modifie l'uni longitudinal, impacte-la macro texture de la couche de roulement.

On peut classée Les dégradations de routes les plus couramment observées en deux grandes familles :

- Les dégradations structurelles
- Les dégradations superficielles

I.4. Le diagnostic :

I.4.1. Mécanismes des modes de dégradations

Les dégâts sont un signe visible du vieillissement des chaussée. L'interprétation de ce signe renseigne sur la cause de cette distorsion. Le « **Catalogue des surfaces de chaussée** » facilite la lecture de ces dommages et facilite leur interprétation.

Fait partie d'une méthode développée par le Laboratoire centrale l des Ponts et chaussées (LCPC) pour évaluer l'état des chaussées.

I.4.2. La typologie des dégradations est la suivante

Les déformations :

- Flambement (mise en compression d'un joint)
- Tôles ondulées.
- Décalages de joint (dénivellation des lèvres d'une fissure)
- Gonfle (boursouflures ponctuelles du revêtement)
- Ornières (déformation permanentes sous le passage des roues)
- Bourrelets (renflement perpendiculaire à l'axe de la chaussée).
- Affaissements (en rive ou flashes hors rive)

Les fissures :

- Transversales.
- Longitudinales.
- Les faïençages.
- Cassures d'angles**.**

Les mouvements de matériaux :

- Ressuage.
- Remonté de fines.

Les arrachements :

- Nids de poules.
- Écaillages.

Exemples de dégradations chaussée :

Nid de poule



Nid de poule en formation



Faïençage



Affaissement de la tranchée



FIGURE I.1: EXEMPLES DE DEGRADATIONS DE LA CHAUSSEE

I.5. Les causes

- L'ensemble du trafic participe à l'usure de surface de la chaussée**.**
- Le passage répété des millions de fois par les véhicules et plus particulièrement par les poids lourds polissent.
- De plus, par temps de pluie, de l'eau peut s'infiltrer dans l'espace entre le granulat et le bitume et agir comme une corde pour desserrer le granulat sous la pression des pneumatiques (eau déséquilibrée).
- Les rayons UV jouent un rôle dans la modification des propriétés du bitume. Le bitume durcit sous les rayons UV. En durcissant, le bitume s'affaiblit, favorisant l'apparition de fissures.
- Les saisons avec des températures différentes provoquent toujours une expansion et une contraction. La différence entre nuits et nuits a la même fonction. Cela affecte la qualité de la route et contribue à sa déformation de chaussées à long terme.
- Le trafic des poids lourds engendre une sollicitation de la structure par fatigue.

- Si la structure des matériaux constituant la carrosserie de la route n'est pas adaptée et/ou ces matériaux sont utilisés en quantités insuffisantes, les agressions provoquées par la route provoqueront des dégâts en très peu de temps.

I.6. Durée de vie d'une chaussée

Une méthode française importante montre que :

- La durée de vie est un concept difficile définissable et peu opératoire ;
- C'est le risque X% pris pour le dimensionnement de la chaussée, calculé sur une période de N années.

I.7. Techniques d'entretien

Lorsque le gestionnaire routier est confronté au problème de lancer un programme de rénovation, il utilise des paramètres liés au comportement de l'ouvrage.

Différents types de paramètres sont disponibles :

- ✓ Les indicateurs techniques (ex : IQRN, Image qualité du réseau routier national) ;
- ✓ Les indicateurs en fonction du temps ;
- ✓ Les indicateurs économiques liés aux coûts des interventions.

Chapitre II : Présentation du projet

Chapitre II : Présentation du projet

II.1Présentation du projet

II.1.1. Présentation de la wilaya de Mila

II.1.1.1. Situation géographique :

La wilaya de Mila est située au nord-est de l'Algérie, dans la partie est de l'Atlas tellien. Elle culmine à 464 m d'altitude et est distante de 33 km de la mer Méditerranée. Elle occupe une superficie de l'ordre de 3 407 Km², soit 0.13% de la superficie du pays.

La wilaya de Mila est limitée :

- Au nord, par la wilaya de Jijel ;
- A l'est, par la wilaya de Constantine ;
- Au nord- est, par la wilaya de Skikda ;
- A l'ouest, par la wilaya de Sétif ;
- Au sud, par la wilaya de Batna ;
- Au sud –est, par la wilaya d'Oum El Bouaghi.

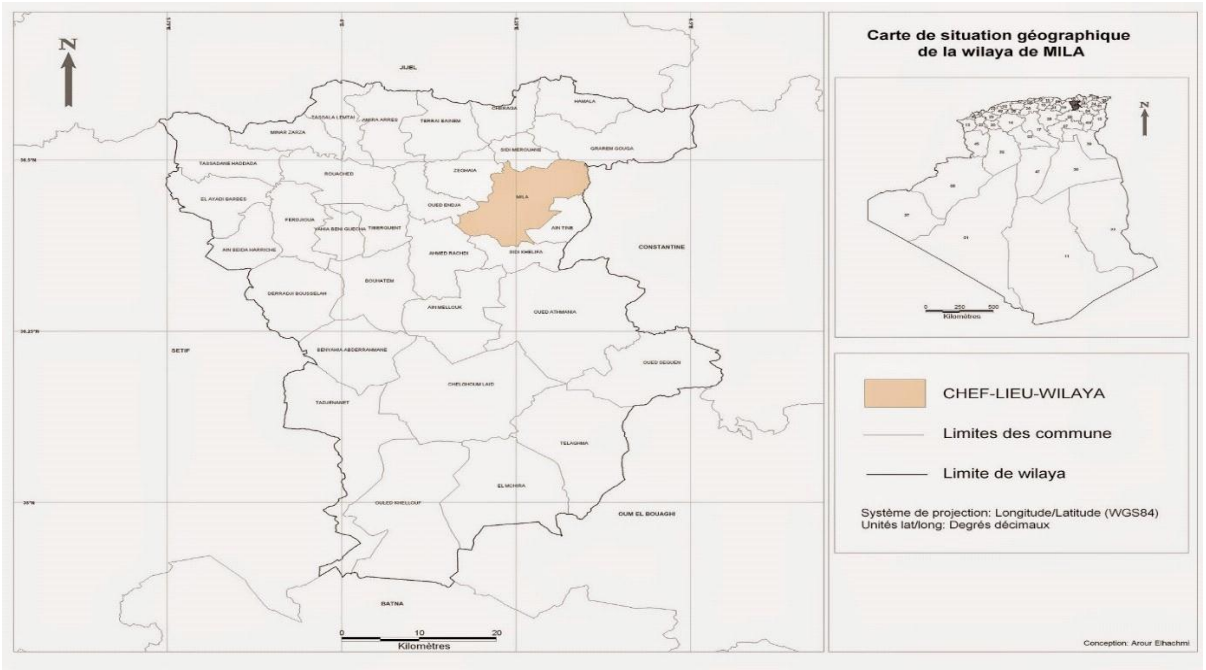


FIGURE II.1 : LOCALISATION DE LA WILAYA DE MILA

II.1.1.2. Relief

Le relief de la wilaya est caractérisé par une diversité de paysages. On y trouve :

- Des massifs montagneux dans la partie nord de la wilaya dont l'altitude la plus élevée est 1600m.
- En dessous des communes limitrophes avec la wilaya de Jijel, le relief est caractérisé par des collines et des piémonts.
- La partie centrale de la wilaya comporte de hautes plaines.
- Au sud, on trouve des massifs montagneux d'une altitude de 1400m.

En générale, la willaya de Mila est a vocation agricole. On distingue les grands parcellaires d'Oued-Athmania, Aïn –Mellouk, Nord de chelgoum-laid, de Tibergunet

II.1.1.3 Climat

Le climat de la wilaya est caractérisé par des étés secs et chauds et de hivers froids et humides.

La pluviométrie varie entre 700mm/an dans la zone montagneuse, 350mm/an au sud et 400 à 600mm/an dans la partie centrale.

II.1.1.4 Hydrographie

L'hydrographie est caractérisée par un réseau dense constitué de cours d'eau alimentant l'oued Endja, l'oued El kebir et l'oued El Rhumel.

II.1.1.5 Agriculture

Le territoire est essentiellement agricole. On distingue les grands parcellaires d'Oued-Athmania, Aïn –Mellouk, Nord de chelgoum-laid, de Tibergunet.

II.1.1.6 Plan et source d'eau

La wilaya abrite un important réseau hydrographique composé de rivières et de barrages : barrage BENI HAROUN, barrage oued el ATHMANIA, et barrage oued SEGUENE. Les rivières oueds RHUMEL, OUED NADJA (oued El-KEBIR) sont les principales sources d'alimentation du barrage de BENI HAROUN.

II.1.1.7 Sismicité

Il est défini 4 zones sismiques classées comme suit :

1. **Zone 0** : Sismicité négligeable
2. **Zone 1 :** Sismicité faible
3. **Zone 2 :** Sismicité moyenne
4. **Zone 3 :** Sismicité élevée

La wilaya de Mila située dans la zone 2 de moyenne sismicité

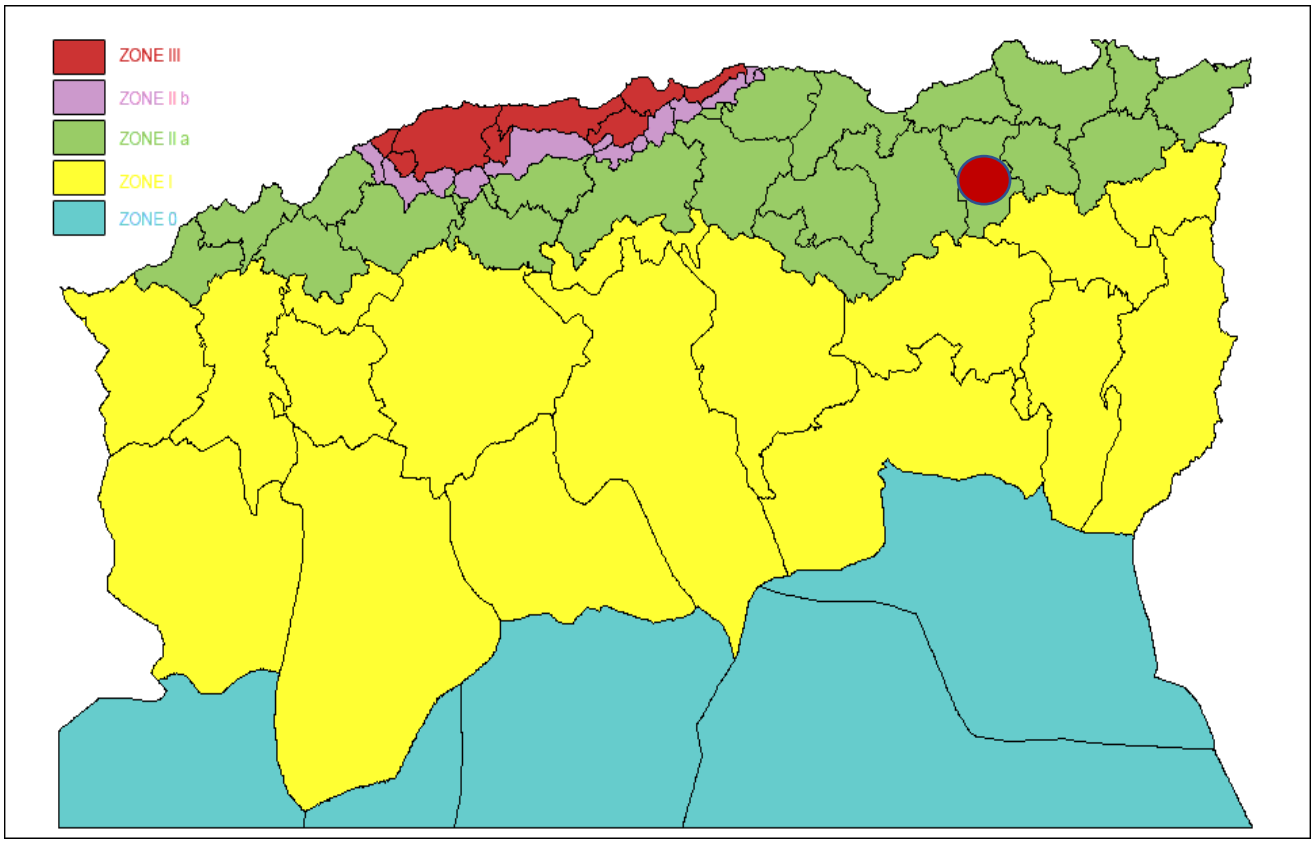


FIGURE II.2 : CARTE ZONAGE SISMIQUE DU TERRITOIRE NATIONAL-RPA99.

II.1.1.8 Réseau routier

La wilaya de Mila compte avec les infrastructures routières suivantes :

- Route nationale : 364.493 Km
- Chemin de Wilaya : 264.233 Km
- Chemin communal : 1.890.39 Km
- Nombre d'ouvrage d'art sur Route nationale : 75
- Nombre d'ouvrage d'art sur Chemin de Wilaya : 23
- Nombre d'ouvrage d'art sur Chemin communal : 62

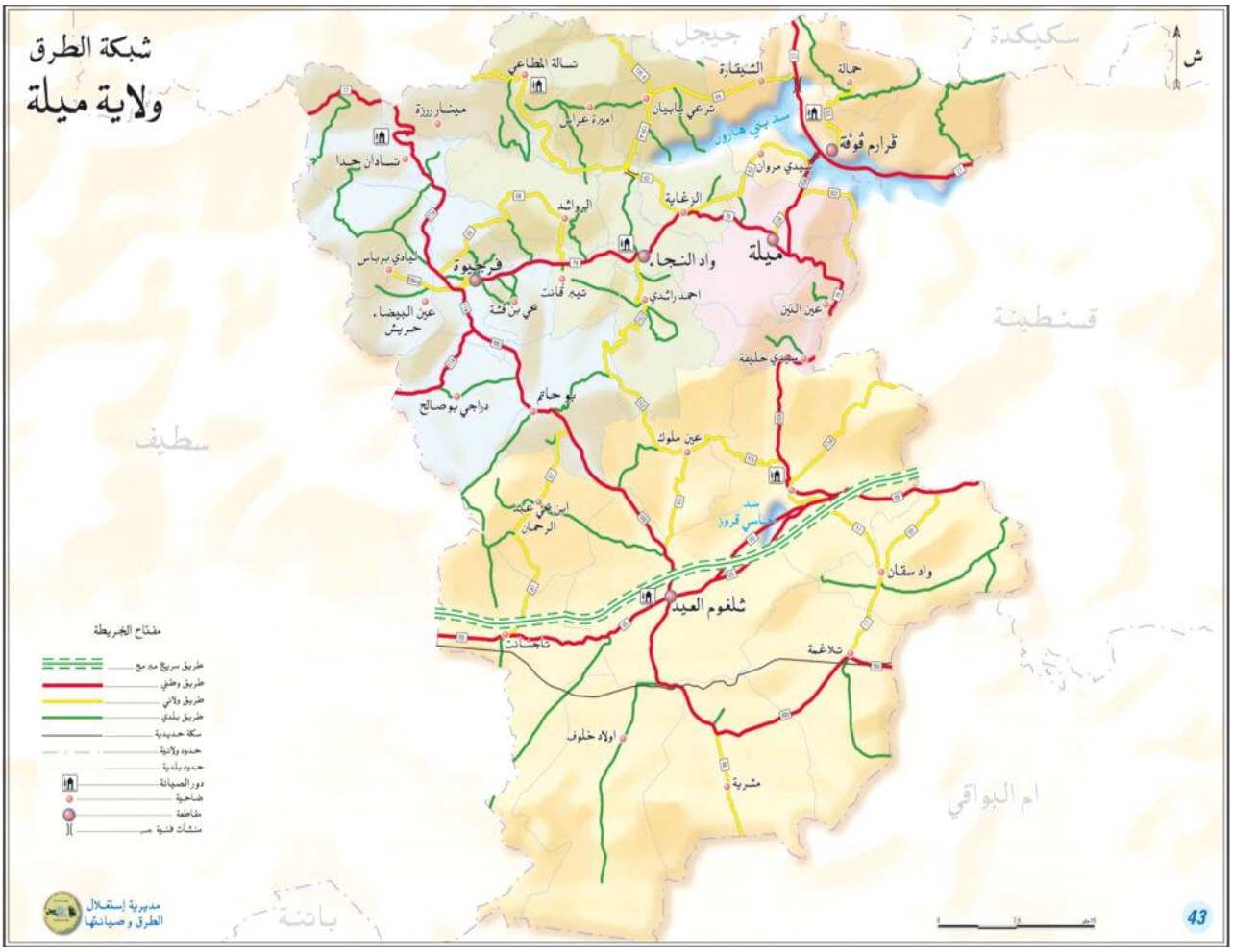


FIGURE II.3 : LE RESEAU ROUTIER DANS LA WILAYA DE MILA

II.1.2 Présentation du projet

II.1.2.1 Description de la route nationale RN5A :

C'est une route nationale d'une longueur de 481 km traversé plusieurs wilayas

Constantine, Sétif, bordj Bou Arreridj, Bouira, Boumerdas et Alger c'est un axe très important en Algérie.

La RN5A dans la wilaya de Mila est relier le chef-lieu de la wilaya avec l'autoroute est-ouest.

II.1.2.2 Le Site de projet

Le projet c'est dédoublement de la liaison entre autoroute est-ouest est chef-lieu de Mila 2 ème tranche Le tronçon de la route objet de la présente étude du dédoublement est une route reliant la ville de MILA (intersection avec la RN79) à la RN5A, il prend son origine au PK00+000, et il se termine au PK20+100.

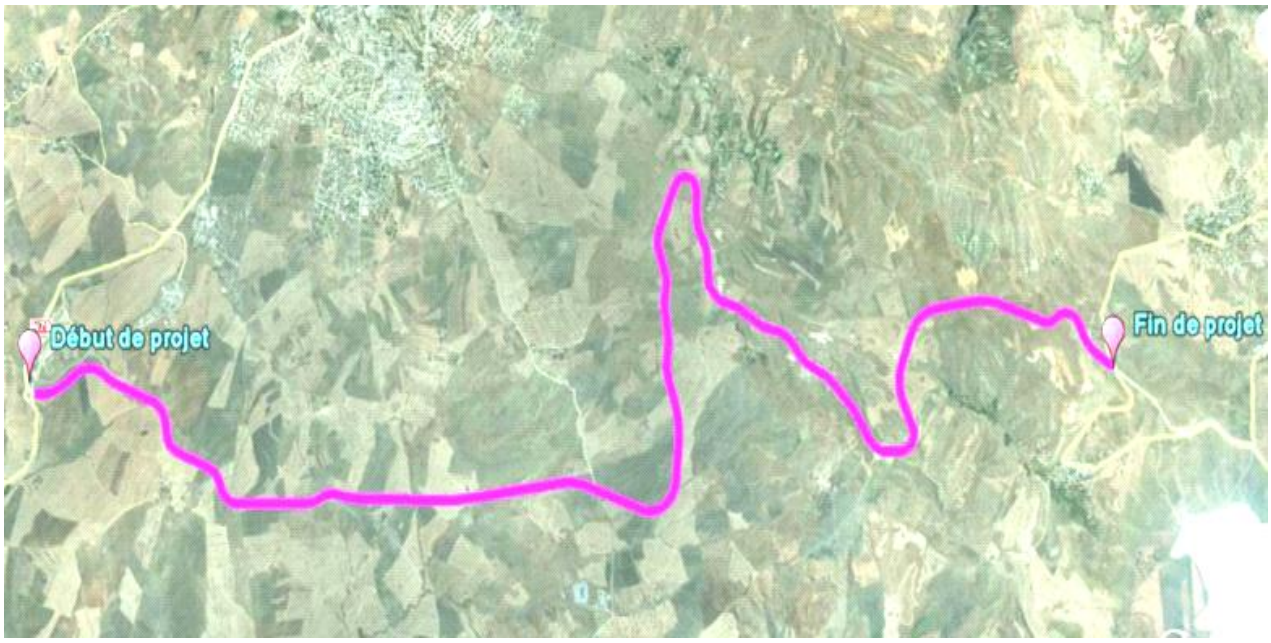


FIGURE II.4 : LE VUE EN PLAN DU TRACE

II.1.3. LES INTERSECTIONS :

Les intersections qui existent sont :

- Au PK00+000 avec la RN79.
- Au PK7+100 avec la route qui relie la ville de MILA à OULED BOUHAMA.
- Au PK20+100 avec la RN5A (fin de projet).

II.1.4. Objectifs du projet

Le projet a pour but :

- Décongestionner le trafic urbain.
- Réduction du temps de parcours.
- L'amélioration de la sécurité et le confort des usagers.
- Aider le développement agricole de la zone grâce à une meilleure accessibilité à la zone

Chapitre III : Etude de trafic

Chapitre III : Étude du trafic

III.1 Introduction

Pour un bon dimensionnement de la chaussée, il est obligatoire d'étudier l'infrastructure routière, car l'étude de trafic est une évaluation et une analyse précise du volume de trafic supporté. Cette étude permet d'analyser les impacts positifs ou négatifs de l'implantation d'un projet sur les conditions de circulation du réseau routier.

Cette étude, nous permet de réaliser :

- Une mesure du niveau du trafic routier,
- Un recensement de la typologie du trafic (2 roues, véhicules lents, poids lourds)
- Une observation des comportements (vitesses pratiquées, heures de pointe)

III.2 Analyse des trafics existants :

L'étude du trafic est une étude importante dans le développement des projets de transport et de route en décrivant les conditions de circulation pour les usagers de la route, à partir de la taille, de l'origine de la route, de sa destination, de sa composition et des conditions de circulation, et cette étude dépend de la collecte de données.

III.3 Mesure des trafics :

- Comptages automatiques
- Comptages manuels
- Les enquêtes

III.4 Les différents types de trafics

- Trafic normale
- Trafic dévie
- Trafic induit.
- Trafic totale

III.5. Les donné de trafic

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2018 TJMA2018= 6412 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté = 4%
- La vitesse de base sur le tracé Vb=80 km/h
- Le pourcentage de poids lourds Z=22%
- L'année de mise en service sera en 2028
- La durée de vie estimée de 20 ans
- Catégorie C2
- L'environnement E2

III.5.1. Calcul de la capacité
Définition de la capacité

On l'appelle aussi la capacité de charge de la route et elle est destinée au nombre maximal de véhicules qui passent à un certain endroit de la voie publique, que ce soit dans une ou plusieurs directions de la route pendant une certaine période de temps, la capacité dépends de :

- Volume et flux du trafic
- Topographie et tracé de la route
- Types de véhicules et leurs vitesses
- Conditions météorologiques et revêtements routiers
- Problèmes de sécurité et antécédents d'accidents
- Considérations esthétiques et préférences de la communauté
- Coûts et ressources de financement
- Impact environnemental et durabilité
- Et entretien et maintenance
- Réglementations et normes gouvernementales.

III.5.2. Projection future du trafic
La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est **:**

- **TJMAh :** le trafic à l'année horizon. (Année de mise en service 2028)
- **TJMAo :** le trafic à l'année de référence**.** (Origine 2018)
- **n** : nombre d'année**.**
- **τ** : taux d'accroissement du trafic (%).

  AN:

  $TJMA2028= 6412(1+0,04)^{10}$

  TJMA2028= 9491 v/j

- Le trafic de l'année horizon pour une durée de vie de 20 Ans

  $TJMA2048= 9491\ (1+ 0,04)^{20}$

  TJMA2048 =20796 v/j

III.5.3. Calcule de trafic effectif :

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

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en (**U.V.P**). Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

Avec :

- **Teff :** trafic effectif à l'année horizon en (**U.V.P/J**).
- **Z :** pourcentage de poids lourd.
- **P :** coefficient d'équivalence pour le poids lourds en fonction de l'environnement.

Le tableau si dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence **P** pour poids lourds en fonction de l'environnement.

TABLEAU 1 III.1 : COEFFICIENT D'EQUIVALENCE P.L/UVP

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

AN :

D'après le tableau III.1 : Coefficient D'équivalence on prend P=5

Teff= [(1-0.22) + 5x0.22]20796

Teff = 39096 uvp/j

III.5.4. Débit de point horaire normal :

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

Avec :

- **Q :** débit de pointe horaire.
- **n :** nombre d'heure, (en général n=8heures).

- **Teff :** trafic effectif.

AN :

Q2048= 0.12 x39096

Q2048 =4692 uvp/h

III.5.5. Débit horaire admissible

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

Avec :

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

- **Valeurs de k1**

TABLEAU III.2 : VALEUR DE K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 0.95

- **Valeurs de k2**

TABLEAU III.3 : VALEUR DE K2

Environnement	1	2	3	4
E1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96

TABLEAU III.4 : VALEURS DE CAPACITE THEORIQUE

Caractéristique de la route	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

AN :

K1 : 0.85.

K2 : 0.99

Cth : = 1800

Qadm= 0, 85 x0.99 x 1800

Qadm= 1515 uvp/h par voie

III.5.6. Détermination nombre des voies

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Qadm et on adopter le profil auquel correspond la valeur de Qadm la plus proche à Q.

$$Qadm \geq Q$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$$n = S.Q/Qadm$$

Avec :

- **Qadm** : débit admissible par voie.
- **S** : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3.

AN:

N= S x (Q/Qadm/voie)

Avec S=2/3

N = (2/3) x (4692 /1515) =**2.06 voies**

Donc : N = 2 voie /sens

TABLEAU III.5 : RESULTAT D'ETUDE TRAFIC

TJMA 2018	TJMA 2028	TJMA 2048	Teff 2048	Q 2048	Q adm	Nombre des voies	L'année de saturation
6412 v/j	9491 v/j	20796 v/j	39096 uvp/j	4692 uvp/h	1515	2 voie /sens	2047

III.6.7 Calcul de l'année de saturation de 2 x 2 voies :

Teff 2028 = (1 –z) + p.z] x TJMA2028

Teff 2028 = (1 – 0.22) + 5 x 0.22] x 9491

Teff 2028=17843 uvp/j.

Q2028 = 0,12 x 17843

Q2028 = 2141 uvp/h.

$Q_{saturation}$ = 2x1515= 3030uvp/h

Q saturation = $(1 + \tau)^{n}$ (2/3) Q2028

N=19 ans

Donc la route sera saturée à l'horizon de 2047

III.6.8. Conclusion

Après le calcul de trafic, notre route sera donc de 2*2 voies avec une largeur de chaussée de 7m pour chaque sens.

Chapitre IV : Tracé en plan

Chapitre IV : Tracé en plan

IV.1. Introduction

Le tracé en plan des routes est une étape essentielle dans la conception et la construction des infrastructures routières. Le tracé en plan est réalisé à partir de données recueillies, analysées et interprétées par des professionnels de l'ingénierie routière. Cela permet de créer des plans détaillés qui serviront de référence pour les phases ultérieures de conception et de construction.

Le tracé en plan comporte :

- Des alignements droits
- Des arcs de cercle
- Des arcs de courbe a courbure progressive : essentiellement des arcs de clothoïde

IV.3. Les règles à respecter pour la trace en plan

Les standards nécessaires à notre projet sont abordés de manière détaillée dans le document ARP ; il est impératif que nous suivions ces directives aussi bien dans la phase de conception que lors de l'exécution du projet. Ci-dessous, nous avons compilé quelques exigences qui nous paraissent particulièrement pertinentes :

- Chaque courbe à plat présentant un rayon inférieur au seuil RHnd (rayon horizontal sans dévers) doit impérativement être complétée par des transitions en douceur.
- Il est essentiel que l'intégration de la nouvelle section de route dans le réseau existant soit effectuée avec soin.
- Il est préférable de ne pas franchir les oueds pour minimiser le recours aux ouvrages d'art.
- Évitez également les lieux susceptibles de subir des complications d'ordre géologique.
- Évitez de traverser à tout prix des terres agricoles ou des régions boisées.
- Il est également recommandé d'éviter autant que possible les propriétés privées.
- Il est conseillé de limiter le pourcentage de la longueur totale du tracé consacrée aux alignements à une proportion comprise entre 40% et 60%.

IV.3. Conception générale du tracé :

Notre projet s'agit d'une route de Type R, et d'une catégorie **R80**, avec une vitesse de base **VB= 80 km/h**. Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes selon les normes **ARP-1994**.

IV.4. Rayons de courbures

Pour notre projet catégorie **R80**, les valeurs limitent des rayons, qui traduisent principalement des objectifs de confort et de sécurité, sont les suivantes :

Tableau IV.1. : Valeurs des rayons ARP

Paramètres	Valeurs
Le rayon minimum (m) Rm	240
Le rayon au dévers minimal (m) Rdm	650
Le rayon non déversé (m) Rnd	900

IV.5. Critère de conception pour les projets de routes neuves

- Le tracé en plan doit recourir préférentiellement à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de zones de visibilité de dépassement)
- Éviter, en extrémité d'alignement droit important (plus de 1 km) ou en bas de longue descente rapide, les courbes de rayon inférieur à 300 m ; en extrémité d'alignement plus court (0,5 à 1 km), éviter les courbes de rayon inférieur à 200 m ;
- Rechercher en extrémité de très longs alignements droits un rayon d'au moins 600 m, voire davantage selon les cas, pour un virage qui serait situé en extrémité d'un tel alignement ;
- Lorsque le recours à une courbe de rayon réduit (R < 125 m) s'avère nécessaire à la suite d'un alignement droit, recherché un rayon au moins égal au quart de la longueur d'alignement droit.
- Lorsque deux courbes de rayons R et R' se succèdent (éventuellement séparées par un alignement droit), satisfaire à la condition de progressivité des rayons : $0,67 < R/R' < 1,5$;

IV.6. Valeurs des divers :

TABLEAU IV.2 : VALEUR DES DEVERS ASSOCIE

Paramètres	Symboles	Valeurs %
Devers minimal (%)	Dmin	2,5
Devers maximal (%)	Dmax	7

Tableau IV.2 : Valeur des dévers associe

IV.7. Raccordement progressif (ARP R80 2×2 voies)

- Le tableau suivant donne les caractéristiques géométriques utilisées par le logiciel Autopiste :(ARP R80 2×2 voies).
- Dévers en alignement : → 2,5%
- Dévers maximum : → 7%
- Longueur des clothoïdes : → L = inf. (12 $R^{0.4}$, 133

Dévers	2.50 %	2.50 %	3.00 %	3.50 %	4.00 %	4.50 %	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	7.00 %
Rayon	900.000	650.000	546.304	471.141	414.159	369.474	333.492	303.896	279.125	258.088	240.000
Clothoïde	133.000	133.000	133.000	133.000	133.000	127.707	122.579	118.106	114.157	110.634	107.465
Variation	70.000	70.000	77.000	84.000	91.000	98.000	105.000	112.000	114.157	110.634	107.465

FIGURE IV.1 : LA TABLE (ARP R80 2×2 VOIES).

TABLEAU 2 IV.2 : LES RAYONS CHOISIS

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
RYON(m)	300	265	900	240	240	732	3960	330	900	308	900	1297

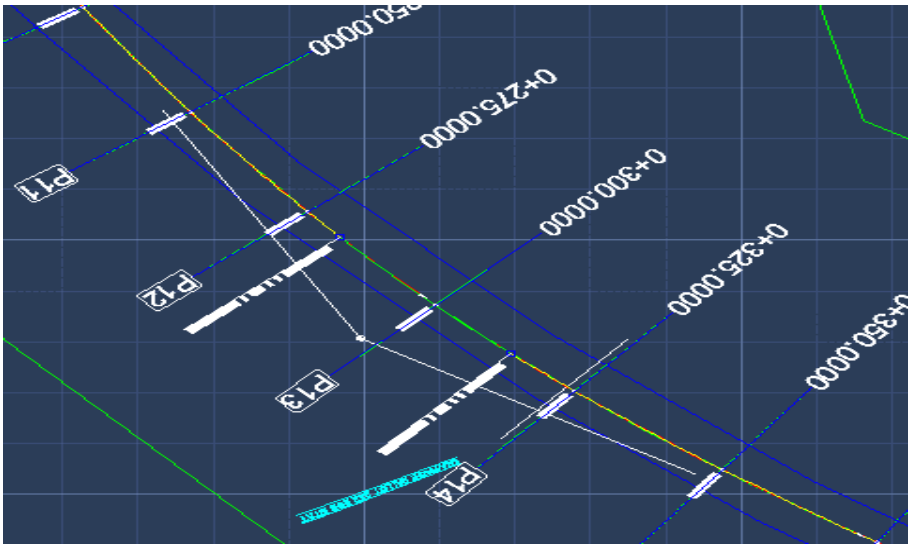


FIGURE IV.2 EXEMPLES DE RAYON 1

III.8. Tableau Récapitulatif

TABLEAU III.3 : TABLEAU RECAPITULATIF

Catégorie de la route	R80
Vitesse de référence	80 km/h
Rayon horizontal minimal absolu (dmax) Rhm	240
Rayon au divers minimal (d min) Rdm	650
Rayon non déversé (d min –2.5 %) Rnd	900
Dévers max associé	7
Dévers min associé	2.5

Chapitre. V : Profile en long

Chapitre. V : Profile en long

V.1.Définition

Il s'agit d'une coupe longitudinale du sol selon le plan perpendiculaire passant le long de l'axe de la route, cette coupe montre la ligne naturelle du sol (la forme du champ naturel) et la ligne du projet (la forme de la future route).

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

- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

V.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long

Afin d'éviter les défauts qui résultent d'une mauvaise coordination établie dans le plan, il convient d'assurer une bonne coordination du tracé en plan et du profil en long Prise en compte de l'emplacement des points d'échange, les règles suivantes sont à suivre :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe
- Porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan

V .4. Caractéristiques géométriques

Notre projet s'agit d'une route de Type **R**, et d'une catégorie **R80 2x2 Voies**, avec une vitesse de base **VB = 80 km/h**. Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes **ARP-2015**

TABLEAU V .1 : PARAMETRE GEOMETRIQUE DE PROFIL EN LONG

Paramètres	Valeurs
Déclivité maximale	6%
Rayon minimal en angle saillant (en m)	3000
Rayon minimal en angle rentrant (en m)	2200

V.5 Paramètres fondamentaux

V.5.1 Déclivités minimales

Une déclivité nulle est a exclure car elle nous assure pas un écoulement approprié pour les eaux pluviales.

- On adopte généralement à une pente longitudinale minimale de 0.5% de préférence 1% si le relief nous le permet

  Dans les longues sections en déblai : au moins 0,5 % pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterrer du côté aval ;

  Au moins 0,5 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

Chapitre VI : Profil en travers

Chapitre VI : Profil en travers

VI.1 Introduction

Le profil en travers est l'un des éléments de base de la conception et de la planification d'infrastructures linéaires telles que les chemins de fer et les routes…etc, car il s'agit d'une section verticale sur la route perpendiculaire à la ligne médiane de la route. (L'axe) de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

VI.2 Les éléments constitutifs du profil en travers

VI.2.1 La chaussée

Il s'agit de l'espace configuré de la route utilisé principalement pour la circulation des véhicules. La route pourrait être conçue avec une seule voie ou deux voies, séparées par une bande de terre centrale. Dans le cadre de notre projet, nous travaillons avec une route à 2*2 voies, ayant une largeur de chaussée de 7 mètres.

VI.2.2 La largeur roulable

Il s'agit de la zone de la route qui comprend les extensions latérales de la chaussée, la surface de roulement elle-même et la bande d'arrêt d'urgence.

VI.2.3. Plateforme

C'est la partie de la route située entre les fossés ou sommets des talus surélevés, englobant la chaussée, les bordures de route, éventuellement les terre-pleins centraux et les bandes d'arrêt d'urgence.

VI.2.4. L'assiette

Il s'agit route délimitée par les de la partie des travaux de terrassement.

VI.2.5. L'emprise

C'est la partie du terrain naturel destinée à la route et à ses structures connexes (rampes, chemins d'accès, canaux d'évacuation, etc.) qui se trouve à l'intérieur de la propriété publique.

VI.2.6. Les accotements

Les bordures sont les zones sur les côtés de la surface de la route qui jouxtent la chaussée, elles peuvent également être nivelées avec le sol ou surélevées. Leurs éléments typiques incluent :

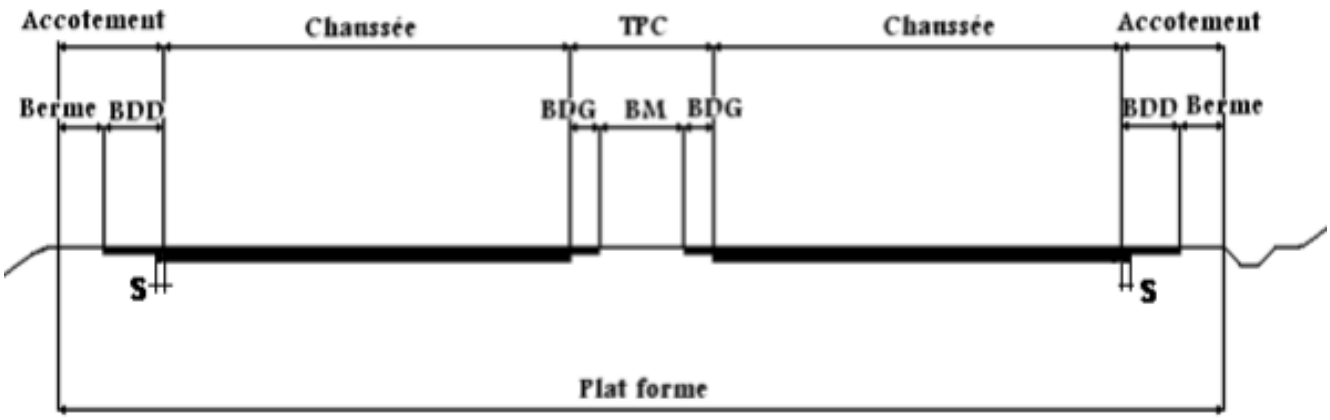
- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt d'urgence.
- Une bande extérieure.

VI.2.7. Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées

VI.2.8. Le fossé :

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



FIGURES VI.1. : ELEMENT EN PROFIL EN TRAVERS

V.3.Classification du profil en travers

Ils existent deux types de profil en travers :

- **Profil en travers type** : Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

- **Profil en travers courants** : Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

V.4.Application au projet

Les éléments du profil en travers type du projet seront comme suit :

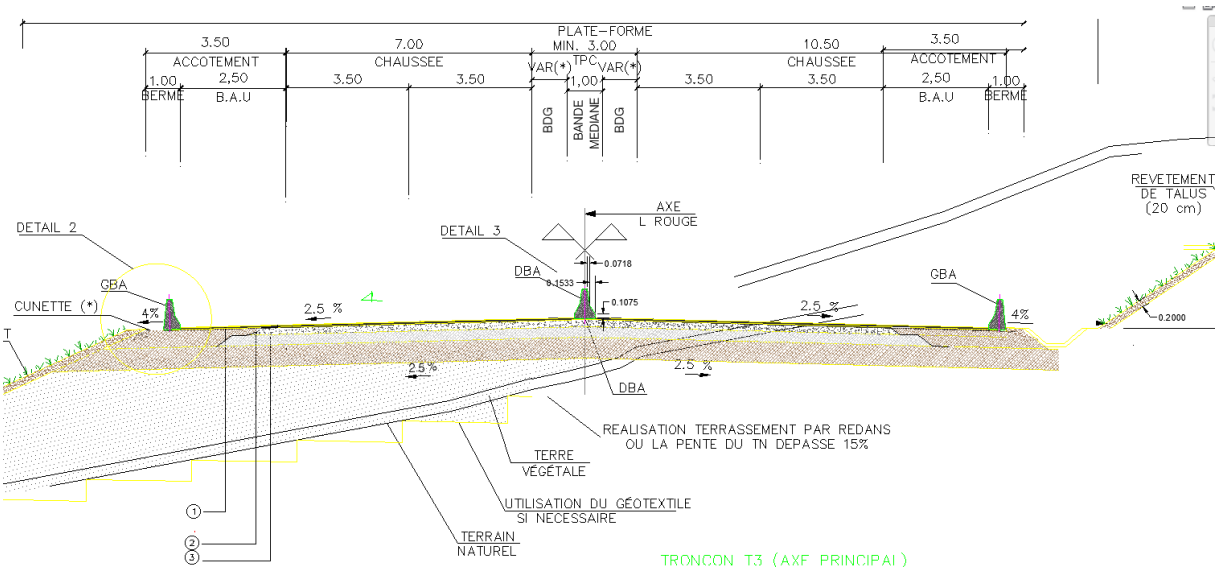
• La largeur de la chaussée est de	(3.5×2) × 2=	14m
• Deux bandes de guidage de 0.5 m chacune.	0;5 x 2=	1m
• Le TPC est de 2 m.	2 x 1=	2m
• Deux **B.A.U** 2.5 m chacune	2 .5 x 2=	5m
• Berme 1m	1 x 2=	2m

- La largeur de la plateforme est de 24 m

V.5. Dévers :

Tableau VI.1 : Les dévers des éléments du Profil en travers type.

Chaussée	2,5 % vers l'extérieur.
L'accotement	BAU : Devers de la chaussée.
	Berme : 4%



FIGURES VI.1: PROFIL EN TRAVERS TYPE PROPOSE

VI.6 Pentes transversales et devers en courbe :

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

FIGURES VI.2 : PENTES TRANSVERSALES ET DEVERS EN COURBE (ARP)

Chapitre VII : Cubature

Chapitre VII : Cubature

VII.1. Introduction

Le terrain naturel est toujours modifié afin de construire des structures et cela apparaît dans les profils en long et en travers des voies de circulation, et cela se fait en ajoutant le terrain au sol naturel (remblai), ou en creusant le terrain au-dessus de la côte du projet et cela s'appelle le déblai, et afin d'établir ces voies doit déterminer le volume de la terre situé entre le tracé du projet et le terrain naturel et cela s'appelle le calcul des Cubatures des terrassements.

VII.2. Méthode de calcul des cubatures

Le calcul du cube nécessite les informations suivantes : profil en travers, profil en long et distance entre les profils, mais avant de calculer le volume de terre compris dans le déblai ou dans le remblai il faut déterminer les surfaces des différents profils en travers.

Les méthodes qui nous allons utiliser sont celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente un inconvénient de donnés des résultats avec une marge d'erreurs, pour être en sécurité on prévoit une majoration des résultats.

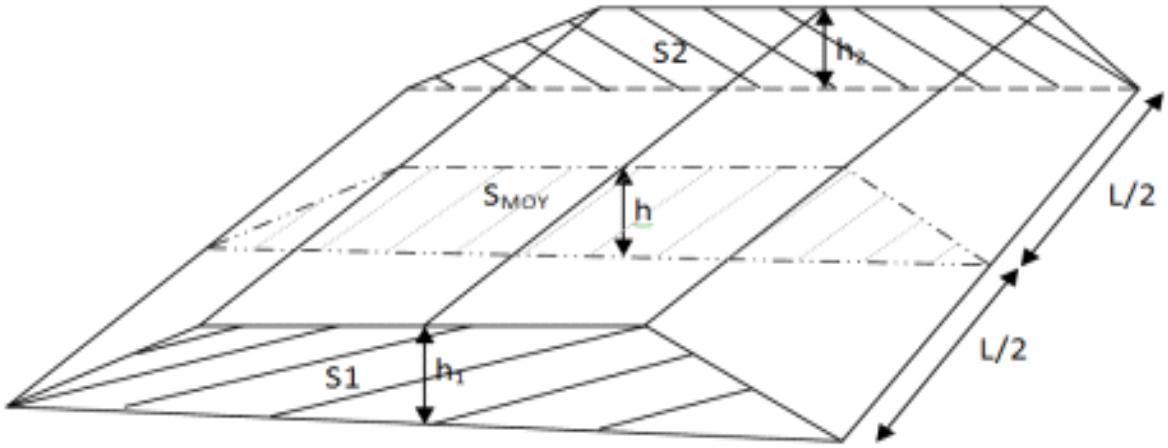
VII.3. Description de la méthode

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

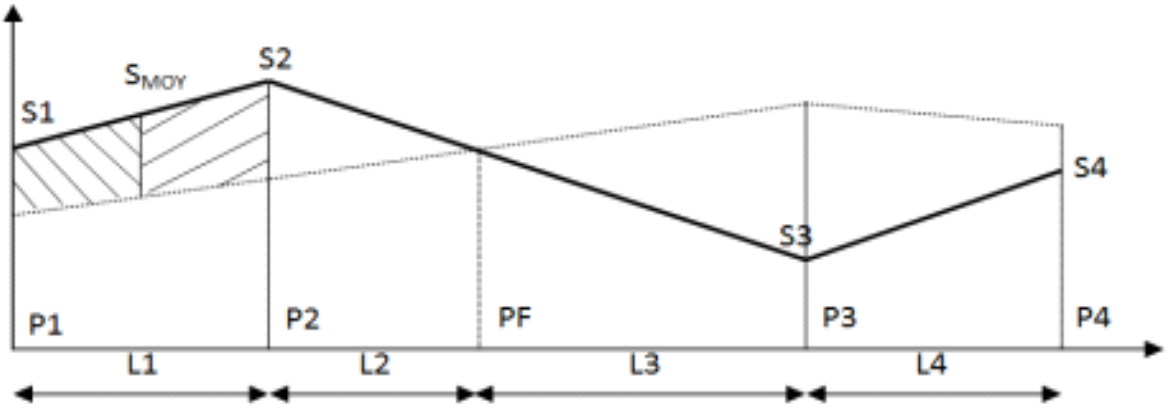
$$V=H/6x\ (S1+S2+4S0)$$

Avec:

- **H** : hauteur entre deux profils.
- **S0** : surface limitée à mi- distances des profils.
- **S1, S2** : surface des deux profils.



FIGURES VII.1 : LA MOYENNE DES AIRES (PROJECTION HORIZONTAL)



FIGURES VII.2 : LA MOYENNE DES AIRES (PROJECTION VERTICALE)

- **PF :** profil fictive, surface nulle.
- **Si** : surface de profil en travers Pi.
- **Li** : distance entre ces deux profils.
- **SMOY** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines

Les deux expressions SMOY et (S1+S2) /2 ; Ceci donne :

Vi= Li/2× (Si+ Si+1)

Donc les volumes seront :

Entre P1 et P2 : **V1= L1/2× (S1+ S2)**

Entre P2 et PF : **V2= L2/2× (S2+ 0)**

Entre PF et P3 **: V3= L3/2× (0+ S3)**

Entre P3 et P4 : **V4= L4/2× (S3+ S4)**

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

V= (L1 /2) S1 + ((L1+L2) /2) S2 + ((L2+L3)2) × 0 + ((L3+L4)/ 2) S3 + (L4/ 2) S4

Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

VII.4. Calcul des cubatures des terrassements :

- **Remblais** = 1 878 310 m^3
- **Déblai** = 4 095 913 m^3

Chapitre VII : étude géotechnique

Chapitre VIII : Étude géotechnique

VIII.1. Introduction

L'étude géotechnique est de déterminer l'état des couches et les propriétés physiques et mécaniques du sol sous la surface de la zone à travailler, en tenant compte des restrictions et difficultés existantes et en obtenant le plus d'informations de chantier au moment le plus précis. Coût le plus bas possible.

VIII.2 Objectifs

- Déterminer la composition du sol,
- Évaluer les propriétés géotechniques du sol,
- Déterminer la présence d'eau,
- Établir les paramètres de base tels que la contrainte admissible et le calcul des tassements.
- Déterminer les emplacements des sources de matériaux et évaluer la disponibilité de ces gisements.

VIII.2. Moyens de reconnaissance

- Les essais de laboratoire.
- Les essais in situ.
- Les visites de site.
- L'étude des archives.
- L'étude des documents.

VIII.1 Essai in-situ

VIII.1.1 Programme de reconnaissance

Le programme de reconnaissance fût arrêté par le nôtre Bureau d'études S.E.T.S de Sétif. Dix puits profonds doivent être forés avec une pelle mécanique d'une profondeur allant d'un mètre à deux mètres, et des échantillons de sol ont été prélevés dans différents types de puits.

VIII.1.2 Description des sols rencontrés

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

TABLEAUX VIII.1 : RESULTATS PUITS DE RECONNAISSANCE

N° Puits	PK	Profondeur en (m)	Interprétation
Puits 1	**PK 1+020**	0.0 – 0.7m	Remblai
		0.7 – 2.0m	Marne
		1.0 – 2.0m	Limon argileux encroutée
Puits 2	**PK 3+750**	0.0 – 0.4m	Terre végétale
		0.4 – 2.0m	Argile
Puits 3	**PK 7+500**	0.0 – 0.4m	Remblai
		0.4 – 2.0m	Argile marneuse
Puits 4	**PK 11+805.42**	0.0 – 0.4m	Terre végétale
		0.4 – 2.0m	Limon argileux
Puits 5	**Pk14+025.42**	1.0– 0.3m	Terre végétale
		0.3 –2.0m	Limon argileux
Puits 6	**PK 16+317.23**	1.0– 0.4m	Terre végétale
		0.4 – 1.2m	Limon argileuse avec présence de grès.
		1.2 – 2.0m	Argile limoneuse
Puits 7	**PK 18+597.23**	1.0– 0.20m	Terre végétale
		0.2 – 1.2m	Limon graveleux
		1.2 – 2.0m	Argile marneuse
Puits 8	**Pk20+697.23**	1.0– 0.4m	Remblai
		0.4 – 2.0m	Argile



FIGURES VIII.1 : EXEMPLE DES PUITS

VIII.1.3. A partir des sondages carottés

On trouve les résultats suivants :

TABLEAU VIII.2.LES RESULTATS DE SONDAGE CAROTTES

Localisa	N° Sond	Profond	Description
PK2+000	SC01	0.00 – 1.50	Terre végétale
		1.50 –10.00	Marne argilo-limoneuse rougeâtre légèrement graveleuse à Débris coquillers
	SC02	0.00 – 1.50	Terre végétale
		1.50 –10.00	Marne argilo-limoneuse rougeâtre légèrement graveleuse à Débris coquillers
Entre PK9+300 et PK9+800	SC01	0.00 – 3.00	Terre végétale
		3.00 –40.00	Marne argilo-limoneuse verdâtre à grisâtre légèrement Graveleuse gypseuse
	SC02	0.00 – 3.00	Terre végétale
		3.00 –40.00	Marne argilo-limoneuse verdâtre à grisâtre légèrement Graveleuse gypseuse
	SC03	0.00 – 2.50	Terre végétale
		2.50 –40.00	Marne argilo-limoneuse verdâtre à grisâtre légèrement Graveleuse gypseuse
PK10+400	SC04	0.00 – 1.80	Terre végétale
		1.80 –30.00	Marne argilo-limoneuse verdâtre à grisâtre légèrement Graveleuse gypseuse

VIII.1.4. Essai pressiométrique

L'essai pressiométrique est un essai de chargement in situ effectué au sein même du terrain grâce à la réalisation préalable d'un forage. L'analyse des résultats permet d'obtenir, pour une profondeur donnée, Le tableau suivant présente les résultats de l'essai

TABLEAUX VIII.3. RESULTATS DE L'ESSAI PRESSIOMETRIQUE

Localisation	Profondeur (m)	PL (bars)		E (bars)	
		Min	Max	Min	Max
PK2 + 200	0.00 – 9.00	1.50	9.10	83.40	197.20
	11.00 – 15.00	10.20	14.90	181.80	299.00
PK4 + 600	1.00 – 11.00	1.10	9.20	34.10	217.20
	13.00 – 15.00	14.30	19.10	212.20	253.70
PK6 + 500	1.00 – 11.00	0.80	9.20	39.40	226.40
	11.00 – 15.00	11.30	13.10	179.10	225.80
PK7 + 300	1.00 – 5.00	1.70	5.80	57.30	108.00
	8.00 – 15.00	7.30	15.90	106.20	325.50

VIII.2. ESSAIS au LABORATOIRE

VIII.2.1 Programme des essais

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués :

- Teneur en eau naturel) NF P 94-050)
- Analyse granulométrique par tamisage mécanique (NF P 94-056)
- Limite d'Atterberg (NF P 051)
- Essai Proctor Modifié (NF P 9093)
- Essai CBR imbibé. (NF P 078)
- Coefficient de fragmentabilité des matériaux rocheux. (NF P 94-066)
- Coefficient de dégradabilité des matériaux rocheux. (NF P 94-067)

VIII.2.2. Caractéristiques physiques des sols

L'évaluation des valeurs caractéristiques de différents facteurs permet de fournir les facteurs d'évaluation suivants pour ce type de sol testé :

- **Teneur en eau**

Dans une plage de variation de 16 à 29%. La valeur élevée est, tout à fait évident, due à cette période de prélèvement.

-

- **Plasticité**

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

LL=41 à 68

IP=13 à 31

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

La granulométrie

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

Le pourcentage des éléments inférieurs à80µvarie entre 77% et 99%----- Argiles et argiles marneuses, très plastiques. (A3h, A3th)

87≤ %<2mm ≤ 99% ----- Sols à tendance argileuse.

Au K5 (PK 14+025.42), K6 (PK 16+317.23) :

Le pourcentage des éléments inférieurs à80µ égale à 36 ----- Argiles a silex, argiles à meulière éboulis, moraines, alluvions grossières. (C1A2h, C1B6h)

%<2mm =52% ----- Sols à tendance sableuse.

Au K8 (PK 20+697.23) :

Le pourcentage des éléments inférieurs à80µ égale à 93 ----- sable fins argileux, limons, argile et marnes peu plastiques, arènes. (A2th)

%<2mm =98% ----- Sols à tendance argileuse.

VIII.2.3. Caractéristiques mécaniques

Ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95% de l'OPM sur le sol support.

Résultats

- **Essai Proctor modifié :**

Sera déterminé au γd maximum et la teneur en eau correcte des matériaux.

γd=1.51 à 1.89 t/m3

W%=15 à 20 %

- **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 3 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors des essais Proctor.

Essai CBR à 95% OPM ≤5 pour K2 K3 K5

VIII 2.4. Classification des sols support

Nous avons utilisé la classification dite « GTR »
Selon cette dernière, le sol analysé est classé.

Tous les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

TABLEAUX VIII.4: CLASSIFICATION DES SOLS.

Puits	Wn %	Granularité			Argilosité		OPN		I.CBR	GTR
		Dmax	%2mm	80µ	LL%	IP%	γd (t/m3)	W%		
K1	16.20	(Roche argileuse peu fragmentable peu dégradable) FR=4≤7 DG=3≤5								R33
K2	29.59	≤50mm	99 %	97.74%	66.06	31.17	1.59	20.5	1.67	A3th
K3	25.46	≤50mm	90%	78.52%	68.83	28.03	1.89	19.4	2.91	A3h
K4	21.93	≤50mm	87 %	77.50%	61.45	28.55	1.71	17.6	5.51	A3h
K5	21.16	≥50mm	47%	35.48%	53.35	22.42	1.63	19.2	2.92	C1B6h
K6	18.69	≥50mm	52%	36.49%	44.00	15.56	1.78	15.8	16.73	C1A2h
K7	18.82	ρd=1.35								R13
K8	26	≤50mm	98%	93%	57.57	19.77	1.68	16.8	5.48	A2th

VII.3 terrassements

VII.3.1 décapages (déblai/ remblai)

Prévoyez enlever la couche meuble superficielle et de la terre végétale (20 cm) avant de commencer les travaux.

VIII.3.2 Excavation

Compte tenu de la nature meuble des terrains à excaver, l'excavation sera réalisée par petites sections à l'aide d'un bulldozer.

VIII.3.3. Réemploi

Suite aux résultats de la classification GTR on trouve

TABLEAUX VIII.5: RECOMMANDATION SELON GTR

Puits	Localisation	Nature de Profil	Classe de sol	Recommandation GTR
K1	**PK 1+020**	Déblais	R33	Utilisable pour remblai et couche de forme
K2	**PK 3+750**	Déblais	A3th	Inutilisable en état
K 3	**PK 7+500**	Déblais	A3h	Utilisable pour remblai et couche de forme

Selon le GTR, les matériaux des puits K1 classé R33 et K3 classé A3h les matériaux testés sont communément appelés « tuf » Ils ont de bonnes caractéristiques physiques donc il serait intéressant de les réutilisées en remblai et/ou en couche de forme,

VIII 3.3.1. Réutilisation en remblais

La classification des sols R_{33}, A_3h

TABLEAUX VIII.6: CONDITION D'UTILISATION DES SOLS R33, A3H EN REMBLAI.

Puits	Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai
K1	**R33**	Marnes rocheuses ou roches argileuses, évolutives, dont la mise en remblai comporte un risque qu'il convient d'apprécier avant chaque chantier. Les conditions d'utilisation proposées doivent être accompagnées d'une réflexion approfondie sur les métho des d'extraction les plus appropriées en particulier en vue de la fragmentation, et sur la conception globale des	++	Pluie fort	Situation ne permettant pas une mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
			+	Pluie faible	**Solution 1 :** traitement **R :** couche moyennes **C :** compactage moyen
			= Où -	ni pluie ni évaporation importante	**R :** couche moyennes **C :** compactage instance

		remblais (couches drainantes, stabilisation des talus "imperméabilisations") Ces matériaux présentent d'autant moins de risque d'évolution qu'ils sont mieux fractionnés (viser un matériau de granularité continue ou riche en fines), bien compactés et humides à la mise en œuvre. L'étude spécifique préalable de ces roches est souvent nécessaire pour définir la conception du remblai, la granularité à obtenir et les moyens nécessaires correspondants, et le mode de compactage.			

					C : compactage moyen
K2	**A3h**	Sols difficiles à mettre en œuvre en raison : • De leur caractère collant ou glissant Dû à leur grande plasticité et à leur faible perméabilité • De leur portance faible Le drainage préalable ne permet pas de réduire utilement la teneur en eau W.	++	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisante
			+	Pluie faible	**C :** compactage faible **H :** remblai de hauteur faible (≤5 m)
			=	ni pluie ni évaporation importante	**Solution 1 :** traitement **T :** traitement à la chaux **C :** compactage moyen
					Solution 2 : utilisation en l'état **C :** compactage faible.

					H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m**).**
			–	Evaporation importante	**Solution 1 :** traitement **T :** traitement à la chaux **C :** compactage moyen
					Solution 2 : aération **E :** extraction en couches **W :** réduction de la teneur en eau par aération **R :** couches minces **C :** compactage moyen **H :** remblai de hauteur moyenne (≤10 m)

VIII .3.3.2 Réutilisation en couche de forme :

Sol de la Classe R33, A3h

TABLEAUX VIII.7: CONDITION D'UTILISATION DES SOLS R33, A3H EN COUCHE DE FORME

Puits	**Classe de sol**	**Observations générales**	**Situation météorologique**		**Conditions d'utilisation en couche de forme**
K1	**R33**	Ces matériaux issus de roches calcaires ou argileuses très tendres nécessitent un traitement avec un liant hydraulique pour pouvoir être utilisés en couches de forme. Le traitement s'effectue le plus généralement en place. La faible résistance de la roche mère permet d'absorber dans les malaxeurs à outils animés des blocs relativement importants.	+	Pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maitrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).
			=	ni pluie ni évaporation importante	**G :** Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du

					matériau avec le liant. **W** : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange matériau + liant **T :** Traitement avec liant hydraulique. **S** : Application d'un enduit de cure gravillon né éventuellement clouté

K4	**A3h**	La sensibilité à l'eau et la plasticité élevée des sols de cette classe implique un traitement associant chaux et liant hydraulique pour pouvoir les utiliser en couche de forme. Pour les plus plastiques d'entre eux un traitement à la chaux seule peut être envisagé notamment s'il n'y a pas de risques d'apparition de gel peu après la réalisation. Ces sols se traitent exclusivement en place. Lorsqu'ils sont dans un état humide, la chaux est très efficace pour faciliter leur malaxage et ajuster leur état hydrique. Lorsqu'ils sont dans un état sec leur emploi en couche de forme est à déconseiller en raison de la difficulté qu'il y a à les humidifier de manière homogène.	+	Pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)
			= Où –	Pas de pluie	**Solution 1 :** **T :** Traitement mixte : chaux + liant hydraulique **S :** Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté
					Solution 2 : **T :**

					Traitement à la chaux

VII.4. Stabilité des pentes

VII.4.1. Remblai

Les remblais dépassant les 10 m de hauteur sont localisés aux PK suivants :

TABLEAUX VII.8. LES REMBLAIS DEPASSANT LES 10 M DE HAUTEUR

PK	Hauteur à l'axe (m)
5+075	20.27

VII.4.1. Assise des remblais

Les coupes des sondages carottés et des puits de reconnaissance géotechnique implantés tout le long du tracé, ont révélé une couche superficielle essentiellement marne argileux limoneuse et terre végétale.

Sur l'argile, il y a une couche superficielle de terre végétale Avant la mise en place des remblais, on procédera d'abord au décapage de la terre végétale sur une épaisseur moyenne de 0.30 m, Il est stocké temporairement et sert de couverture pour le remblai et le déblai.

Sur les talus de remblais, seront réalisées des descentes d'eau (du côté des dévers), dont les eaux déverseront dans le fossé bétonné en aval du remblai ; ainsi qu'un revêtement des talus contre l'érosion de surface avec une couche de terre végétale d'environ 0.07 m d'épaisseur est de rigueur.

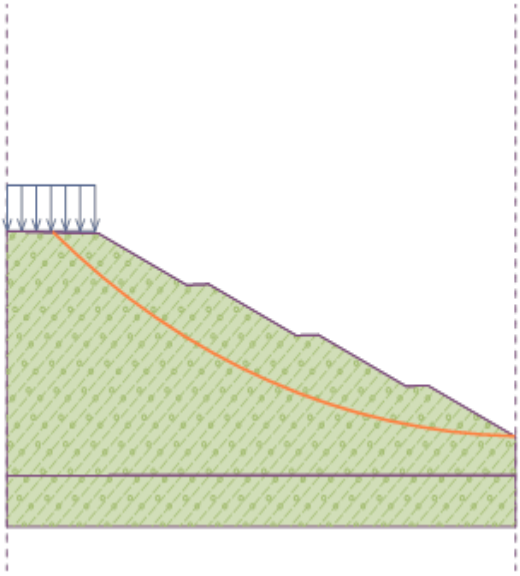
TABLEAUX VII.9. PARAMETRES DU SOL AU REMBLAI

γ	φ_{ef}	Cef	γ_{sat}
18.00 KN/m3	30.00 °	5.00 KPa	20.00 KN/m3

VII.4.2. Pentes des talus :

L'étude de stabilité des remblais s'est effectuée sur les hauteur supérieure à 10.00 m,

Nous allons vérifier la stabilité de profil que représente la hauteur de remblai la plus importante, à savoir au PK 5+075 le profil N°206, cette hauteur est de 20.27 m pour cela on utilise le logiciel GEO 05.



Vérification de la stabilité des pentes (toutes méthodes)		
Bishop :	FS = 3.85 > 1.50	ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 3.85 > 1.50	ACCEPTABLE
Spencer :	FS = 4.02 > 1.50	ACCEPTABLE
Janbu :	FS = 3.84 > 1.50	ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 4.06 > 1.50	ACCEPTABLE

FIGURES VII.2. RESULTATS D'ETUDE DE STABILITE DE REMBLAI (GEO 05)

VII.4.2. Déblais

La pente des talus de déblais dépend de plusieurs facteurs, tels que :

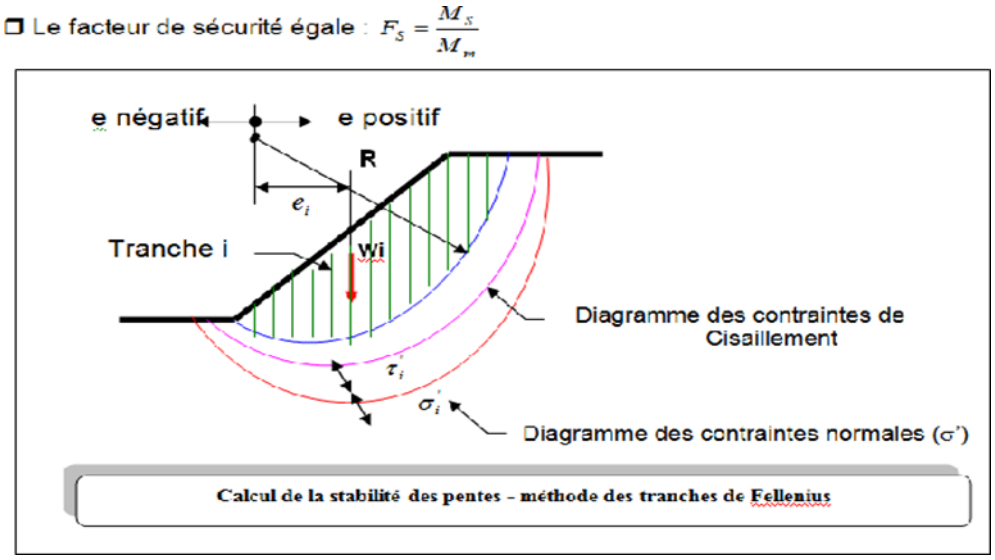
- La hauteur des déblais qui dépasse parfois les 26 m de hauteur.
- La lithologie du terrain

Vu la présence de la roche, la pente stabilisatrice à adopter sur tout le linéaire du tracé est de (1V : 2H) ; avec des bermes de 2 m de largeur chaque 10 m de hauteur au droit des déblais de plus de 10 m de hauteur.

VII.4.2.1. Stabilité des talus déblais

L'analyse de la stabilité des talus de déblais, s'est opérée moyennant le logiciel GEO 05

FS > 1.5



FIGURES VII.3. CALCUL DE STABILITE DES PENTES

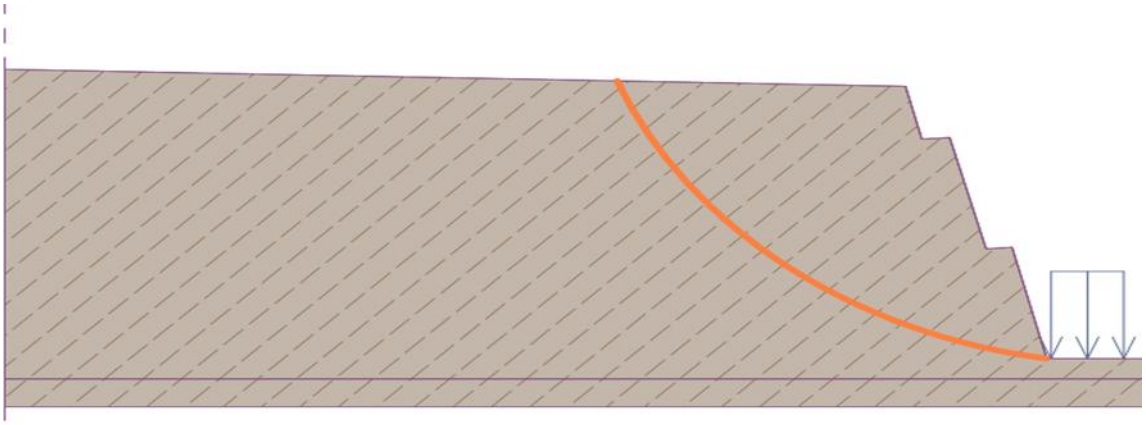
La vérification de la stabilité, s'est opérée sur les profils dépassant les 10 m de hauteur au talus. Le profile le plus défavorable localisé dans le **PK 4+125.**

Les caractéristiques géotechniques impliquées dans le calcul de stabilité sont insérées dans le tableau ci-après :

TABLEAUX VII.10. PARAMETRES DU SOL AU DEBLAI

γ	φef	Cef	γsat
18.00 KN/m3	30.00 °	700 KPa	20.00 KN/m3

Nous allons vérifier la stabilité do profil cela on utilise le logiciel GEO 05.



Vérification de la stabilité des pentes (toutes méthodes		
Bishop :	FS = 3.85 > 1.50	ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 3.85 > 1.50	ACCEPTABLE
Spencer :	FS = 4.02 > 1.50	ACCEPTABLE
Janbu :	FS = 3.84 > 1.50	ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 4.06 > 1.50	ACCEPTABLE

FIGURES VII.3 RESULTATS D'ETUDE DE STABILITE DE DEBLAI (GEO 05)

Les calculs de stabilité effectués sur le profil énuméré ci-dessus, ont abouti à des facteurs de sécurité **(Fs) > 1.5** attestant de la stabilité des talus

VII.4.2.2. Interprétation des résultats

Avec la pente (2H/1V), les coefficients de sécurité sont tous acceptables sous les charges normales selon le calcul de stabilité, Ceci nous permet de qualifier la situation du terrain dans l'état actuel comme stable.

VII.4.2.3. Drainage des talus de déblais

Pour assurer la stabilité des talus à long terme, des mesures de drainage contre les eaux superficielles, doivent être associées, à savoir :

- Un fossé de crête de talus de déblai en béton, qui va recevoir toutes les eaux amont du déblai.
- Des descentes d'eau au droit du talus, celles-ci seront acheminées vers les semi-buses à l'endroit de la berme, et vers le fossé en aval du talus de déblai. Les descentes d'eau seront espacées de 25 m.
- Une végétalisation des parois de talus moyennant l'implantation d'arbustes.

VIII.3. Conclusion

Une étude géotechnique est nécessaire pour mesurer des avant-projets sommaires de base afin de choix le profil long et le processus en général en fonction des coûts. On peut aussi dire que la géotechnique est une science de l'information réalisée en laboratoire et certaines des données collectées au cours du laboratoire. L'étude géotechnique de site s'est basée principalement sur l'interprétation géomorphologique lithologique, la description des mouvements gravitationnels et l'estimation des tassements, le recensement des gîtes à matériaux et en fin le dimensionnement de la chaussée.

Chapitre IX : dimensionnement de corps De chaussé

Chapitre IX : Dimensionnement de la chaussée

IX.1 Introduction

Le dimensionnement d'une structure de chaussées vise à atteindre les objectifs de coûts restants et de bonnes conditions de confort et de sécurité des objectifs (durée de vie souhaitée de l'ouvrage) sous un certain nombre d'informations (trafic, climat, matériaux locaux et politiques d'entretien).

La qualité de la construction chaussée, passe avant tout par la reconnaissance du sol porteur et par un choix judicieux des matériaux utilisés, qui la rendent résistante aux agressions extérieures (l'environnement de la route et le climat essentiellement), et aux surcharges d'exploitation (trafic).

IX.2. Définition

- **Au sens géométrique :** la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** l'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges.

IX.3. Principe de la constitution des chaussées

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, surement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements.

IX.4. Les différents types des chaussées

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

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

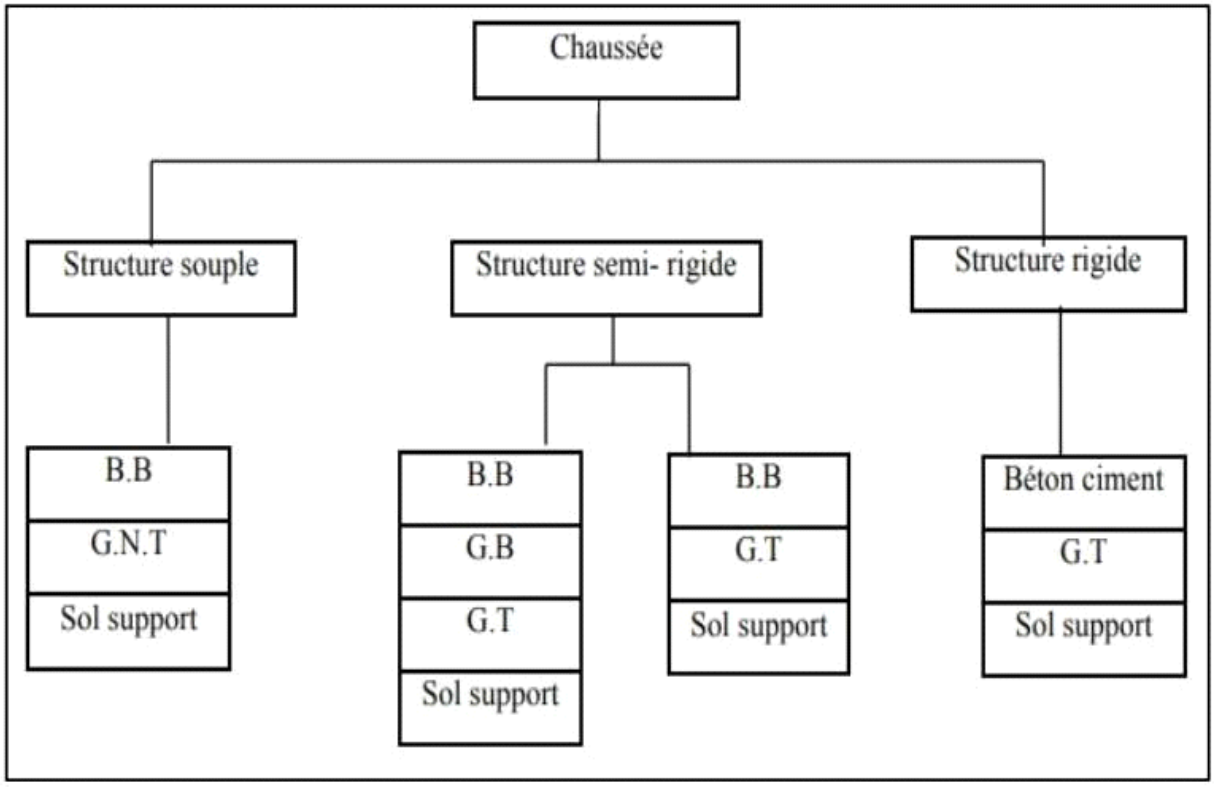


FIGURE IX .1 : SCHEMA RECAPITULATIF.

IX.4. Méthodes de dimensionnement

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement du corps de chaussée basées sur

La portance du sol support et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituants les déférentes couches.

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

- Méthode CBR améliorée
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTP

IX.4.1 Méthode de C.B.R

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

D'après les résultats obtenus lors des essais effectués sur les échantillons des puits

De reconnaissance nous remarquerons que les valeurs de l'indice CBR sont comprises entre 1,67 et 16.73.

Prenant ICBR= 1.67

L'épaisseur équivalente de la chaussée est donnée par la formule C.B.R améliorée suivante :

$$E = \frac{1O+(VP)\,(75+50\log(N/10))}{I+5}$$

- **E :** épaisseur totale équivalente de la chaussée (en cm) ;
- **P :** charge maximale par roue = 6,5t ;
- **I :** indice de portance C.B.R ;
- **N :** désigne le nombre moyen de poids lourds à l'année horizon.

On a :

AN :

Calcul du trafic du poids lourds à l'année 2048 :

TJMA2028=9491v/j

TJMA2028/sens= 9491x2/3

TJMA2028/sens=6327 v/j

TPL2028=%PL x TJMA2028/sens

TPL2028=0.22x6327

TPL2028=1392 pl/j/sens

TPL2048= TPL2028 $(1+T)^{2O}$

TPL2048= 3050 pl/j/sens

Donc

E= 91 cm

Donc l'épaisseur équivalente est Eéq= 91

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

e = a1 e1 + a2 e2 + a3 e3

Tel que :

a1, a2, a3 : sont des coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence

Le tableau suivant indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment	1.50
Grave bitume	1.5 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

TABLEAU IX .1 : CLASSIFICATION DES SOLS.

Pour résoudre l'équation, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3ème :

- e1=6cm béton bitumineux (BB) avec a1=2
- e2=12 cm grave bitume (GB) avec a2=1.5
- e3=en grave non traiter (GNT) avec a3= 1

91= 6 2 + 12 1.5 + 1 e3

e3 = 60

Donc la structure proposée est **6BB+12GB+60GNT**

L'épaisseur totale de la structure est **78 cm**

IX .4.2. Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

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

- Matériaux : traités au bitume (GB, BB), non traités (GNT, TVO…)
- Trafic : classé selon le nombre de (Pl /j/sens) à l'année de la mise en service.
- Portance du sol support : selon l'indice CBR (voir le tableau)
- Climat : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

IX.4.2.1 Choix de la structure :

A/ Détermination du réseau principal

TJMA2028=9491 véh/j > 1 500 véh/j → Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

TABLEAU IX .2 : RESEAUX PRINCIPAUX.

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

Choix des structures types par niveau de réseau principal :

Niveau de réseau principal (RPi)	Matériaux types	Structures
RP1	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GB , GB/GNT, GB/TUF, GB/SG, GB/AG
	MTLH (matériaux traités aux liants hydrauliques)	- GL / GL - BCg / GC
RP1	MNT(matériaux non traités)	GNT/GNT,TUF/TUF, AG/AG , SG/SG
	MTB (matériaux traités au bitume)	SB / SG

FIGURE IX .2 : TYPE DE STRUCTURE

Le type de matériaux choisis est les matériaux traités au bitume

D'après le tableau on peut choisir l'un des structures suivantes :

GB/GB ; GB/GNT ; GB/TUF ; GB/SB ; GB/AG

B/ Détermination de la classe de trafic TPLi pour RP1 :

- Pour une durée de vie de 20 ans.
- Taux de d'accroissement : 4 %
- Z= 22%

TJMA2028=9491v/j

TJMA2028/sens= 9491x2/3

TJMA2028/sens=6327 v/j/sens

On a une route unidirectionnelle à deux voies donc 90% du trafic PL sur la voie

Lente de droite

TPL2028=%Pl x 0.9xTJMA2025/sens

TPL2028=0.22x 0.9x6327

TPL2028=1253 Pl/j/la voie la plus chargée

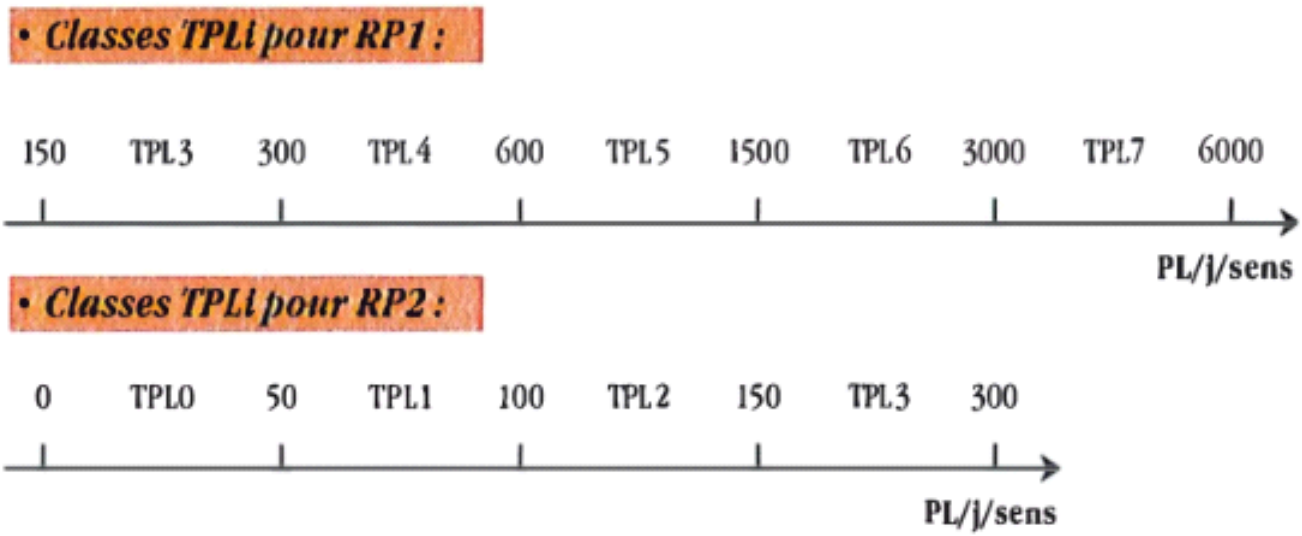


FIGURE IX.3: CLASSE DE TRAFIC POIDS LOURDS

→ Notre classe de trafic est TPL5.

C/Portance de sol support

D'après le rapport géotechnique on a : CBR= 1.67

Dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP : Novembre 2001), les classes de portance des sols sont répertoriées par ordre croissant comme suit :

TABLEAU IX. 3 : CLASSES DE PORTANCES DU SOL

Portance (Si)	CBR	Interprétation
S4	< 5	Très mauvaise portance
S3	5-10	Mauvaise portance
S2	10-25	Portance moyenne
S1	25-40	Bonne portance
S0	> 40	Très bonne portance

D'après le tableau : nous avons des sols de classe S4 et S3

Donc : le recours à une couche de forme est devenu nécessaire pour rendre la classe des sols S4 et S3 à S2 ou S1

La relation empirique suivante est utilisée pour déterminer la classe de support du sol :

$$E=5\times CBR$$

TABLEAU IX.4 : CLASSE DE PORTANCE A LONG TERME DU SOL SUPPORT

Class de portance (Si)	S4	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	15-25	25-50	50-125	125-200	>200

$E=5\times CBR= 1.67\times5=20 \rightarrow$ **E= 8.35 MPA**

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

FIGURE IX .4 : ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE FORME

Pour avoir la portance S2 il est recommandé de faire une couche de forme composée de matériaux non traités tels que le Tuf. Cette couche de 60cm (en deux couches de 30cm) sous la couche de fondation. Donc notre nouvelle portance est S2

D/ Zone climatique

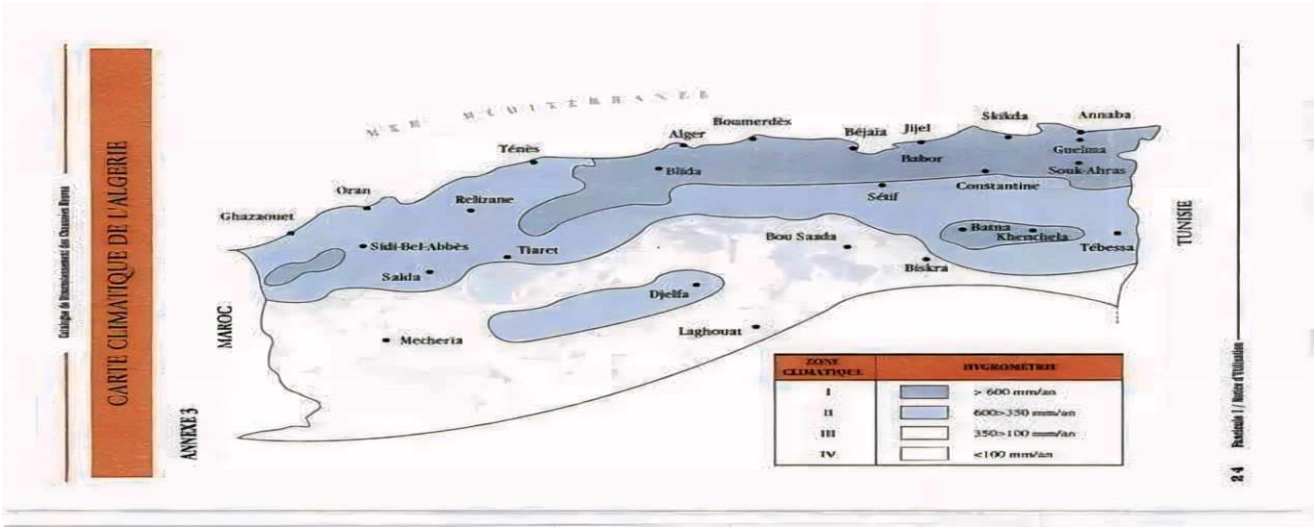


FIGURE IX .5. : POSITION DU PROJET DANS LA CARTE CLIMATIQUE DE L'ALGERIE

La pluviométrie de Mila entre 350 et 600 mm par an.

TABLEAU IX.5 : ZONES CLIMATIQUES DE PLUVIOMETRIE DE L'ALGERIE.

Zone Climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
I	> 600	Très humide	Nord
II	350 - 600	humide	Nord, hauts plateaux
III	100 - 350	Semi-aride	Hauts plateaux
IV	< 100	aride	Sud

	Zone climatique		
Température équivalente θeq (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

FIGURE IX.6: CHOIX DE TEMPERATURE EQUIVALENT

Donc : Notre zone climatique est la zone II

E/Choix de type de structure :

Types de Matériaux	Fiche structure n°	Type structure	Zones climatiques (*)
1 - MTB (Matériaux traités au bitume)	1	GB/GB	I , II
	2	GB/GNT	I , II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SG1	IV
	5	GB/TUF1	III
2 - MTLH (matériaux traités liants hydrauliques)	6	GL/GL	I , II
	7	BCg/GC	I , II

FIGURE IX.7: TYPES DE STRUCTURES.

Nous avons choisi la fiche de structure 2 alors **GB/GNT**

Afin de définir les épaisseurs des couches de matériaux et l'utilisation de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (fascicules 1, 2, 3)

nous avons un réseau principal **RP1**, une zone climatique II, une durée de vie **20ans**, un taux d'accroissement **4%**, une portance de sol **S2** et une classe de trafic **TPL5**

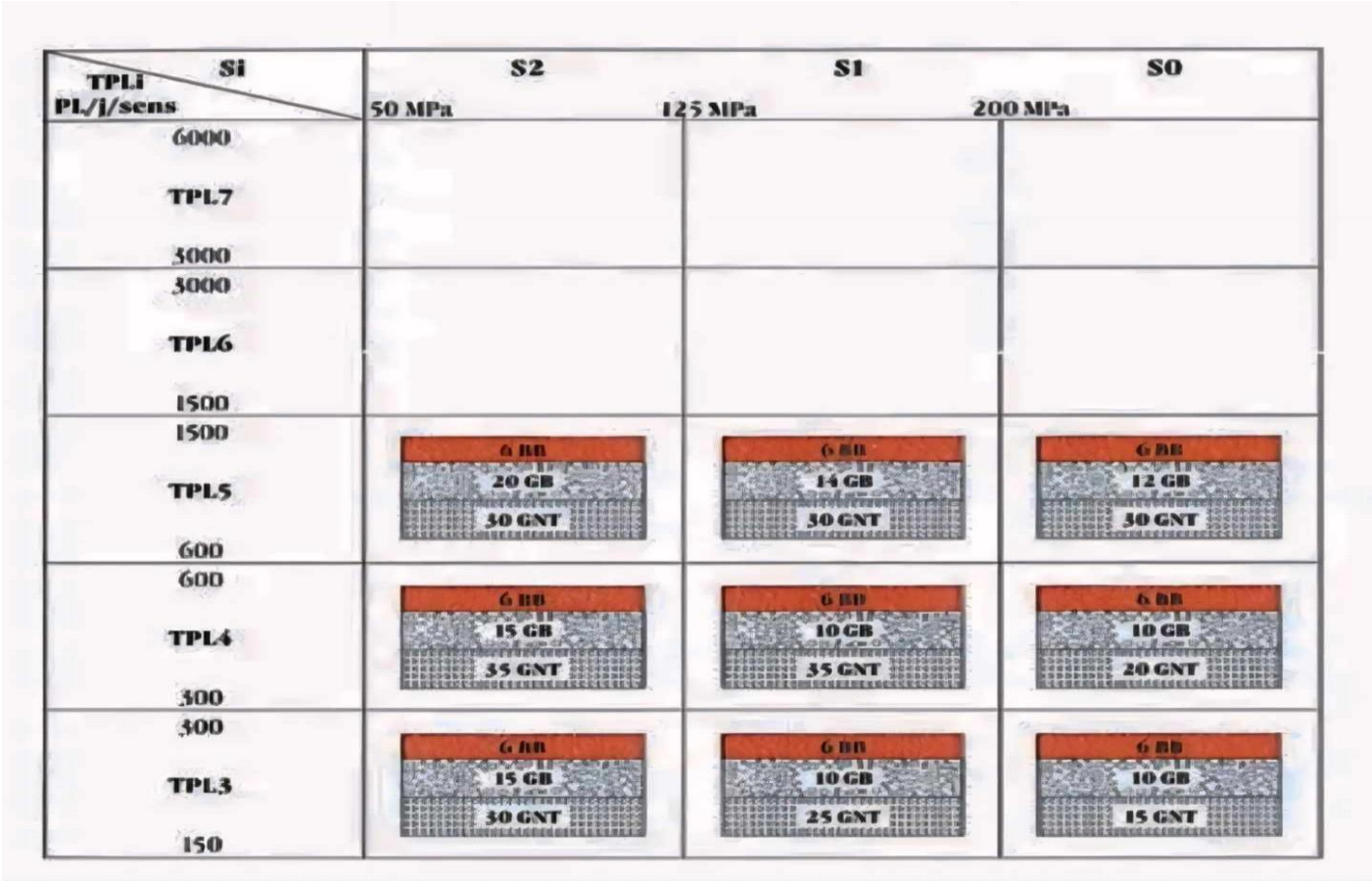


FIGURE IX .7 : FICHE STRUCTURE GB/GNT

Donc :

TABLEAU VIII .6 : DE LA STRUCTURE PROPOSEE

Pénétrante Mila	
	Structure
Couche de roulement	6 BB
Couche de base	20 GB
Couche de fondation	30 GNT
Couche de forme	60 TUF

E/Vérification des structures de chaussée et de la déformation du sol support

Il foudre vérifier que Ɛt et Ɛz calculées à l'aide d'Alize 3, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées Ɛt, adm et Ɛz, adm.

- **Ɛt :** étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume dans notre cas sous la couche de GB.
- **Ɛz :** la déformation sur le sol support.

1. Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

La formule suivante :

$$\text{Ɛz, adm} = 22.10^{-3} \times TCE^{-0.235}$$

2. Calcule de trafic cumulé des poids lourds TCi :

$TC = TPL \times ((1+T)^{n} - 1)/T) \times 365$

$TC = 13.61 * 10^{6}$ équivalents essieux 13t

3. Calcule de trafic cumulé équivalents TCE :

TCE =TCxA

Tel que A coefficient d'agressivité

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB , GB/Tuf , GB/SG...	0 ,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL , BCg/GC	1
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0,6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0,4
RP1 et RP2	Sol support (Calcul de $\varepsilon_{z,ad}$)	0,6

FIGURE VIII .8 : DU COEFFICIENT D'AGRESSIVITE A.

D'après le tableau **A= 0.6**

TCE = TC × A= 13.61 × 10^{6}× 0.6 = **8.1×10^{6}** équivalents essieux 13tonnes

4. Calcule de la déformation admissible sur le sol support Ɛz, adm :

$Ɛz, adm=22.10^{-3} xTCE^{-0.235}$

$Ɛz,adm=22.10^{-3} x(8.1x10^{6})^{-0.235}$

$Ɛz,adm=523.51x10^{-6}$

Calcule de la déformation admissible Ɛt,adm à la base de GB :

En utilisant la formule suivante :

$Ɛt,adm = Ɛ6(10°,25HZ)x$ Kne x Kθ x Kr x Kc

- **Kne :** facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée
- **Kθ :** facteur lié à la température
- **Kr :** facteur lié au risque et aux dispersions
- **Kc :** facteur lié au calage des résultats du modèle de calcule avec le comportement observé sur chaussées

Kne = $(\frac{TCEI}{10\ 6})^{b}$

Kθ= $(E\ (10°c,10HZ)/\ E\ (\theta eq,10HZ))^{0.5}$

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

KC=1.3

Avec :

- TCEi : trafic en nombre cumulé d'essieux de 13tonnes sur la durée de vie
- b : pente de la droite de fatigue (b<0)
- E (10°C) module complexe de matériaux bitumineux à10°C
- E (θeq) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.

- **δ : f (dispersions)** **$\delta = \sqrt{SN^2 + ((c/b) \times Sh)^2}$**

Avec

- SN : dispersion de la loi de fatigue
- Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm)

- c : coefficient égal à 0.02
- t : fractile de la loi normale, qui est en fonction du risque adopté (r%)

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	ε_6(10°, 25Hz) (10^{-6})	·1/b	SN	Sh (cm)	υ	kc Calage
BB	2500	3500	4000	·	·	·	·	·	0,35	·
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	·	·	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

FIGURE IX .8 : CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX ENROBES

	Zone climatique		
Température équivalente θeq (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

FIGURE IX .9 : LA TEMPERATURE EQUIVALENTE

	Classe de trafic (TPLJ) (PL/J/sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT...	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

FIGURE IX .9 : RISQUE DE PROJET

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

FIGURE IX .10 : FRACTILE DE LA LOI NORMALE

En utilisant les tableaux précédents, nous effectuons les calculs des différents coefficients afin d'obtenir :

- **Kne**= 1.357
- **Kθ**= = 1.336
- **Kr** =$10^{6tb\delta}$, r = 10% donc t=-1.282

δ= 0.609

Kr =$10^{-(-1.282)\ x\ (-0.146)\ x(0.609)}$ =0.77

- **Kc** =1.3
- **Ɛt,adm** =Ɛ6(10°,25HZ)x Kne x Kθ x Kr x Kc

Ɛt,adm =100x10^{-6}x1.357x1.336x0.77x1.3

Ɛt,adm =181.47x10^{-6}

Voici les résultats de modélisation du corps de chaussée avec le logiciel Alizé

Tableau 1 (synthèse) :
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
			surface (z=0.000)		
h= 0.060 m E= 4000.0 MPa	0.000m	85.7	0.620	-23.0	0.660
nu= 0.350	0.060m	43.5	0.438	39.8	0.601
			collé (z=0.060m)		
h= 0.200 m E= 7000.0 MPa	0.060m	43.5	0.749	-0.3	0.601
nu= 0.350	0.260m	-117.5	-1.136	109.8	0.028
			collé (z=0.260m)		
h= 0.300 m E= 130.5 MPa	0.260m	-117.5	-0.007	240.1	0.028
nu= 0.350	0.560m	-155.4	-0.025	210.9	0.010
			collé (z=0.560m)		
h= 0.300 m E= 52.2 MPa	0.560m	-155.4	-0.007	285.7	0.010
nu= 0.350	0.860m	-176.1	-0.011	249.1	0.005
			collé (z=0.860m)		
h= 0.300 m E= 20.9 MPa	0.860m	-176.1	-0.003	343.4	0.005
nu= 0.350	1.160m	-179.2	-0.004	298.0	0.004
			collé (z=1.160m)		
h infini E= 8.4 MPa	1.160m	-179.2	0.000	458.8	0.004
nu= 0.350					

Déflexion maximale =151.2 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =712.2 m (entre-jumelage)

FIGURE IX .9 : VERIFICATION DE LA STRUCTURE

TABLEAU IX.7: RECAPITULATIF DE LA STRUCTURE

Ɛ	Déformation admissible	Déformation calculée par alizé
Ɛz sol support	$523.51x10^{-6}$	$458.8x10^{-6}$
Ɛt à la base de GB	$181.47x10^{-6}$	$117.5x10^{-6}$

$\varepsilon_t < \varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$ donc la structure est vérifiée

IX .5. Comparaison

Ce tableau présent les résultats de dimensionnement du corps de chaussée par la méthode CBR améliorer et la méthode de catalogue algérien des chaussée neuves.

TABLEAU IX .7 : COMPARAISON DES DEUX STRUCTURES

Couche	Structures	
	Méthode CBR	**Méthode catalogue algérien des chaussées neuves**
Couche de roulement	6 cm de BB	6 cm de BB
Couche de base	12cm de GB	20 cm de GB
Couche de fondation	70cm de GNT	30 cm de GNT
Couche de forme		60 cm de TUF

La méthode de CBR nous donne une structure de chaussée avec moins d'épaisseur que la méthode Catalogue mais nous avons appliqués la méthode du catalogue care elle se base sur les lois de comportement à la fatigue vis à-vis l'agressivité des charges, donc on va minimiser les couts d'entretien durant la durée de vie de cette route.

IX .6. Conclusion

Le corps de chaussé adopté pour notre projet est 6BB+20GB+30GNT+60cm de Tuf pour la couche de forme

Chapitre X : Carrefour giratoire

Chapitre X : Carrefour giratoire

X.1. Introduction

Un carrefour correspond à la réunion de routes ou de chemins, et il fait donc largement partie d'une route. C'est en même temps la distance de parcours maximale dont la voie est capable dans un temps donné. De sa fonction dépend son efficacité, sa vitesse, sa sécurité, son coût de fonctionnement, sa capacité.

Carrefour giratoire présente de nombreux avantages. En obligeant les conducteurs à réduire leur vitesse, ce type d'aménagement contribue à diminuer le nombre d'accidents avec blessés. Le carrefour giratoire possède également un avantage marqué par rapport aux intersections comprenant des feux de circulation en ce qui a trait à la sécurité. En effet, il n'est pas possible d'y brûler un feu rouge ou d'y provoquer une collision latérale à grande vitesse. Des recherches américaines et françaises ont permis de constater une réduction notable de la gravité des accidents en comparaison avec les intersections avec feux de circulation ou avec panneaux d'arrêt.

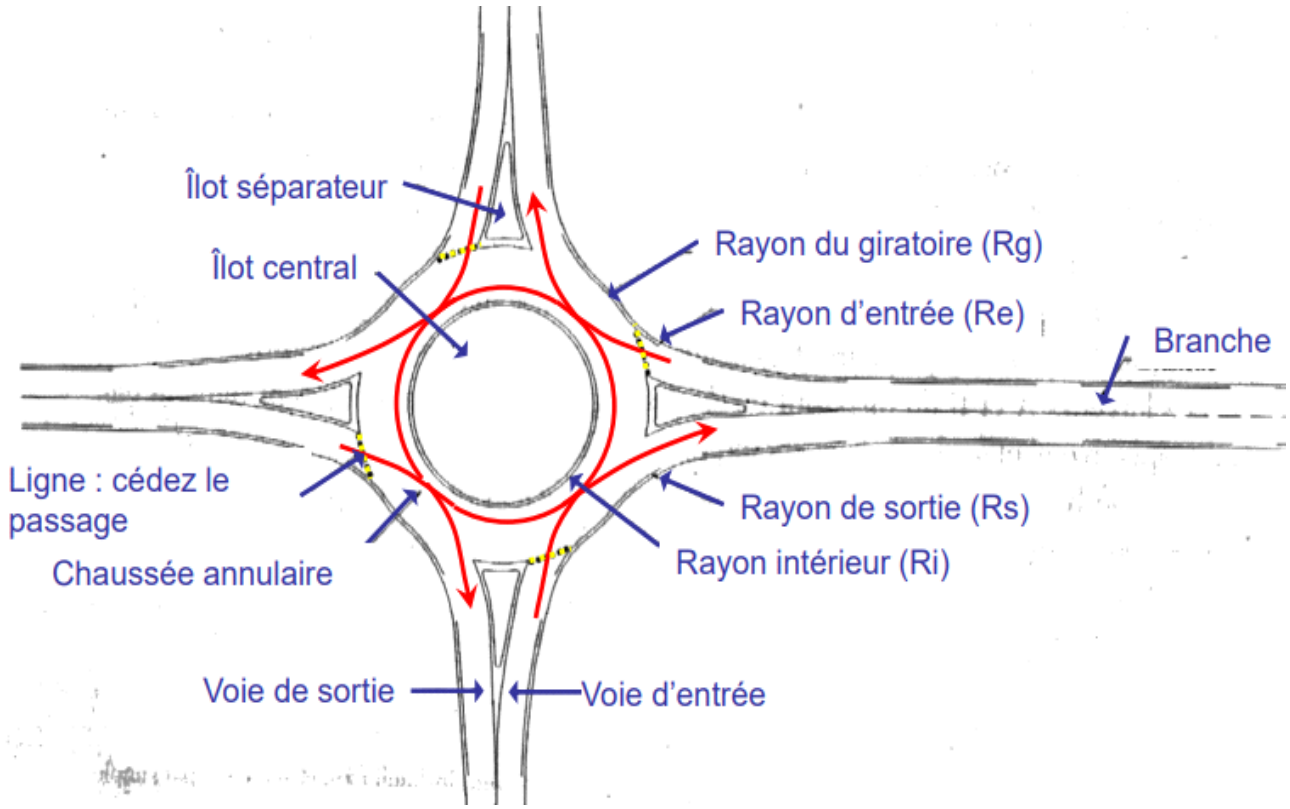


FIGURE X.1 : PRINCIPAUX ELEMENTS ET PARAMETRES D'UN CARREFOUR GIRATOIRE

X.2.Principe d'aménagement

Les critères fondamentaux pour l'aménagement d'un giratoire sont les suivants

- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores

X.3. La Visibilité :

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

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

X.4. Perception et lisibilité

L'aménagement doit rompre toute perspective trop linéaire du tracé de la route le panneau de signalisation directionnelle est un élément de grande importance dans le processus d'identification du carrefour

Certains points de la géométrie du giratoire ne favorisent pas la lisibilité tels que :

- Une position du carrefour en sortie de courbe,
- Des branches non parfaitement centrées sur l'axe de l'îlot central,
- Un dévers de la chaussée annulaire orienté vers l'intérieur du giratoire,
- Un îlot central de forme non circulaire,
- Une largeur de l'anneau non régulière,
- L'absence d'éclairage du giratoire lorsque le carrefour se situe à proximité
- D'une zone éclairée ou en continuité d'une voie éclairée

X.5. Site d'implantation :

L'emplacement choisi pour du carrefour giratoire doit être conforme aux normes concernant le dimensionnement de l'accès, il est préférable d'éviter les sites avec des courbes de petit rayon dans le tracé en plan et des sections avec de fortes déclivités.

X.6. L'ilot central

TABLEAU 3 X.1 : VALEURS DES CARACTERISTIQUES DE L'ILOT CENTRAL

Eléments	Notation	Paramétrage
Rayon de giratoire	Rg	12≤ Rg≤30m
Largeur de l'anneau	La	6≤La≤9m
Surlargeur franchissable	Slf	1.5 si Rg≤15m
Rayon intérieur	Ri	Ri-La-Slf
Rayon d'entrée	Re	10≤Re≤15m et ≤Rg
Largeur de la voie entrante	Le	4m
Rayon de sortie	Rs	15≤Rs≤30m et Rs≥Ri
Largeur de la voie sortante	Ls	4≤Ls≤8m
Rayon de raccordement	Rr	Rr=4Rg

X.7. Ilot séparateur

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la
- Chaussée de la route principale : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

TABLEAU X.2 : TABLEAU PARAMETRES DE L'ILOT SEPARATEUR

Elément	Notation	Paramétrage
Rayon giratoire	Rg	12≤ Rg≤30m
Hauteur du triangle de construction	H	H= Rg
Base de triangle de construction	B	B=Rg/4
Départ de l'ilot sur l'axe	d	d=(0.5+Rg/50)/2 ou 0
Rayon des raccordements de bordures	r	r=Rg/50

X.8. Ilot directionnel

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de **0.5 à 1 m.**

X.9. Les Couloirs D'entrée Et De Sortie

Longueur de couloirs :

- Entrée **4m** (accotement dérasé **1.5m**).
- Sortie **5m** (accotement dérasé **0.5m**)

X.10. Application au projet

Les caractéristiques géométriques des carrefours du projet sont représentées dans le tableau suivant :

TABLEAU X.3 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARREFOURS DU PROJET

Eléments	Notation	Paramétrage
Rayon de giratoire	Rg	30
Largeur de l'anneau	La	8
Rayon intérieur	Ri	22
Largeur de la voie entrante	Le	7.5
Largeur de la voie sortante	Ls	7.5
Rayon de raccordement	Rr	120

X.11.Les giratoire existantes :

Les intersections qui existent sont :

- Au **PK00+000** avec **la RN79**.
- Pour Cette intersection nous avons faire l'aménagement du carrefour existants avec une correction des ilots et la nouvelle branche du dédoublement :

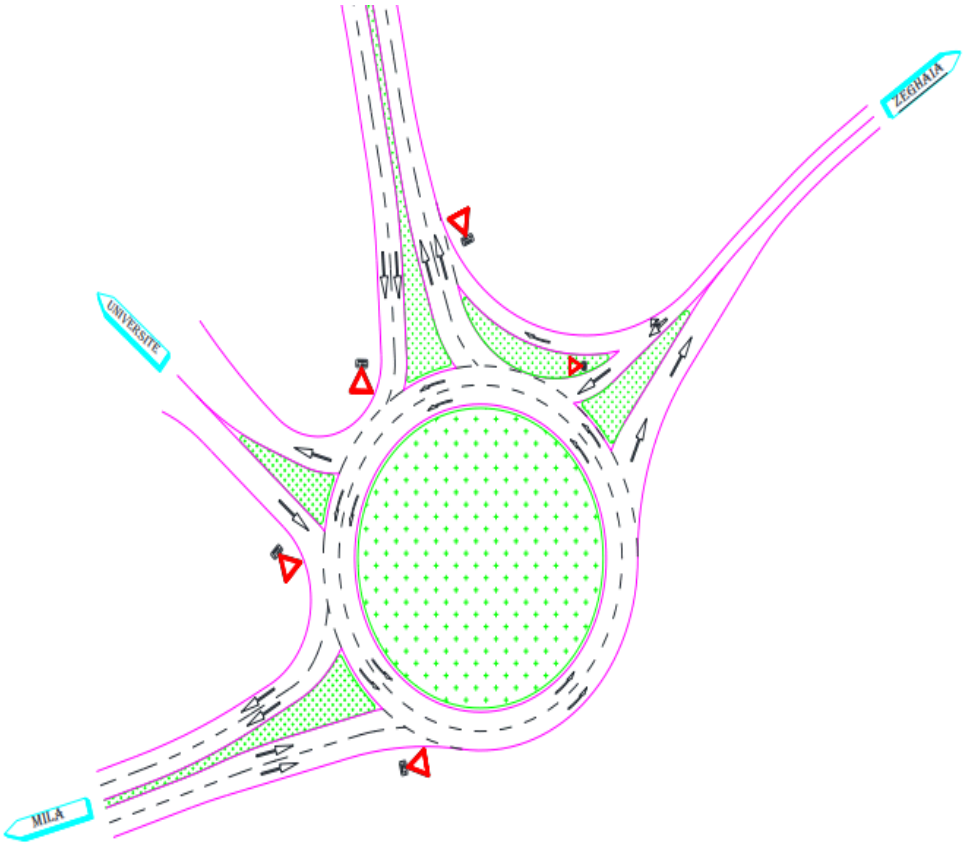


FIGURE X.2. CARREFOUR EXISTANTS

Chapitre XI : étude hydraulique et hydrologique

Chapitre XI : étude hydraulique et hydrologique

XI .1. Introduction

Le présent rapport porte sur l'étude hydraulique et d'assainissement dans le cadre du projet de dédoublement de la liaison d'autoroute est ouest avec chef-lieu Mila

Le but de cette étude est d'évaluer et d'analyser l'impact potentiel du projet sur le système de gestion de l'eau dans la zone d'étude afin de voir si une conception appropriée de l'eau et de l'assainissement est pertinente pour les nouvelles infrastructures routières.

Une méthodologie rigoureuse a été utilisée pour mener cette étude. Cela comprenait :

Collecte de données

- Levé topographiques,
- Les données climatiques
- Les donné géotechnique

XI.2. Objectifs de l'assainissement routier

l'assainissement route doit répondre aux objectifs suivants :

- Assurer un écoulement rapide des eaux de pluie hors de la route.
- Réduire les coûts de maintenance.
- Prévenir les problèmes d'érosion.

-Mouvement de l'eau entrant dans le corps de chaussée.

-Mouvement des eaux souterraines à proximité de la plateforme**.**

XI.3 Choix des ouvrages d'assainissement et calcul hydraulique

XI.3.1 Choix des ouvrages d'assainissement

Le choix d'un ouvrage d'assainissement reposé sur 4 critères

- La capacité hydraulique.
- L'insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier.
- Le Niveau de protection contre les risques d'eau.
- La Facilité d'entretien et d'exploitation

XI.3.2. Calcul hydraulique des ouvrages :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage et vérifier sa

Capacité à évacuer le débit d'apport, on utilise la formule :

$$Qa=Qs$$

Avec :

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

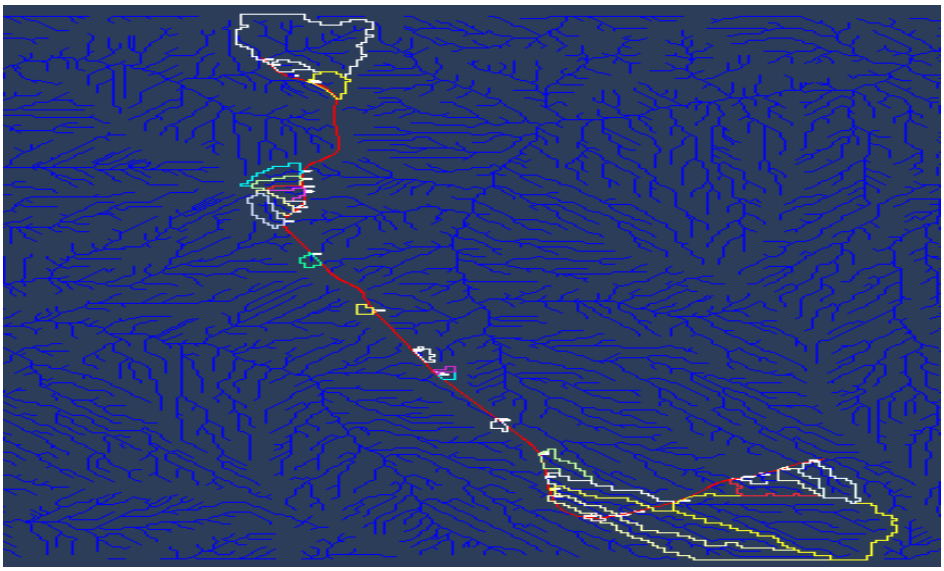


FIGURE XI .1 : LES BASSINS VERSANT

XI.3.2.1. Le débit d'apport

En utilisant la méthode rationnelle, le débit est donné par la formule :

$$Qa=0,278.\ C.I.\ A$$

Avec

- **Qa :** débit d'apport en m3/s.
- **I :** intensité de l'averse exprimée en (mm/h).
- **A** : l'aire du bassin versant (km2).

- **Détermination de l'intensité**

Pour la détermination de l'intensité on utilise la formule suivante,

$$I\ (t, T) = a\ (t)/\ tcb$$

Avec :

- **I :** intensité de pluie exprimée en mm/h.
- **T :** période de retour exprimé en ans (elle dépend de l'ouvrage à réaliser)
- **tc :** temps de concentration en heures.
- **A et b** : paramètres de Montana

- **La période de retour**

- Les buses sont dimensionnées pour une période de retour de **10 ans.**
- Les dalots sont dimensionnés pour une période de retour de **50 ans.**
- Les ponts sont dimensionnés pour une période de retour de **100 ans.**

- **Le temps de concentration**

C'est la durée que met une goutte d'eau qui tombe du point le plus élevé du bassin versant pour atteindre l'exutoire, Il existe plusieurs méthodes pour estimer sa valeur mais les plus utilisées sont les méthodes de Ventura, Giandotti et Passini

TABLEAU XI .2 : FORMULES DE TEMPS DE CONCENTRATION (TC)

Surface du bassin versant	Formule	
Surface inférieure à 5 Km^2	VENTURA	$tc=0.127\sqrt{s/I}$
Surface comprise entre 5 Km^2 et 25 Km^2	PASSINI	$tc=0.11\sqrt[3]{\frac{S\times L}{I}}$
Surface comprise entre 25 Km^2 et 200 Km^2	GIANDOTTI	$tc=\frac{4\times\sqrt{S}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$

- **tc** : temps de concentration (heures).
- **A** : surface du bassin versant (Km2).
- **L** : longueur de bassin versant (Km)
- **P** : pente moyenne de bassin versant (m/m)
- **H** : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

- **Coefficient de ruissellement 'C'**

Le coefficient de ruissellement est défini comme le rapport de la hauteur d'eau ruisselée à la Hauteur d'eau précipitée.

- C1 : dépendant de la pente du bassin versant.
- C2 : dépendant de la nature du sol (perméabilité).
- C3 : dépendant de la couverture végétale du bassin versant.

Pente	C1		
3,5 %	0,01	**0,03**	0,05
Entre 3,5 et 11 %	0,06	0,08	0,10
Entre 11 et 35 %	0,12	0,16	0,20
> à 35 %	0,22	0,26	0,30

FIGURE XI.2 : COEFFICIENT RELATIF AU CHOIX DE LA PENTE

Nature du sol	C2		
Imperméable	0,22	0,26	0,30
Peu perméable	0,10	0,15	0,20
Perméable	0,06	0,08	0,10
Très perméable	0,03	**0,04**	0,05

FIGURE XI.3 : COEFFICIENT NATURE DE SOL

Couverture végétale	C3		
Rocheux	0,22	0,26	0,30
Prairie	0,17	0,21	0,25
Labours champs	0,07	0,11	0,15
Forêt et territoire sableux	0,03	**0,04**	0,05

FIGURE XI.4 : COEFFICIENT COUVERTURE VEGETAL

X.3.2.2 Le débit de saturation :

Le débit de saturation est donné par la formule de **MANNING STRICKLER** :

$$Qs = Sm.K_{ST}.R_H^{2/3}.J^{1/2}$$

Kst : coefficient de Strickler qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.

S : section mouillée.

R : rayon hydraulique (m).

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

TABLEAU XI.2 : VALEURS DE KST

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses Métallique	Maçonnerie	Dalot (Béton)	Béton (buses Préfabriquées)
Kst	30	40	50	70	80

X.4. Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet

X.4.1 Caractéristiques des bassins versants

A l'aide des logiciels Global Mapper et AutoCAD et en se basant sur les données topographiques Ce tableau présente les résultats extraits.

TABLEAU XI.3 : CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

BV	Surface	perimetre	Zmin(m)	Zmax(m)	dz	longeur	pente	ventura	I	Coefficie	Q
1	0,650	4 508,720	465,380	546,270	80,890	963,300	8%	0,353	72,488	0,60	7,859
2	0,034	917,820	467,100	488,310	21,210	150,570	14%	0,062	280,314	0,68	1,802
3	0,001	146,820	480,850	487,820	6,970	46,820	15%	0,012	759,251	0,68	0,187
4	0,068	1 353,420	497,860	513,790	15,930	188,000	8%	0,114	175,450	0,60	1,990
5	0,062	1 575,810	548,080	586,760	38,680	321,930	12%	0,091	208,425	0,68	2,443
6	0,045	1 191,090	549,720	599,450	49,730	306,448	16%	0,067	266,471	0,68	2,247
7	0,016	679,270	550,410	571,000	20,590	131,000	16%	0,041	392,530	0,68	1,187
8	0,031	923,660	547,910	571,320	23,410	170,420	14%	0,060	287,761	0,68	1,686
9	0,011	522,260	538,370	543,190	4,820	27,240	18%	0,032	470,810	0,68	1,006
10	0,039	1 269,900	535,720	580,760	45,040	254,900	18%	0,060	289,111	0,68	2,153
11	0,073	1 617,710	529,665	572,320	42,655	403,970	11%	0,106	185,756	0,68	2,570
12	0,021	710,060	550,900	562,600	11,700	108,160	11%	0,056	225,666	0,45	0,598
13	0,017	583,990	556,130	560,830	4,700	41,810	11%	0,049	250,250	0,45	0,529
14	0,019	777,870	534,920	540,910	5,990	111,010	5%	0,076	178,472	0,37	0,354
15	0,010	517,761	561,600	562,100	0,500	5,872	9%	0,043	278,844	0,37	0,278
16	0,013	455,110	562,850	564,750	1,900	23,090	8%	0,049	249,238	0,37	0,320
17	0,013	558,830	618,426	623,090	4,664	31,638	15%	0,038	306,296	0,45	0,506
18	0,074	1 719,790	661,990	717,420	55,430	494,432	11%	0,103	188,945	0,45	1,759
19	0,156	3 010,190	692,550	784,620	92,070	1 031,745	9%	0,168	129,569	0,37	2,076
20	0,435	5 640,030	702,640	942,060	239,420	2 066,280	12%	0,246	96,149	0,45	5,229
21	1,016	5 526,045	798,269	1 029,820	231,551	1 702,470	14%	0,347	73,495	0,68	14,119
22	0,115	2 127,460	831,430	934,840	103,410	597,140	17%	0,103	188,962	0,68	4,104
23	0,015	588,960	839,750	847,130	7,380	53,020	14%	0,042	384,908	0,68	1,084
24	0,014	526,440	854,090	859,270	5,180	56,027	9%	0,049	250,247	0,37	0,358
25	0,063	1 543,430	863,080	944,622	81,542	394,023	21%	0,070	256,372	0,45	2,014
26	0,122	2 207,080	867,440	976,290	108,850	633,730	17%	0,107	183,770	0,45	2,814

XI.4.2. Données climatiques

L'analyse des courbes IDF de la pluviométrie de la région a donné comme résultats :

L'indice climatique pour la région de Mila b = 0.78. Le paramètre a :

- a = 23.9 (pour une période de retour de 10 ans) ;
- a= 32.2 (pour une période de retour de 50 ans) ;
- a=35.8 (pour une période de retour de 100 ans).

XI.4.3. Calcul du débit d'apport

Par exemple, pour le premier bassin versant BV21, on a :

$$A = 1.0162\ Km^2$$

$$tc = 0.127\sqrt{\frac{S}{I}} = 0.127\sqrt{\frac{1.0162}{0.14}} \rightarrow tc = 0.34h$$

$$i = a(t) / tc^b = 32.2/0.347^{0.78} = 73.5\ mm/h$$

- **Coefficient de Ruissellement** :

C= 0.68

Qa = 0.278 × 0.68 × 73.49× 1.016= 14.12 $m3/\ s$

XI.4.4. Dimensionnement des dalots

XI.4.4.1. Calcul du débit capacitaire

Qs= Sm. Kst. J $^{0.5}$. R $^{0.67}$

k : Coefficient d'écoulement de Manning Strickler = 70 pour les dalots.
Rh : rayon hydraulique (m). Rh=Sm/Pm
Sm : section mouillée (m^2). Sm= 0.8× h × b

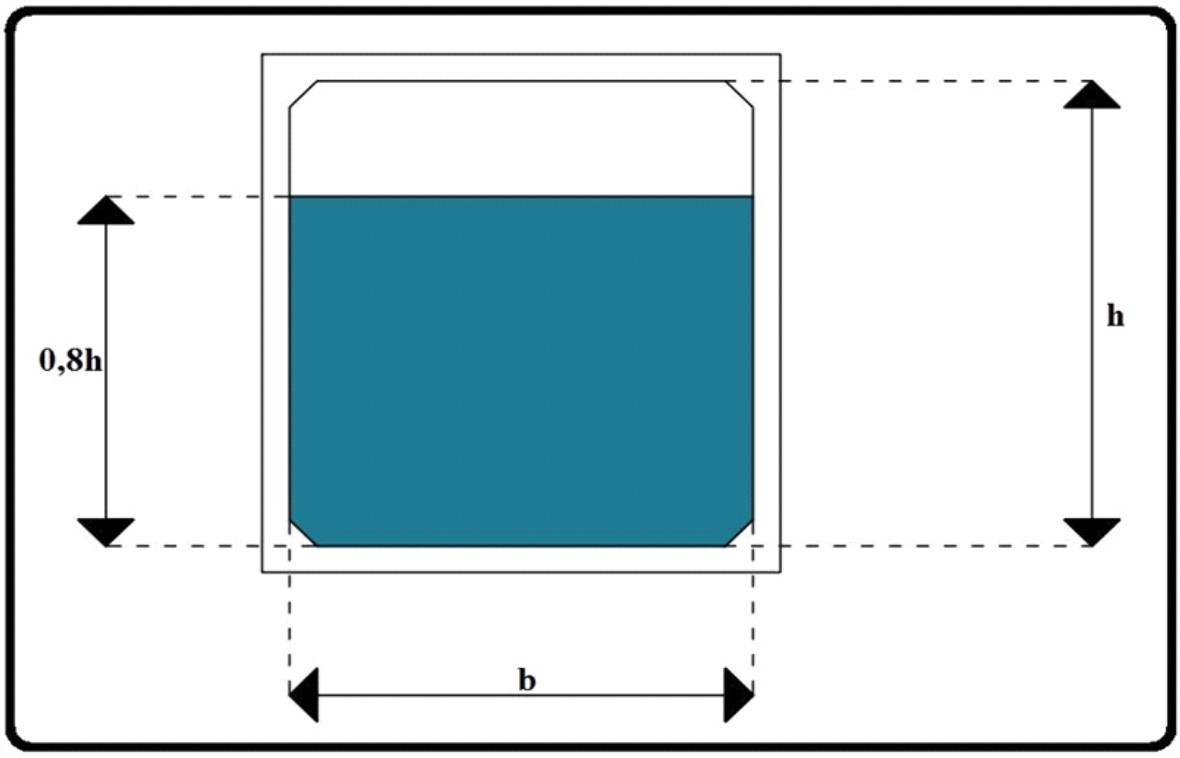


FIGURE XI.2 : DIMENSIONS DES DALOTS

P_m : périmètre mouillé (m). P_m= 2 × 0.8 × h + b
P : la pente de l'ouvrage (m/m). P = 1%

- **Application au projet**

Le calcul hydrologique du bassin versant numéro **21** on a trouvé le débit d'apport

Qa=14.12 m3/s

On calcule le débit capacitaire d'un dalot de **2×3**

Sm = 0.8 × h × b = 0.8 × 2 × 2 = 3.2m²

Pm = 2 × 0.8 × h + b = 2 × 0.8 × 2+ 2= 5.2 m

Rh= Sm/Pm = 3.2/5.2 =0.615

Qc= $70 \times 0.615^{0.67} \times 0.01^{0.5} \times 3.2$

= **16.17 m3/s**

Qc > Qa donc le dalot 2×2 m peut efficacement gérer le débit attendu du Bv21

XI.4.5. Dimensionnement des buses :

XI.4.5.1. Le débit capable

$$Qc = Kst \times J^{1/2} \times Sm \times Rh^{2/3}$$

Pour la pente hydraulique des buses « J », on met : J= 1%, c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

- **Kst**: Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriquées).
- Sm: surface mouillée tel que: $Sm = \pi \times R^2$
- Rh : rayon hydraulique tel que: Rh = Sm / Pm = (π .D2/4)/π D

Rh = D/4 = R/2

Qa= K.C.I.A ; Qc = Kst × $J^{1/2} \times Sm \times Rh^{2/3}$

Qa=Qc alors

$$R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Qa}{80\pi\sqrt{J}}$$

Pour bassin versant **BV22** on a :

Le débit d'apport Qa=4.104 (m3/s)

Donc R= 0.603m

D=2R= 1.21m

- la buse **D=1500 mm** peut efficacement gérer le débit attendu du **BV 22**

Les conditions d'auto-curage :

Une fois on a déterminé R on doit vérifier les conditions d'auto curage suivantes :

- V > 1 m/s pour Q = Qps
- V > 0.6 m/s pour Q=0.1Qps
- V > 0.3 m/s pour Q=0.01 Qps

Avec : $\boldsymbol{Qps}$: Débit pleine section.

Le débit en plein section :

Q_{ps} = K × π × $I^{0.5}$ × $2^{-0.67}$ × $^{2.67}$ = 80 × $0.01^{1/2}$ × π ×$0.75^{8/3}$ × $2^{-0.67}$

= 4.091 $m3/s$

Vps =Qps/ S= 3.58 m/s

a)V ≥ 0.6m/s pour Q= 0.1 Qps :

Rq = 0.1 →Rv =V/Vps=0.64→V=0.64 ×3.58 = 2.29 m/s >0.6m/s

Condition vérifiée.

• **V≥ 0.3m/s pour Q = 0.01Qps** :

Rq = 0.01→ Rv =V/Vps=0.32 →V=0.32 × 3.58= 1.15 m/s >0.6m/s

Condition vérifiée.

XI.4.6. Assainissement longitudinal (Dimensionnement des fossés)

Les réseaux doivent collecter et éliminer l'eau de l'impluvium. Calculé sur une période de retour de **T = 10 ans**.

Une fois le maillage traité en fonction des contraintes intégrées (hauts, bas, points de sortie, changements de pente, etc.), le point minimum de calcul est connu. La méthode générale de mesure consiste alors à vérifier si le débit à transférer dans tous les flux est inférieur ou égal au débit de l'ouvrage sélectionné.

XI.4.6.1. Débit capable de l'ouvrage (à saturation) noté Qc

La relation de MANNING STRICKLER donne le débit capable à pleine section Q de l'ouvrage :

$$Qc = \frac{1}{0,017} Rh^{2/3} \times P^{1/2} \times Sm$$

- Rh : rayon hydraulique (m). Rh=Sm/Pm
  Sm : section mouillée (m^2).
- Pm : périmètre mouillé (m).
- P : la pente de l'ouvrage (m/m).

XI.4.6.2. Calcul du débit à évacuer (noté Qev)

Le débit à évacuer est obtenu par la méthode rationnelle

$$\mathbf{Q = 0.278 \times C \times I \times A}$$

C : coefficient de ruissellement

On choisir

- **Cc**= 0.95 pour les chaussées et parties revêtu
- **Cac**= 0.95 pour accotement
- **Ct**= 0.45 pour les talus

A : surface de l'impluvium en Km^2

I : intensité moyenne de l'averse décanale en mm/h correspondant au temps de concentration au point de calcul et donné par la formule de MONTANA :

$$\mathbf{I\ (t, T) = a\ (t) / tc^b}$$

tc : Le temps de concentration en heure se calcule de la façon suivante :

$$\mathbf{tc = t1 + t2}$$

Avec :

t1 : temps nécessaire à l'eau de la plate-forme pour atteindre l'ouvrage de recueil.

Dans la pratique t1 est pris égal à 3 mn= 0.05 h

t2 : temps en mn mis par l'écoulement dans l'ouvrage sur une longueur L

Avec :

L : Longueur de l'ouvrage en m

Vsat : Vitesse à section pleine de l'ouvrage en m/s projeté, au point de calcul, 0,85 est un coefficient minorant de **V** pour tenir compte de l'inégal remplissage de l'ouvrage entre l'origine du réseau et le point de saturation.

$$Vsat = 1 / 0.017 \times Rh\ 2/3 \times i^{0.5}$$

Avec :

Q = Qc + Qac + Qt

XI.4.6.3. Application au projet :

Pour une section de longueur L= 20 m on calcule le débit rapporté par chaque élément de la route (chaussée, accotement, talus) et on déduit le débit total.

TABLEAU XI .7 : DEBIT DES EAUX DRAINEES DANS LA PLATE-FORME ET LES TALUS.

Surface d'apport	Surface (Km^2)	C	Intensité (mm/h)	Débit (m^3/s)	Débit Total Q (m^3/s)
Chaussée	$1.5*10^{-3}$	0.95	214.50	$0.084 m^3/s$	**2.08**
Accotement	$0.6*10^{-3}$	0.95		$0.033\ m^3/s$	
Talus	0.0736	0.45		$1.97\ m^3/s$	

XI.4.6.4. Fossé trapézoïdal

Nous proposons un fossé trapézoïdal avec les dimensions suivantes :

Profondeur = 0.5 m ; Fond = 0.5 m ; Largeur = 1.5 m

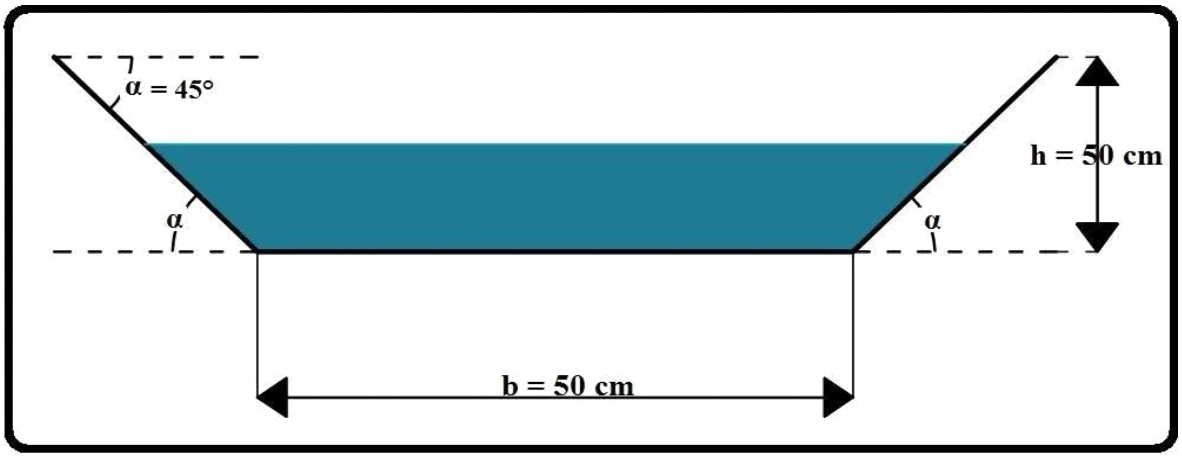


FIGURE XI.3 : DIMENSIONS FOSSE TRAPEZOÏDALE

XI.4.6.5. Débit capable de l'ouvrage

$$Qc = kst \times Rh^{2/3} \times P^{1/2} \times S_m$$

$Sm = \text{Profondeur} \times \frac{Longeur+Fond}{2} = 0.5 \times \frac{0.5+1.5}{2} = 0.5\ m^2$

$Pm = 2 \times \frac{Profondeur}{Sin45} + Fond = 2 \times \frac{0.5}{Sin\ 45} = 1.41\ m$

Rh = = 0.35 m

P : pente du profil en long P=0.0594 mm/mm

QC= 3.56 m^3/s

XI.4.6.6. Calcul du débit à évacuer

$Tc = \frac{3}{60} + \frac{200}{3060 \times Vst}$ Avec Vsat = $\frac{3.56}{0.5} = 7.12$ m/s

TC=0.06 h

Pour une période de retour de 10 ans

$i_{10}=23.9/0.06^{0.78}= 214.50$ mm/h

$Q = Q_c + Q_{ac} + Q_t$

Q_c = $1/3.6 \times 0.95 \times 214.50 \times 1.5*10^{-3} = 0.084\ m^3/s$

Q_{ac} = $1/3.6 \times 0.95 \times 214.50 \times 0.6*10^{-3} = 0.033\ m^3/s$

Q_t = $1/3.6 \times 0.45 \times 214.50 \times 0.0736 = 1.97\ m^3/s$

$$Q = 2.08\ m^3/s \text{ avec } Q_c > Q_{ev}$$

Les dimensions du fossé trapézoïdal peuvent efficacement gérer le débit attendu

Remarque

Il y a des ouvrages hydrauliques existant on bonne état qui ont juste besoin d'un élargissement. Et nous mettons également un caniveau de 400.

CHAPITRE XII : SIGNALISATION ET ÉCLAIRAGE

Chapitre XII : Signalisation

XII.1 Signalisation

XII.1.1 Introduction

La signalisation routière est des dispositifs précieux pour contrôler la circulation des véhicules et des piétons, et l'un des avantages les plus importants qu'ils offrent est d'organiser la circulation régulière tout en augmentant la capacité de gérer la circulation aux intersections de rues si des dispositions physiques et de contrôles appropriés sont utilisés. Assurer un trafic continu ou quasi continu Continuer à une vitesse spécifiée sur des chemins spécifiés.

XII.1.2. Objectifs de la signalisation routière

- Direction et guidage
- Avertissement de danger
- Réglementation de la circulation
- La signalisation routière vise à réduire les accidents de la route

XII.1.3. Règles à respecter pour la signalisation

Il est important de respecter les règles suivantes :

• Le support des panneaux de signalisation doit être installé de telle manière que ne pas empiéter sur les bandes dérasées droite et à gauche de la chaussée. Ils doivent être placés à la distance maximale de la surface accessible aux véhicules afin d'assuré sécurité dans la circulation.

• Il est important d'assurer la continuité entre la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

•Il est important d'éviter toute publicité irrégulières et l'utilisation de signaux qui pourraient fatiguer l'attention de l'utilisateur.

XII.1.4. Type de signalisation

XII.1.4.1. Signalisation horizontale

Le rôle de la signalisation routière est de guider les usagers en fournissant quatre types d'informations :

- Les règles de conduite ;
- Le stationnement ;
- Le jalonnement.
- Répartition et délimitation l'espace de déplacement pour les usagers de la route ;

A-Marques longitudinales

- Lignes continues.
- Lignes discontinues.
- Lignes de rive.
- Lignes de délimitation de vitesse.

B-Marques transversales

- Ligne STOP.
- Lignes « céder le passage ».

- Passage pour piétons.

C-Marquages complémentaire

- Flèches de sélection de rives.
- Flèches de rabattement.
- Indications particulières.

XII.1.4.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :

- **La couleur**

Pour le marquage à la chaussée, nous utilisons le couleur blanc.

- **Largeur des lignes**

De La largeur des lignes des marquages au sol est définie par rapport à une largeurunité 'U' qui est en fonction du type route

U = 7,5 cm ; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.

U = 6 cm ; sur routes express a une chaussée et routes principales bidirectionnelles.

U = 5 cm ; sur les autres routes.

XII.1.4.1.2. CATEGORIE DES LIGNES LONGITUDINALES :

Le tableau suivant donne les caractéristiques de tous les types de ligne adoptée

TABLEAU XII.1 : CARACTERISTIQUES DES LIGNES

Modulation	Désignation des marques	Largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (tpc)	3u
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne Oblique marquant un rétrécissement de route de Trois à deux voies	3u
t1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2u
t2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion Ou d'entrecroisement	5u
	Ligne de rive de chaussée	3u
t2‟	Ligne “ cédez-le-passage ”	50 cm
t3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2u
t3‟	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3u
t4	Ligne délimitant une bande d’arrêt d’urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à Carrefours dénivelés	3u

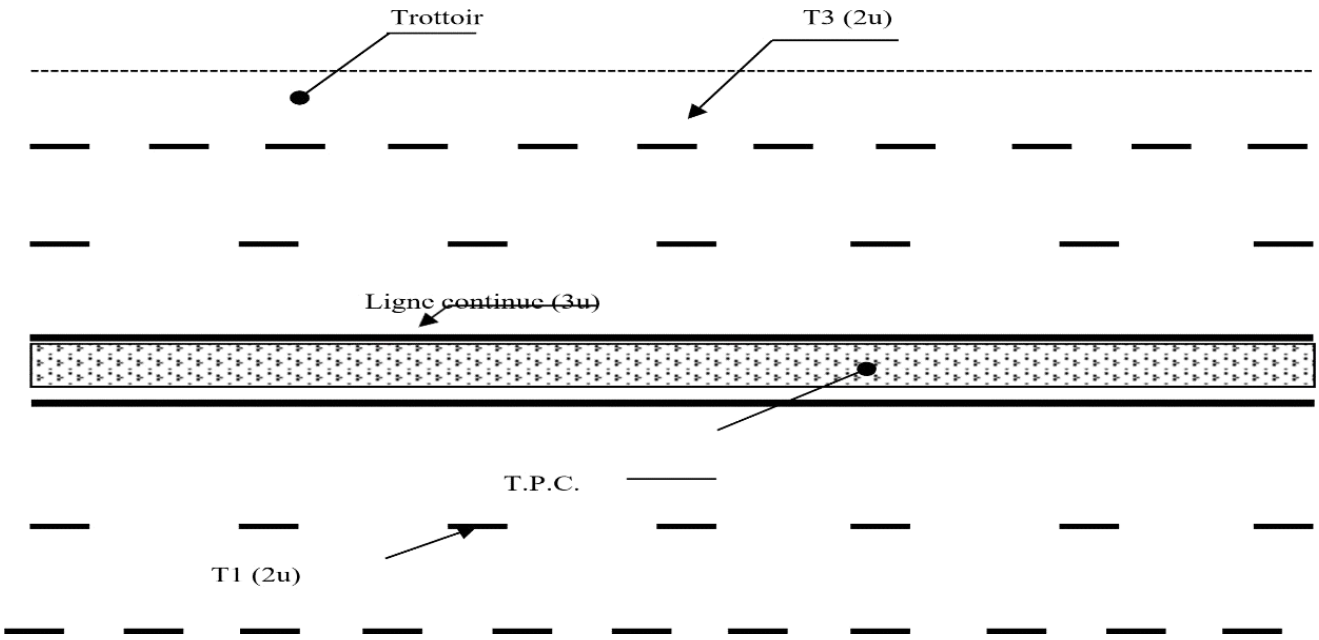


Figure XII.1 : Caractéristiques des lignes

TABLEAU XII.2 : MODULATION DES LIGNES DISCONTINUES.

Type de marquage	Type de modulation	Largeur de trait (en cm)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapports pleins vides
Axial	t1	30	10	1/3
Longitudinal	t'1	15	5	1/3
Rive	t3	30	1,33	3
	t2	30	3,5	1
	t'3	20	6	3
Transversal	t'2	50	0,5	1

.

XII.1.4.2 Signalisation verticale

Panneaux types à adopter :

a/Signaux d'avertissement de danger



FIGURE XII.2 : SIGNAUX D'AVERTISSEMENT DE DANGER

1) Virage à droite.
2) Virage à gauche.
3) Succession de virage le 1er à droite.
4) Succession de virage le 1er à gauche.
5) descente dangereuse.

b/Signaux de priorité

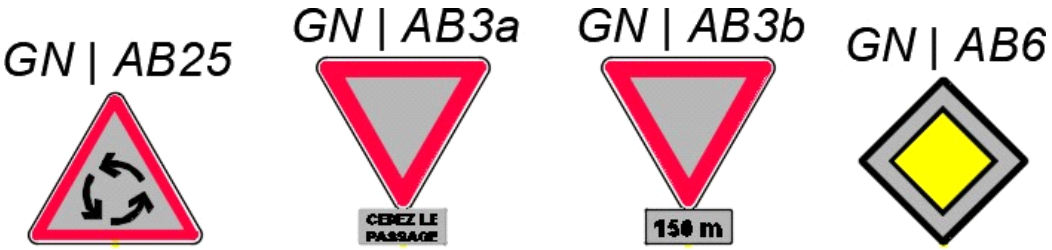


FIGURE XII.3 : SIGNAUX DE PRIORITE

1) Carrefour à sens giratoire
2) Céder le passage
3) Arrêt à 150 m
4) Route prioritaire

c/Signaux d'interdiction et d'obligation :



FIGURE XII.3 : SIGNAUX D'INTERDICTION ET D'OBLIGATION

1) interdit de dépasser la vitesse 80 Km/h.
2) interdiction des signaux sonores.
3) fin d'interdiction des signaux sonores.
4) Sens obligatoire.
5) Interdit de tourner à gauche.
6) Interdit le passage des camions

D/Signaux de directions

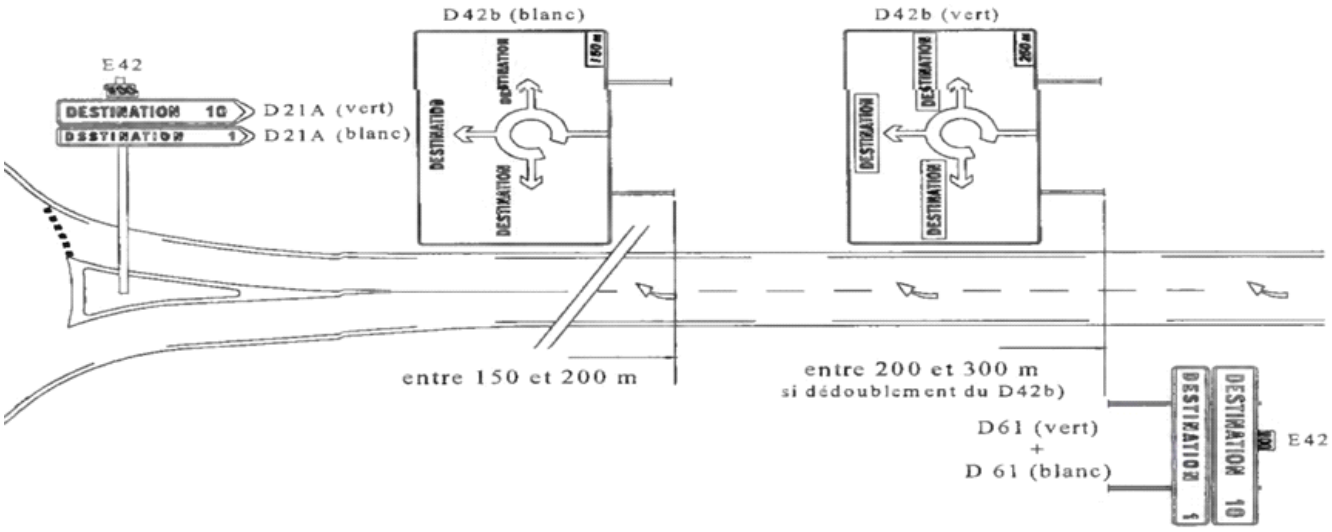


FIGURE XII.4 : SIGNAUX DE DIRECTIONS

XII.1.5. Signalisation des voies de détresse

Lorsque vous roulez sur l'autoroute, vous n'êtes pas à l'abri d'une défaillance du système de freinage. Dans ce cas, le Code de la route a prévu une réglementation pour cadrer l'usage des voies de détresse qui se trouvent sur les côtés, juste après la bande d'arrêt d'urgence. Elles sont marquées par une signalisation routière spécifique.

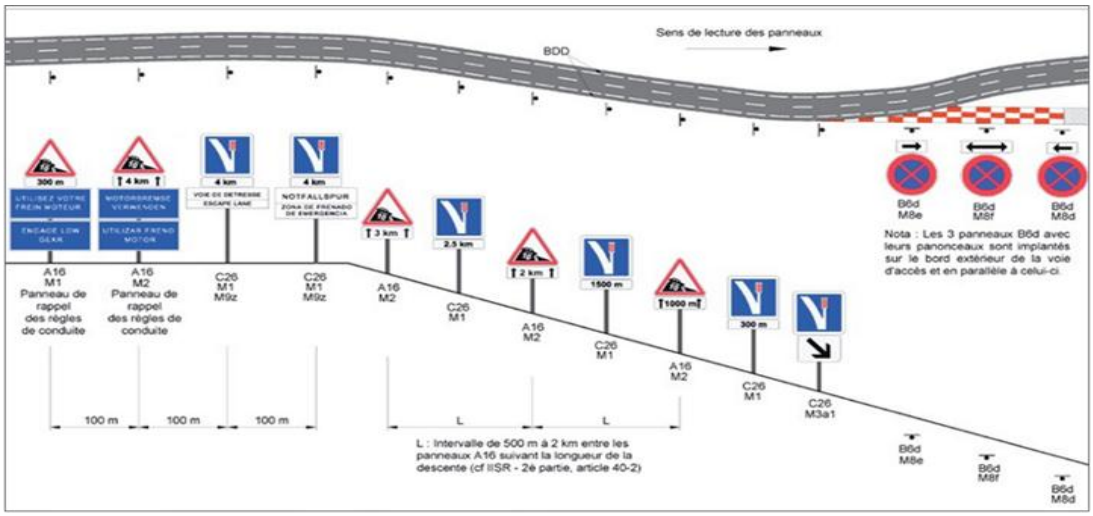


FIGURE XII.5 : SCHEMA DE PRINCIPE DE SIGNALISATION DE VOIE DE DETRESSE

XII.1.5.1 Fonctionnement des voies de détresse

La voie de détresse, ou **lit d'arrêt d'urgence**, est une route spécifique qui se trouve en bordure des routes permettant aux véhicules, notamment aux poids lourds, qui sont en panne de freins, de s'arrêter en douceur.
Ces lits d'arrêt d'urgence sont placés juste avant une route dangereuse, après une longue pente de plus de 130 mètres ou plus courte, mais qui débouche sur des points singuliers. Ceux-ci peuvent être des :

- Échangeurs
- Tunnels
- Virages
- Aires de repos
- Viaducs
- Douanes
- Barrières de péages

XII.1.5.2. Panneaux annonçant un lit d'arrêt d'urgence

Les panneaux d'indication de ces voies spécifiques sont de forme carrée et de couleur bleue avec un liseré blanc. Une route et une voie de détresse y sont représentées. Le pictogramme parle de lui-même et il est généralement complété par un marquage au sol qui représente un grand damier rouge et blanc.

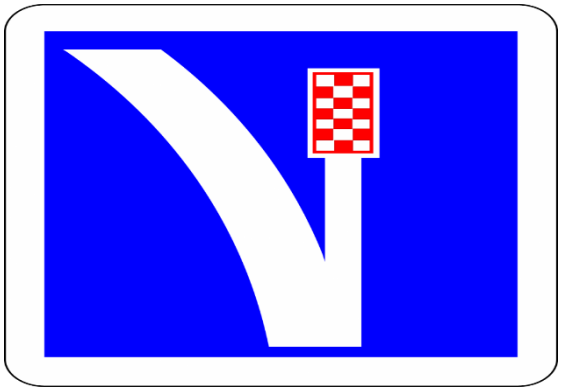


FIGURE XII.6: PANNEAUX D'UN LIT D'ARRET D'URGENCE

Signalisation verticale

Ce sont des panneaux rétroéclairés qui montrent aux automobilistes l'entrée de la voie de détresse. Ils sont de type C26a si la voie de détresse est à droite ou C26b si la voie de détresse est à gauche

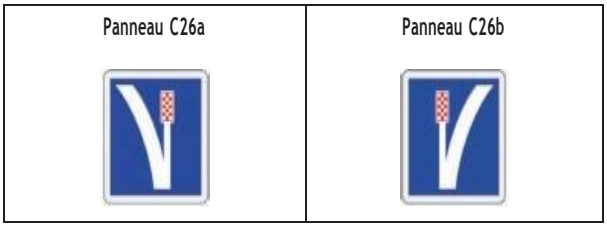


FIGURE XII .7 : SIGNALISATION VERTICALE

Signalisation horizontale

Le marquage au sol avec son damier rouge et blanc est visible de loin. Vous trouvez également des panneaux verticaux représentant une courbe qui débouche sur une voie rectiligne et un rectangle avec le fameux damier, annonçant ainsi un virage à droite ou à gauche, suivant la configuration des routes.



FIGURE XII .7 : SIGNALISATION HORIZONTALE

Chapitre XIII : Étude de l’environnement

Chapitre XII : Étude de l'environnement

XII.1 Introduction

L'étude de l'impact d'un projet sur l'environnement se définit comme des impacts potentiels, qu'ils soient positifs ou négatifs, d'un projet proposé sur l'environnement naturel.

Le but de ce processus est de donner aux décideurs un moyen de décider de poursuivre ou D'arrêter le projet.

XIII.2. Les principaux objectifs de l'étude

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

• Identifier et analyser les impacts environnementaux du projet
• Évaluer la portée des impacts à court, moyen et long terme
• Fournir des mesures d'atténuation et de compensation pour réduire les impacts négatifs
• Prévenir les dommages à l'environnement
• Promouvoir la durabilité et protéger l'environnement lors de la mise en œuvre du projet

XIII.3. Impact du projet sur l'environnement :

XIII.3.1. Impacts positifs :

- Réduire le temps de trajet des passagers de l'autoroute Est-Ouest à Mila
- Assurer la fluidité de la circulation et résoudre le problème de la circulation lente due aux poids lourds
- Confort et facilité de déplacement
- Assurer la sécurité et réduire les accidents mortels
- Grace à l'élargissement de la route on Augmente la capacité routière

XIII.3.2. Impacts négatifs

- **Au cours des travaux**

XIII.3.2.1. Impacts dus à la pollution de l'air

La pollution de l'air due au trafic est un problème majeur dans de nombreuses villes à travers le monde. Elle est principalement causée par les émissions de gaz toxiques provenant des véhicules automobiles

- Réduire les rejets de gaz polluants tels que le CO2 grâce à l'amélioration du carburateur et des moteurs.
- Utiliser des outille de transport alternatif.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- Utiliser d'autres sources d'énergie.

- Contrôle des véhicules et de leur vitesse.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air

XIII.3.2.2. Impact dû à l'accroissement du bruit et vibrations

La construction d'une autoroute au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

- Perte de sommeil.
- La fatigue
- Baisse de l'acuité auditive

XIII.3.2.3. Impact sur la faune, flore

- Perturbation de l'environnement due à la présence de machines et d'équipements bruyants utilisés. Et ainsi modifier son comportement et la faire bouger temporairement
- Des mesures peuvent être prises pour protéger l'environnement et faciliter la vie des animaux en créant les ouvrages prévus dans le cadre de l'étude d'assainissement serviront également de passages pour les animaux.
- Un projet de reboisement sera réalisé en coopération avec le gouvernement local afin de compenser la diminution permanente de certaines parties de la végétation.

XIII.3.2.4. Impacts sur l'agriculture

La culture agricole est grandement affectée lors de la construction car le terrain sur lequel le projet est construit est agricole

XIII.3.2.5. Impacts sur le bâti

En raison des espaces disponibles et des choix de conception astucieux, il n'y a pas d'incidence sur les structures existantes.

L'incidence sur le bâti est perçue comme négligeable en termes d'importance.

- **Impacts durables liées à l'exploitation :**

XIII.3.3.1. Nuisances sonores et acoustique

- Les personnes vivant au bord de la route souffrent de problèmes de bruit et de problèmes respiratoires
- La qualité des habitats de diverses espèces se détériore

XIII.3.3.2. Impacts sur l'agriculture

• La construction de la route entraîne des pertes financières pour les agriculteurs en raison de la fragmentation ou de la réduction de leurs terres.
• En raison de l'allongement de leurs trajets, les agriculteurs doivent parcourir des distances plus longues, et des surfaces de parcours sont prélevées sur de grandes distances tout au long

du projet.

XIII.3.3.3. Impacts sur les ressources en eau

Les routes peuvent influencer les écoulements et la qualité des eaux de manière significative.

Parfois, les zones de surface et souterraines entraînent un risque accru d'inondation, d'érosion et d'Un changement brusque de la dynamique de la nappe phréatique peut être responsable de dépôts.

Les forages, puits ou adductions d'eau potable située à proximité de la route peuvent être exposés à des accidents et à une contamination, ce qui met en péril la source d'eau.

XIII.4. Mesures prises pour minimiser les impacts

XIII.4.1. Mesures en phase travaux

- Il est important de sélectionner les informations sur le chantier de construction et les routes d'accès et de les localiser dans un endroit et un lieu de résidence aussi pratiques que possible.
- Il est nécessaire de prévoir des zones spéciales où sont stockés et entretenus le matériel, le carburant. Et le nettoyage des matériaux utilisés.
- Afin de réduire la formation de fumée, de gaz ou d'odeur, le contrôle sera effectué en changeant le moteur de la machine.
- Des mesures sont prises pour transporter régulièrement les déchets des chantiers de construction vers les zones de stockage pour traitement et pour récupérer et éliminer les déchets générés pendant la construction.

XIII.4.2. Mesures en phase exploitation

- Des mesures d'étanchéité seront prises pour prévenir toute infiltration de substances polluantes dans les accotements et les réseaux d'assainissement.
- Des contrôles réguliers seront effectués sur les clôtures routières afin d'empêcher l'entrée des animaux errants (moutons, chèvres, etc.) et des animaux sauvages vivant à proximité (comme les loups). Certaines pièces sont équipées de composants spéciaux pour que tout fonctionne en toute sécurité.

XIII.5. Conclusion

La réalisation d'un projet routier entraîne inévitablement des impacts environnementaux négatifs pendant les phases de construction et d'exploitation. Cependant, ces risques sont faibles par rapport aux avantages apportés par ce processus.

Notre recherche vise à réduire l'impact négatif sur l'environnement dans la région en créant un moyen de surveiller en permanence cet impact dans les années à venir, lorsque le trafic augmentera et que la pollution constituera un problème majeur. L'objectif est de garantir que la route fonctionne de manière fluide et efficace tout en limitant son impact négatif sur l'environnement.

CHAPITRE XIII :
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
1	**TRAVAUX PREPARATOIRES**				
1,1	Installation du chantier	F	1	15 000 000,00	15 000 000,00
	Etude d'excution	F	1		
				Total 01	**15 000 000,00**
2	**TERRASSEMENTS**				
2,1	Décapage de terre végétale sur une épaisseur moyenne de 50 cm y compris mise en dépôt provisoire	M3	610312	500,00	305156000.00
2,2	Déblai en grande masse	M3	4095913	400,00	1638365200.00
2,4	Déblais mise Remblais	M3	1878310	600,00	1126986000.00
	Remblais en provenance d'emprunt				
				Total 02	**3072007200.00**
3	**TRAVAUX D'ASSAINISSSEMENT**				
3,1	F/P de fossé en béton au treillis soudés de forme trapézoïdale 1,5 x 0,5 x 0,5 m épaisseur 10 cm	ML	21581	5 000,00	107905000
3,2	F/p de buse en béton armé diamètre 800 mm y compris tète de buse en béton armé et toutes sujétions de bonne exécution	ML	72	28 000,00	1 848 000.00
3,3	F/p de buse en béton armé diamètre 1000 mm y compris tète de buse en béton armé et toutes sujétions de bonne exécution	ML	110	32 000,00	3 520 000.00
3,4	F F/p de buse en béton armé diamètre 1200 mm y compris tète de buse en béton armé et toutes sujétions de bonne exécution	ML	66	38 000,00	2 508 000.00
3.5	F F/p de buse en béton armé diamètre 1500 mm y compris tète de buse en béton armé et toutes sujétions de bonne exécution	ML	154	45 000.00	6 930 000.00
3,6	F/p de dalot en béton armé	ML	82.823	42 000.00	3478566.00
				Total 03	**1936361600**
4	**TRAVAUX DE CHAUSSEE**				
4,1	Fourniture et mise en œuvre de la couche de fondation en GNT 0/31.5 sue une epaisseur 30 cm y comprisréglage et compactage de forme	M3	56951	2 000,00	113902000.00
4,2	Terre végétale sur ilots et talus épaisseur 20 cm	M3	8 461.4	500,00	4230700

4,3	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de grave bitume GB 0/20 sur une épaisseur de 20 cm	T	84195	8 500,00	715657500
4,4	Fourniture et pose d'une couche d'accrochage intermédiaire en émulsion de bitume résiduel 0,3 kg/m2	M2	44800	250	11200000
4,5	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux y compris couche d'accrochage sur GB épaisseur 0,06 m	T	33434	9 000,00	300906000.00

4.6	Fourniture, Transportet Mise en Ouvre du matériau la couche de forme en tuf 60 cm	M3	209399	1000.00	209399000.00
				Total 04	**6315178820.00**
5	**EQUIPEMENTS**				
5,1	F/p de bordure de trottoirs pour ilots de giratoire	ML	700	1 200,00	840 000.00
5.2	L'éclairage public	ML	10 400	4500,00	46 800 000.00
5,3	**Signalisation horizontale**	ML	86 101.6	250.00	21 525 400.00
5,4	**Signalisation verticale**	U	105	25000.00	2 625 000.00
				Total 05	**2967040000**
				TOTAL HT	**945122003600**
				TOTAL TVA 19 %	**179573180700**
				TOTAL TTC	**1 246 951 840.00**

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Le devis quantitatif et estimatif est arrêté à la somme de (en lettres) : " toutes taxes comprises » : **un milliards deux cent quartent six millions nife cent cliquant, mille huit cent quarrent** Toutes Taxes Comprises. (En chiffres) : **1 246 951 840.00**

Conclusion générale

Pour moi, ce projet de fin d'études est une opportunité précieuse d'acquérir une expérience pratique en travaillant sur un projet réel. Cette démarche m'a permis de comprendre l'importance des connaissances théoriques que j'ai acquise au cours des trois années d'études à l'École Nationale Supérieure des Travaux Publics. Ce projet m'a permis de résoudre les problèmes techniques et administratifs pouvant survenir lors d'un projet routier.

Dans le cadre de notre projet de doublement, nous avons :

•Nous avons soigneusement suivi le tracé de la route existant et avons pu restaurer la majeure partie de la route, qui a une bonne caractéristique géométrique, à l'exception de quelques tronçons.

• Tenant compte de l'aspect économique du projet, nous avons fait tout notre possible pour réduire les obstacles existants tels que les arbres, les bâtiments et les réseaux diverses.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour moi de bien maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels : AUTOCAD, COVADIS, AUTO-PISTE, ALIZE.GEAO 05

Ce projet m'a donné une opportunité précieuse d'approfondir mes connaissances et d'identifier et de résoudre les problèmes que rencontrés lors du développement du projet. J'espère que mon travail est la première étape vers mon travail professionnel.

ANNEXE

Bibliographie

- **B40 :** Normes techniques d'aménagement des routes.1975
- **ARP :** aménagement des routes principale.
- Aménagement des fortes pentes
- **GTR** (Guide des Terrassement Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes. SETRA – 1994
- Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves. Ministère des Travaux Publics / « CTTP ». 2001
- Cours Enstp 2ème année d'hydraulique de Mr LEFKIR
- Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – Carrefours plans, SETRA, décembre 1998
- ENSTP anciennes mémoires de fin d'étude
- Le guide technique Assainissement routier-Edition Octobre 2006
- Rapport géotechnique tiré par la SETS
- Rapport hydraulique tiré par SETS

Site web :

https://www.scribd.com/document/399326695/4-Trace-en-plan-ch2

https://www.dcwmila.dz/fr/index.php/wil43

http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/22753/%D8%A3%D8%AE%D9%84%D8%A7%D9%85.pdf?sequence=1&isAllowed=y

https://www.bing.com/ck/a?!&&p=f599aaacedd7c618JmltdHM9MTcxNzYzMjAwMCZpZ3VpZD0xNjlmZGRkZC0xOWY3LTZhNTktMTAxYy1jOTU3MTgyYTZiMTEmaW5zaWQ9NTIxMg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=169fdddd-19f7-6a59-101c-c957182a6b11&psq=les+voies+de+d%c3%a9tresse&u=a1aHR0cHM6Ly9jb2RlZGVsYXJvdXRlLmlvL2Jsb2cvdm9pZS1kZS1kZXRyZXNzZS8&ntb=1

ANNEXE

Annexe

Axe En Plan

Axe : Axe

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	166.31gr	164.052	0+000.000	249848.232	4038939.480
Clothoïde 1	Paramètre	187.748	117.498	0+164.052	249931.058	4038797.871
Arc 1	Rayon	300.000 m	32.235	0+281.550	249996.755	4038700.698
	Centre X	250221.292 m				
	Centre Y	4038899.654 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-187.748	117.498	0+313.786	250019.387	4038677.765
Droite 2	Gisement	134.53gr	103.096	0+431.283	250115.684	4038610.790
Clothoïde 3	Paramètre	-187.748	117.498	0+534.380	250203.981	4038557.568
Arc 2	Rayon	-300.000 m	228.927	0+651.878	250300.277	4038490.593
	Centre X	250098.373 m				
	Centre Y	4038268.704 m				
Clothoïde 4	Paramètre	187.748	117.498	0+880.805	250397.650	4038289.516
Droite 3	Gisement	208.05gr	12.669	0+998.303	250390.482	4038172.437
Arc 3	Rayon	900.000 m	199.168	1+010.972	250388.885	4038159.869
	Centre X	251281.704 m				
	Centre Y	4038046.408 m				
Droite 4	Gisement	193.96gr	303.550	1+210.141	250385.753	4037961.131
Clothoïde 5	Paramètre	-160.597	107.465	1+513.691	250414.516	4037658.947
Arc 4	Rayon	-240.000 m	132.988	1+621.156	250416.692	4037551.743
	Centre X	250178.686 m				
	Centre Y	4037582.615 m				
Clothoïde 6	Paramètre	160.597	107.465	1+754.144	250364.833	4037431.125
Droite 5	Gisement	257.74gr	9.280	1+861.609	250285.535	4037358.951
Clothoïde 7	Paramètre	160.597	107.465	1+870.889	250278.225	4037353.234
Arc 5	Rayon	240.000 m	134.366	1+978.354	250198.927	4037281.059
	Centre X	250385.075 m				
	Centre Y	4037129.570 m				
Clothoïde 8	Paramètre	-160.597	107.465	2+112.720	250146.895	4037159.075
Droite 6	Gisement	193.59gr	207.682	2+220.184	250149.687	4037051.886
Clothoïde 9	Paramètre	-160.597	107.465	2+427.866	250170.552	4036845.255
Arc 6	Rayon	-240.000 m	71.716	2+535.331	250173.344	4036738.066
	Centre X	249935.164 m				
	Centre Y	4036767.571 m				
Clothoïde 10	Paramètre	160.597	107.465	2+607.047	250154.103	4036669.256
Clothoïde 11	Paramètre	160.597	107.465	2+714.511	250096.119	4036579.061
Arc 7	Rayon	240.000 m	156.052	2+821.976	250038.134	4036488.866
	Centre X	250257.073 m				
	Centre Y	4036390.551 m				
Clothoïde 12	Paramètre	-160.597	107.465	2+978.028	250023.292	4036336.269
Droite 7	Gisement	171.22gr	627.165	3+085.492	250062.809	4036236.591
Clothoïde 13	Paramètre	213.306	126.387	3+712.658	250336.753	4035672.418
Arc 8	Rayon	360.000 m	6.424	3+839.045	250398.426	4035562.298
	Centre X	250689.830 m				
	Centre Y	4035773.684 m				
Clothoïde 14	Paramètre	-213.306	126.387	3+845.469	250402.245	4035557.132
Clothoïde 15	Paramètre	-160.597	107.465	3+971.856	250489.421	4035465.862
Arc 9	Rayon	-240.000 m	25.684	4+079.320	250562.224	4035387.140
	Centre X	250363.747 m				

	Centre Y	4035252.207 m				
Clothoïde 16	Paramètre	160.597	107.465	4+105.005	250575.501	4035365.168

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 8	Gisement	183.06gr	96.615	4+212.469	250611.336	4035264.108
Arc 10	Rayon	900.000 m	152.399	4+309.084	250636.749	4035170.896
	Centre X	251505.057 m				
	Centre Y	4035407.628 m				
Droite 9	Gisement	172.28gr	914.038	4+461.482	250689.063	4035027.952
Arc 11	Rayon	1800.000 m	243.376	5+375.520	251074.662	4034199.230
	Centre X	252706.649 m				
	Centre Y	4034958.583 m				
Droite 10	Gisement	163.67gr	1066.883	5+618.896	251191.915	4033986.173
Clothoïde 17	Paramètre	-312.029	133.000	6+685.779	251768.275	4033088.371
Arc 12	Rayon	-732.044 m	192.789	6+818.779	251836.679	4032974.367
	Centre X	251187.315 m				
	Centre Y	4032636.411 m				
Clothoïde 18	Paramètre	312.029	133.000	7+011.569	251902.268	4032793.670
Droite 11	Gisement	192.00gr	110.236	7+144.569	251922.917	4032662.332
Arc 13	Rayon	3960.000 m	23.474	7+254.805	251936.734	4032552.965
	Centre X	255865.506 m				
	Centre Y	4033049.297 m				
Droite 12	Gisement	191.62gr	327.046	7+278.279	251939.745	4032529.685
Clothoïde 19	Paramètre	200.701	122.064	7+605.325	251982.658	4032205.467
Arc 14	Rayon	330.000 m	489.405	7+727.388	252006.062	4032085.856
	Centre X	252319.667 m				
	Centre Y	4032188.579 m				
Clothoïde 20	Paramètre	-200.701	122.064	8+216.794	252394.511	4031867.178
Droite 13	Gisement	73.66gr	273.831	8+338.858	252508.912	4031909.211
Arc 15	Rayon	900.000 m	408.430	8+612.689	252759.638	4032019.300
	Centre X	252397.809 m				
	Centre Y	4032843.363 m				

Droite 14	Gisement	44.77gr	59.340	9+021.119	253084.279	4032261.333
Clothoïde 21	Paramètre	-191.239	118.741	9+080.459	253122.655	4032306.594
Arc 16	Rayon	-308.000 m	47.481	9+199.200	253204.964	4032391.906
	Centre X	253397.380 m				
	Centre Y	4032151.407 m				
Clothoïde 22	Paramètre	191.239	118.741	9+246.681	253244.174	4032418.600
Droite 15	Gisement	79.13gr	105.345	9+365.423	253353.723	4032463.899
Arc 17	Rayon	900.000 m	218.005	9+470.767	253453.457	4032497.822
	Centre X	253163.638 m				
	Centre Y	4033349.882 m				
Droite 16	Gisement	63.71gr	89.894	9+688.772	253649.376	4032592.215
Arc 18	Rayon	-1297.131 m	135.601	9+778.666	253725.053	4032640.731
	Centre X	254425.125 m				
	Centre Y	4031548.738 m				
Droite 17	Gisement	70.36gr	106.562	9+914.268	253842.824	4032707.822
Arc 19	Rayon	900.000 m	241.955	10+020.830	253938.045	4032755.659
	Centre X	253534.021 m				
	Centre Y	4033559.876 m				
Droite 18	Gisement	53.25gr	32.453	10+262.785	254137.142	4032891.860
Clothoïde 23	Paramètre	-160.597	107.465	10+295.237	254161.229	4032913.608
Arc 20	Rayon	-240.000 m	53.765	10+402.702	254245.950	4032979.332
	Centre X	254363.219 m				
	Centre Y	4032769.932 m				
Clothoïde 24	Paramètre	160.597	107.465	10+456.467	254295.399	4033000.151
Droite 19	Gisement	96.01gr	397.963	10+563.931	254401.617	4033014.816
				10+961.894	254798.800	4033039.712
Longueur totale de l'axe 10961.894 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Axe : Axe

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques				Points de	Contacts
Nom	Pente	/ Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-4.84 %	22.667	0+000.000	342.156
Parabole 1	Rayon	500.000 m	43.389	0+022.667	341.058
	Sommet Absc.	0+046.879 m			
	Sommet Alt.	340.472 m			
Pente 2	Pente	3.84 %	14.500	0+066.056	340.840
Parabole 2	Rayon	9077.461 m	196.487	0+080.556	341.396
	Sommet Absc.	0+-267.605 m			
	Sommet Alt.	334.719 m			
Pente 3	Pente	6.00 %	901.788	0+277.043	351.059
Parabole 3	Rayon	-3300.000 m	214.500	1+178.831	405.166
	Sommet Absc.	1+376.831 m			
	Sommet Alt.	411.106 m			
Pente 4	Pente	-0.50 %	111.408	1+393.331	411.065
Parabole 4	Rayon	3200.000 m	192.000	1+504.739	410.508
	Sommet Absc.	1+520.739 m			
	Sommet Alt.	410.468 m			
Pente 5	Pente	5.50 %	63.523	1+696.739	415.308
Parabole 5	Rayon	-3300.000 m	214.500	1+760.262	418.801
	Sommet Absc.	1+941.762 m			
	Sommet Alt.	423.793 m			
Pente 6	Pente	-1.00 %	488.621	1+974.762	423.628
Parabole 6	Rayon	-6100.000 m	244.000	2+463.383	418.741
	Sommet Absc.	2+402.383 m			
	Sommet Alt.	419.046 m			
Pente 7	Pente	-5.00 %	12.445	2+707.383	411.421
Parabole 7	Rayon	5000.000 m	500.000	2+719.827	410.799
	Sommet Absc.	2+969.827 m			
	Sommet Alt.	404.549 m			
Pente 8	Pente	5.00 %	285.283	3+219.827	410.799
Parabole 8	Rayon	-10000.000 m	700.000	3+505.110	425.063
	Sommet Absc.	4+005.110 m			
	Sommet Alt.	437.563 m			
Pente 9	Pente	-2.00 %	316.822	4+205.110	435.563
Parabole 9	Rayon	9000.000 m	720.000	4+521.932	429.227
	Sommet Absc.	4+701.932 m			
	Sommet Alt.	427.427 m			
Pente 10	Pente	6.00 %	5191.474	5+241.932	443.627
Parabole 10	Rayon	-8000.000 m	520.000	10+433.406	755.115
	Sommet Absc.	10+913.406 m			
	Sommet Alt.	769.515 m			
Pente 11	Pente	-0.50 %	8.488	10+953.406	769.415
				10+961.894	769.373
Longueur totale de l'axe 10961.894 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 10975.181 mètre(s)					

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Axe : Axe

Table courante : ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0+000.000	12.500	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P02	0+025.000	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P03	0+050.000	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P04	0+075.000	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P05	0+100.000	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P06	0+125.000	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
P07	0+150.000	25.000	0.51	57.63	12.8	1440.7	12.8	1440.7
P08	0+175.000	25.000	0.49	68.81	12.3	1723.0	25.1	3163.7
P09	0+200.000	25.000	0.52	82.29	13.1	2068.7	38.2	5232.4
P10	0+225.000	25.000	0.53	94.96	13.1	2399.8	51.3	7632.2
P11	0+250.000	25.000	0.55	94.28	13.8	2400.3	65.1	10032.4
P12	0+275.000	25.000	2.57	76.58	62.2	1972.4	127.3	12004.8
P13	0+300.000	25.000	4.77	65.51	115.2	1694.7	242.5	13699.5
P14	0+325.000	25.000	4.17	70.40	100.9	1814.0	343.4	15513.5
P15	0+350.000	25.000	2.50	68.33	60.9	1743.7	404.4	17257.1
P16	0+375.000	25.000	2.15	49.04	52.9	1241.8	457.3	18498.9
P17	0+400.000	25.000	3.80	32.35	94.1	814.9	551.3	19313.8
P18	0+425.000	25.000	9.07	8.32	226.4	208.3	777.7	19522.2
P19	0+450.000	25.000	42.14	0.00	1053.6	0.0	1831.3	19522.2
P20	0+475.000	25.000	64.47	0.00	1611.7	0.0	3443.0	19522.2
P21	0+500.000	25.000	82.30	0.00	2057.6	0.0	5500.6	19522.2
P22	0+525.000	25.000	96.92	0.00	2423.0	0.0	7923.7	19522.2
P23	0+550.000	25.000	118.30	0.00	2958.7	0.0	10882.4	19522.2
P24	0+575.000	25.000	141.29	0.00	3533.0	0.0	14415.3	19522.2
P25	0+600.000	25.000	178.65	0.00	4465.2	0.0	18880.6	19522.2
P26	0+625.000	25.000	233.59	0.00	5834.8	0.0	24715.3	19522.2

P27	0+650.000	25.000	301.18	0.00	7516.3	0.0	32231.6	19522.2
P28	0+675.000	25.000	380.09	0.97	9481.5	25.8	41713.1	19548.0
P29	0+700.000	25.000	441.04	0.00	11005.4	0.0	52718.5	19548.0
P30	0+725.00	25.000	489.11	0.00	12215.2	0.0	64933.7	19548.0
	0							
P31	0+750.000	25.000	537.63	0.00	13437.2	0.0	78370.8	19548.0
P32	0+775.000	25.000	583.20	0.00	14566.7	0.0	92937.5	19548.0
P33	0+800.000	25.000	623.75	0.00	15585.7	0.0	108523.2	19548.0
P34	0+825.000	25.000	655.47	0.00	16384.0	0.0	124907.2	19548.0
P35	0+850.000	25.000	699.22	0.00	17490.8	0.0	142398.1	19548.0
P36	0+875.000	25.000	732.22	0.00	18310.9	0.0	160709.0	19548.0
P37	0+900.000	25.000	754.39	0.00	18859.8	0.0	179568.8	19548.0
P38	0+925.000	25.000	756.49	0.00	18912.4	0.0	198481.2	19548.0
P39	0+950.000	25.000	740.33	0.00	18501.4	0.0	216982.6	19548.0
P40	0+975.000	25.000	697.13	0.00	17426.3	0.0	234408.9	19548.0
P41	1+000.000	25.000	630.32	0.00	15757.9	0.0	250166.9	19548.0
P42	1+025.000	25.000	531.09	0.00	13283.1	0.0	263450.0	19548.0
P43	1+050.000	25.000	472.93	0.00	11830.3	0.0	275280.3	19548.0
P44	1+075.000	25.000	418.06	0.00	10455.9	0.0	285736.2	19548.0
P45	1+100.000	25.000	368.85	1.55	9222.2	38.3	294958.4	19586.2
P46	1+125.000	25.000	349.12	0.00	8723.9	0.0	303682.3	19586.2
P47	1+150.000	25.000	318.22	0.02	7947.9	0.4	311630.2	19586.7
P48	1+175.000	25.000	258.17	0.00	6446.2	0.0	318076.4	19586.7

			Surfaces	Volumes Partiels	Volumes Cumulés

Num.	Abscisse	Longueur	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P49	1+200.000	25.000	187.54	0.00	4682.9	0.0	322759.3	19586.7
P50	1+225.000	25.000	101.35	0.00	2533.8	0.0	325293.1	19586.7
P51	1+250.000	25.000	14.53	3.22	363.2	80.5	325656.3	19667.2
P52	1+275.000	25.000	0.55	80.74	13.7	2018.4	325670.0	21685.6
P53	1+300.000	25.000	0.53	111.97	13.2	2799.4	325683.2	24484.9
P54	1+325.000	25.000	0.50	74.39	12.5	1859.8	325695.7	26344.7
P55	1+350.000	25.000	0.41	24.90	10.4	622.6	325706.1	26967.3
P56	1+375.000	25.000	6.35	13.28	158.8	332.1	325864.8	27299.4
P57	1+400.000	25.000	8.50	9.96	212.6	249.0	326077.4	27548.4
P58	1+425.000	25.000	11.20	11.01	280.0	275.3	326357.4	27823.7
P59	1+450.000	25.000	17.50	3.83	437.4	95.9	326794.8	27919.6
P60	1+475.000	25.000	15.59	3.21	389.7	80.3	327184.5	27999.8
P61	1+500.000	25.000	1.69	13.72	42.2	343.1	327226.7	28342.9
P62	1+525.000	25.000	0.43	32.34	10.6	806.7	327237.3	29149.6
P63	1+550.000	25.000	0.46	40.96	11.4	1017.7	327248.8	30167.3
P64	1+575.000	25.000	1.18	10.39	30.1	254.5	327278.9	30421.8
P65	1+600.000	25.000	0.45	12.83	11.4	316.5	327290.2	30738.4
P66	1+625.000	25.000	5.48	0.09	137.3	2.3	327427.5	30740.6
P67	1+650.000	25.000	16.91	0.00	423.6	0.0	327851.1	30740.6
P68	1+675.000	25.000	20.58	0.00	510.2	0.0	328361.4	30740.6
P69	1+700.000	25.000	19.48	0.39	478.7	10.3	328840.1	30750.9
P70	1+725.000	25.000	18.67	2.70	455.5	70.9	329295.6	30821.8
P71	1+750.000	25.000	29.90	0.05	734.1	1.4	330029.7	30823.2
P72	1+775.000	25.000	21.62	0.05	533.7	1.2	330563.4	30824.4
P73	1+800.000	25.000	32.10	0.17	799.0	4.4	331362.4	30828.8
P74	1+825.000	25.000	52.61	0.02	1311.2	0.6	332673.6	30829.4
P75	1+850.000	25.000	62.89	0.00	1570.8	0.0	334244.4	30829.4
P76	1+875.000	25.000	66.31	0.04	1659.0	1.1	335903.4	30830.5
P77	1+900.000	25.000	83.96	0.00	2105.9	0.0	338009.3	30830.5
P78	1+925.000	25.000	101.61	0.00	2559.5	0.0	340568.8	30830.5
P79	1+950.000	25.000	80.74	0.08	2039.7	2.0	342608.5	30832.5
P80	1+975.000	25.000	36.78	1.68	942.3	39.8	343550.7	30872.3
P81	1+1000.000	25.000	8.26	25.50	214.0	607.5	343764.7	31479.8

P82	2+025.000	25.000	7.76	34.63	201.5	826.4	343966.3	32306.2
P83	2+050.000	25.000	7.75	28.41	201.2	678.4	344167.4	32984.6
P84	2+075.000	25.000	6.45	21.31	167.1	510.6	344334.5	33495.2
P85	2+100.000	25.000	7.39	8.78	190.5	209.2	344525.0	33704.4
P86	2+125.000	25.000	13.03	4.48	334.3	107.0	344859.2	33811.3
P87	2+150.000	25.000	28.78	2.86	732.3	69.0	345591.5	33880.3
P88	2+175.000	25.000	35.40	2.30	895.0	56.0	346486.5	33936.4
P89	2+200.000	25.000	64.58	0.04	1620.2	1.0	348106.7	33937.3
P90	2+225.000	25.000	113.72	0.00	2843.3	0.0	350950.0	33937.3
P91	2+250.000	25.000	162.10	0.00	4052.4	0.0	355002.4	33937.3
P92	2+275.000	25.000	209.67	0.00	5241.6	0.0	360244.0	33937.3
P93	2+300.000	25.000	180.43	0.00	4510.8	0.0	364754.8	33937.3
P94	2+325.000	25.000	133.23	0.00	3330.7	0.0	368085.6	33937.3
P95	2+350.000	25.000	108.09	0.00	2702.2	0.0	370787.8	33937.3
P96	2+375.000	25.000	88.78	0.00	2219.5	0.0	373007.3	33937.3
P97	2+400.000	25.000	82.53	0.00	2063.3	0.0	375070.5	33937.3
P98	2+425.000	25.000	89.28	0.00	2231.4	0.0	377302.0	33937.3
P99	2+450.000	25.000	119.14	0.00	2969.1	0.0	380271.0	33937.3
P100	2+475.000	25.000	128.36	0.00	3188.0	0.0	383459.0	33937.3
P101	2+500.000	25.000	144.46	0.00	3580.0	0.0	387039.0	33937.3
P102	2+525.000	25.000	160.45	0.00	3962.8	0.0	391001.8	33937.3
P103	2+550.000	25.000	176.15	0.00	4340.3	0.0	395342.1	33937.3
P104	2+575.000	25.000	140.81	0.00	3464.3	0.0	398806.4	33937.3
P105	2+600.000	25.000	82.80	0.04	2026.9	1.1	400833.3	33938.4
P106	2+625.000	25.000	40.82	6.63	995.9	173.2	401829.2	34111.6
P107	2+650.000	25.000	15.89	32.58	388.8	838.7	402217.9	34950.3
P108	2+675.000	25.000	3.40	66.21	84.0	1683.2	402302.0	36633.4
P109	2+700.000	25.000	3.27	67.13	81.4	1688.1	402383.3	38321.6

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P110	2+725.000	25.000	6.67	35.19	167.3	876.1	402550.6	39197.6

P111	2+750.000	25.000	25.69	9.04	648.8	222.2	403199.4	39419.8
P112	2+775.000	25.000	36.65	4.28	930.1	103.7	404129.5	39523.4
P113	2+800.000	25.000	34.41	0.12	871.5	2.9	405000.9	39526.3
P114	2+825.000	25.000	33.45	0.00	843.7	0.0	405844.6	39526.3
P115	2+850.000	25.000	4.68	3.00	121.2	71.6	405965.8	39597.9
P116	2+875.000	25.000	0.51	32.71	13.0	811.0	405978.9	40408.9
P117	2+900.000	25.000	0.48	36.33	12.3	910.8	405991.2	41319.7
P118	2+925.000	25.000	1.29	7.25	31.3	184.4	406022.5	41504.1
P119	2+950.000	25.000	33.06	0.04	820.9	1.1	406843.4	41505.2
P120	2+975.000	25.000	96.81	0.00	2408.5	0.0	409251.9	41505.2
P121	3+000.000	25.000	160.89	0.00	4012.4	0.0	413264.3	41505.2
P122	3+025.000	25.000	193.63	0.00	4834.1	0.0	418098.3	41505.2
P123	3+050.000	25.000	190.89	0.00	4767.9	0.0	422866.2	41505.2
P124	3+075.000	25.000	146.28	0.00	3656.6	0.0	426522.8	41505.2
P125	3+100.000	25.000	78.96	0.00	1974.0	0.0	428496.9	41505.2
P126	3+125.000	25.000	55.87	0.00	1396.6	0.0	429893.5	41505.2
P127	3+150.000	25.000	51.14	0.00	1278.4	0.0	431171.9	41505.2
P128	3+175.000	25.000	53.35	0.00	1333.7	0.0	432505.7	41505.2
P129	3+200.000	25.000	62.69	0.00	1567.2	0.0	434072.8	41505.2
P130	3+225.000	25.000	62.01	0.00	1550.2	0.0	435623.0	41505.2
P131	3+250.000	25.000	46.55	0.00	1163.7	0.0	436786.7	41505.2
P132	3+275.000	25.000	11.69	0.04	292.2	1.1	437078.9	41506.3
P133	3+300.000	25.000	0.37	20.89	9.3	522.2	437088.2	42028.5
P134	3+325.000	25.000	0.37	38.62	9.2	965.6	437097.4	42994.1
P135	3+350.000	25.000	0.40	20.24	10.0	506.0	437107.4	43500.2
P136	3+375.000	25.000	7.14	0.66	178.6	16.6	437285.9	43516.7
P137	3+400.000	25.000	17.53	0.00	438.2	0.0	437724.1	43516.7
P138	3+425.000	25.000	39.98	0.00	999.6	0.0	438723.7	43516.7
P139	3+450.000	25.000	78.87	0.00	1971.8	0.0	440695.5	43516.7
P140	3+475.000	25.000	135.39	0.00	3384.7	0.0	444080.3	43516.7
P141	3+500.000	25.000	166.14	0.00	4153.4	0.0	448233.7	43516.7
P142	3+525.000	25.000	200.03	0.00	5000.8	0.0	453234.4	43516.7
P143	3+550.000	25.000	213.70	0.00	5342.4	0.0	458576.9	43516.7

P144	3+575.000	25.000	250.13	0.00	6253.3	0.0	464830.2	43516.7

P145	3+600.000	25.000	235.44	0.00	5886.1	0.0	470716.2	43516.7
P146	3+625.000	25.000	238.10	0.00	5952.5	0.0	476668.7	43516.7
P147	3+650.000	25.000	297.23	0.00	7430.8	0.0	484099.5	43516.7
P148	3+675.000	25.000	340.27	0.00	8506.8	0.0	492606.3	43516.7
P149	3+700.000	25.000	369.59	0.00	9239.8	0.0	501846.1	43516.7
P150	3+725.000	25.000	412.52	0.00	10323.8	0.0	512169.8	43516.7
P151	3+750.000	25.000	463.30	0.00	11619.0	0.0	523788.8	43516.7
P152	3+775.000	25.000	556.65	0.00	13989.4	0.0	537778.2	43516.7
P153	3+800.000	25.000	610.24	0.00	15348.2	0.0	553126.4	43516.7
P154	3+825.000	25.000	664.72	0.27	16732.1	7.3	569858.5	43524.1
P155	3+850.000	25.000	737.20	0.06	18535.9	1.7	588394.4	43525.8
P156	3+875.000	25.000	780.38	0.00	19605.7	0.0	608000.1	43525.8
P157	3+900.000	25.000	854.40	0.00	21438.7	0.0	629438.8	43525.8
P158	3+925.000	25.000	933.96	0.00	23399.0	0.0	652837.8	43525.8
P159	3+950.000	25.000	976.29	0.00	24434.6	0.0	677272.3	43525.8
P160	3+975.000	25.000	925.41	0.00	23127.4	0.0	700399.8	43525.8
P161	3+1000.000	25.000	1049.01	0.00	26145.8	0.0	726545.6	43525.8
P162	4+025.000	25.000	1215.78	0.00	30235.2	0.0	756780.8	43525.8
P163	4+050.000	25.000	1415.97	0.76	35154.5	16.8	791935.3	43542.6
P164	4+075.000	25.000	1568.93	0.00	38794.2	0.0	830729.5	43542.6
P165	4+100.000	25.000	1617.62	0.00	39898.8	0.0	870628.3	43542.6
P166	4+125.000	25.000	1592.54	0.00	39369.5	0.0	909997.8	43542.6
P167	4+150.000	25.000	1501.80	0.00	37290.3	0.0	947288.1	43542.6
P168	4+175.000	25.000	1332.88	0.00	33218.1	0.0	980506.1	43542.6
P169	4+200.000	25.000	1124.20	0.00	28077.0	0.0	1008583.1	43542.6
P170	4+225.000	25.000	915.64	0.00	22891.1	0.0	1031474.3	43542.6

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P171	4+250.000	25.000	729.96	0.00	18249.0	0.0	1049723.3	43542.6
P172	4+275.000	25.000	605.70	0.00	15142.6	0.0	1064865.9	43542.6

P173	4+300.000	25.000	487.60	0.13	12194.5	3.3	1077060.4	43545.8
P174	4+325.000	25.000	359.94	0.00	9015.9	0.0	1086076.4	43545.8
P175	4+350.000	25.000	239.36	0.00	5991.8	0.0	1092068.2	43545.8
P176	4+375.000	25.000	129.82	0.00	3250.3	0.0	1095318.5	43545.8
P177	4+400.000	25.000	40.32	0.00	1011.5	0.0	1096330.0	43545.8
P178	4+425.000	25.000	5.36	19.21	135.4	475.5	1096465.4	44021.3
P179	4+450.000	25.000	7.76	30.29	195.9	749.1	1096661.3	44770.4
P180	4+475.000	25.000	27.86	4.39	696.6	109.8	1097357.8	44880.2
P181	4+500.000	25.000	47.52	1.35	1188.0	33.7	1098545.9	44913.9
P182	4+525.000	25.000	84.68	0.04	2116.9	0.9	1100662.8	44914.8
P183	4+550.000	25.000	103.38	0.52	2584.5	13.0	1103247.3	44927.8
P184	4+575.000	25.000	106.50	0.22	2662.4	5.5	1105909.7	44933.3
P185	4+600.000	25.000	93.82	0.04	2345.6	0.9	1108255.3	44934.2
P186	4+625.000	25.000	49.66	3.77	1241.5	94.4	1109496.7	45028.6
P187	4+650.000	25.000	15.44	16.17	385.9	404.3	1109882.7	45432.9
P188	4+675.000	25.000	2.90	37.09	72.6	927.2	1109955.3	46360.1
P189	4+700.000	25.000	0.78	48.63	19.5	1215.8	1109974.8	47575.9
P190	4+725.000	25.000	0.57	105.80	14.2	2644.9	1109989.0	50220.8
P191	4+750.000	25.000	0.60	188.08	15.0	4702.0	1110004.0	54922.8
P192	4+775.000	25.000	0.64	246.31	15.9	6157.9	1110019.9	61080.7
P193	4+800.000	25.000	0.49	243.63	12.3	6090.9	1110032.3	67171.5
P194	4+825.000	25.000	0.47	265.68	11.6	6642.1	1110043.9	73813.6
P195	4+850.000	25.000	0.47	313.26	11.7	7831.4	1110055.6	81645.0
P196	4+875.000	25.000	0.40	348.24	10.0	8706.1	1110065.6	90351.1
P197	4+900.000	25.000	0.38	379.40	9.6	9484.9	1110075.2	99836.0
P198	4+925.000	25.000	0.32	434.14	7.9	10853.4	1110083.1	110689.4
P199	4+950.000	25.000	0.30	530.09	7.6	13252.3	1110090.7	123941.7
P200	4+975.000	25.000	0.30	645.04	7.4	16126.1	1110098.1	140067.8
P201	4+1000.000	25.000	0.30	750.64	7.5	18765.9	1110105.7	158833.8
P202	5+025.000	25.000	0.29	859.88	7.3	21497.1	1110113.0	180330.9
P203	5+050.000	25.000	0.29	1023.25	7.3	25581.1	1110120.3	205912.0
P204	5+075.000	25.000	0.28	1238.67	7.1	30966.6	1110127.4	236878.6
P205	5+100.000	25.000	0.31	1366.63	7.6	34165.6	1110135.1	271044.3

P206	5+125.000	25.000	0.31	1437.88	7.7	35947.0	1110142.8	306991.2
P207	5+150.000	25.000	0.30	1477.48	7.5	36937.0	1110150.3	343928.3
P208	5+175.000	25.000	0.31	1516.79	7.6	37919.8	1110158.0	381848.0
P209	5+200.000	25.000	0.33	1484.72	8.2	37118.1	1110166.2	418966.1
P210	5+225.000	25.000	0.34	1345.35	8.5	33633.7	1110174.6	452599.9
P211	5+250.000	25.000	0.37	1191.01	9.3	29775.4	1110183.9	482375.3
P212	5+275.000	25.000	0.42	1059.95	10.5	26498.7	1110194.4	508874.0
P213	5+300.000	25.000	0.46	945.00	11.4	23625.0	1110205.8	532499.0
P214	5+325.000	25.000	0.36	899.43	9.1	22485.8	1110214.9	554984.8
P215	5+350.000	25.000	0.33	919.78	8.2	22994.4	1110223.1	577979.2
P216	5+375.000	25.000	0.34	978.23	8.6	24515.4	1110231.8	602494.6
P217	5+400.000	25.000	0.31	965.08	7.9	24241.0	1110239.7	626735.6
P218	5+425.000	25.000	0.32	935.99	8.2	23520.5	1110247.9	650256.2
P219	5+450.000	25.000	0.30	925.56	7.7	23251.8	1110255.6	673508.0
P220	5+475.000	25.000	0.30	924.02	7.7	23206.2	1110263.2	696714.1
P221	5+500.000	25.000	0.30	1002.43	7.6	25174.4	1110270.8	721888.5
P222	5+525.000	25.000	0.33	1098.77	8.4	27594.0	1110279.2	749482.5
P223	5+550.000	25.000	0.32	1226.77	8.2	30808.3	1110287.4	780290.8
P224	5+575.000	25.000	0.29	1264.65	7.5	31768.0	1110294.9	812058.8
P225	5+600.000	25.000	0.33	1273.19	8.4	31976.0	1110303.3	844034.7
P226	5+625.000	25.000	0.32	1319.17	8.0	33018.7	1110311.3	877053.4
P227	5+650.000	25.000	0.32	1392.55	8.0	34813.8	1110319.3	911867.2
P228	5+675.000	25.000	0.32	1393.94	7.9	34848.5	1110327.2	946715.7
P229	5+700.000	25.000	0.30	1313.25	7.6	32831.2	1110334.9	979546.9
P230	5+725.000	25.000	0.29	1299.56	7.3	32489.1	1110342.1	1012036.0
P231	5+750.000	25.000	0.28	1348.18	7.0	33704.6	1110349.1	1045740.6

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P232	5+775.000	25.000	0.31	1439.43	7.9	35985.8	1110357.0	1081726.4
P233	5+800.000	25.000	0.31	1437.60	7.7	35939.9	1110364.7	1117666.4
P234	5+825.000	25.000	0.39	1428.96	9.7	35723.9	1110374.4	1153390.2
P235	5+850.000	25.000	0.43	1487.02	10.8	37175.4	1110385.2	1190565.7
P236	5+875.000	25.000	0.42	1605.52	10.4	40138.0	1110395.7	1230703.6

P237	5+900.000	25.000	0.40	1736.38	9.9	43409.5	1110405.6	1274113.1
P238	5+925.000	25.000	0.46	1766.92	11.6	44173.1	1110417.2	1318286.2
P239	5+950.000	25.000	0.40	1762.09	10.1	44052.3	1110427.3	1362338.5
P240	5+975.000	25.000	0.38	1673.56	9.5	41839.1	1110436.7	1404177.6
P241	5+1000.000	25.000	0.38	1533.47	9.4	38336.8	1110446.2	1442514.4
P242	6+025.000	25.000	0.46	1355.74	11.4	33893.6	1110457.5	1476407.9
P243	6+050.000	25.000	0.47	1190.34	11.7	29758.4	1110469.2	1506166.3
P244	6+075.000	25.000	0.46	1095.72	11.5	27392.9	1110480.7	1533559.3
P245	6+100.000	25.000	0.48	1044.07	12.0	26101.8	1110492.8	1559661.1
P246	6+125.000	25.000	0.44	976.75	11.0	24418.7	1110503.7	1584079.8
P247	6+150.000	25.000	0.40	923.45	9.9	23086.1	1110513.6	1607166.0
P248	6+175.000	25.000	0.35	863.80	8.7	21594.9	1110522.3	1628760.9
P249	6+200.000	25.000	0.33	795.55	8.1	19888.6	1110530.4	1648649.5
P250	6+225.000	25.000	0.29	738.59	7.2	18464.7	1110537.6	1667114.3
P251	6+250.000	25.000	0.28	656.60	7.1	16415.0	1110544.7	1683529.3
P252	6+275.000	25.000	0.21	574.18	5.3	14354.6	1110550.1	1697883.9
P253	6+300.000	25.000	0.31	545.25	7.6	13631.2	1110557.7	1711515.1
P254	6+325.000	25.000	0.20	653.17	4.9	16329.1	1110562.6	1727844.2
P255	6+350.000	25.000	0.17	664.16	4.4	16604.1	1110567.0	1744448.3
P256	6+375.000	25.000	0.43	508.96	10.7	12723.9	1110577.7	1757172.2
P257	6+400.000	25.000	0.39	372.62	9.6	9315.5	1110587.4	1766487.8
P258	6+425.000	25.000	0.37	307.46	9.3	7686.5	1110596.6	1774174.3
P259	6+450.000	25.000	0.41	262.92	10.2	6573.0	1110606.8	1780747.3
P260	6+475.000	25.000	0.43	198.15	10.7	4953.7	1110617.5	1785701.0
P261	6+500.000	25.000	0.48	168.90	12.0	4222.5	1110629.5	1789923.5
P262	6+525.000	25.000	0.39	200.42	9.7	5010.4	1110639.2	1794933.9
P263	6+550.000	25.000	0.42	188.27	10.6	4706.7	1110649.9	1799640.6
P264	6+575.000	25.000	0.48	145.29	11.9	3632.2	1110661.8	1803272.9
P265	6+600.000	25.000	0.40	134.79	10.0	3369.8	1110671.8	1806642.6
P266	6+625.000	25.000	0.38	163.88	9.5	4097.0	1110681.3	1810739.6
P267	6+650.000	25.000	0.42	183.34	10.4	4583.5	1110691.7	1815323.2
P268	6+675.000	25.000	0.56	146.19	14.1	3654.8	1110705.8	1818978.0

P269	6+700.000	25.000	0.58	107.71	14.5	2690.4	1110720.3	1821668.4
P270	6+725.000	25.000	0.60	106.03	15.1	2643.7	1110735.4	1824312.1
P271	6+750.000	25.000	0.58	123.72	14.4	3075.3	1110749.8	1827387.5
P272	6+775.000	25.000	0.62	207.99	15.6	5167.2	1110765.3	1832554.7
P273	6+800.000	25.000	0.59	310.97	14.7	7715.0	1110780.1	1840269.7
P274	6+825.000	25.000	0.62	347.90	15.7	8634.8	1110795.8	1848904.6
P275	6+850.000	25.000	0.58	298.47	14.5	7407.5	1110810.3	1856312.1
P276	6+875.000	25.000	0.52	235.14	12.9	5845.7	1110823.2	1862157.7
P277	6+900.000	25.000	0.50	188.36	12.5	4686.5	1110835.8	1866844.2
P278	6+925.000	25.000	0.45	160.10	11.3	3987.1	1110847.1	1870831.3
P279	6+950.000	25.000	0.51	148.83	12.7	3705.7	1110859.8	1874537.0
P280	6+975.000	25.000	0.48	99.92	12.0	2486.6	1110871.9	1877023.6
P281	6+1000.000	25.000	0.52	32.58	13.0	811.9	1110884.8	1877835.6
P282	7+025.000	25.000	42.68	0.00	1067.2	0.0	1111952.0	1877835.6
P283	7+050.000	25.000	121.93	0.00	3050.0	0.0	1115002.1	1877835.6
P284	7+075.000	25.000	173.33	0.00	4334.9	0.0	1119336.9	1877835.6
P285	7+100.000	25.000	213.03	0.00	5326.1	0.0	1124663.1	1877835.6
P286	7+125.000	25.000	238.65	0.00	5966.7	0.0	1130629.8	1877835.6
P287	7+150.000	25.000	210.24	0.00	5256.1	0.0	1135885.9	1877835.6
P288	7+175.000	25.000	169.58	0.00	4239.6	0.0	1140125.5	1877835.6
P289	7+200.000	25.000	139.04	0.00	3475.9	0.0	1143601.4	1877835.6
P290	7+225.000	25.000	121.93	0.00	3048.3	0.0	1146649.7	1877835.6
P291	7+250.000	25.000	122.10	0.00	3052.2	0.0	1149701.9	1877835.6
P292	7+275.000	25.000	134.22	0.00	3354.9	0.0	1153056.8	1877835.6

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P293	7+300.000	25.000	149.52	0.00	3738.1	0.0	1156794.9	1877835.6
P294	7+325.000	25.000	163.23	0.00	4080.7	0.0	1160875.6	1877835.6
P295	7+350.000	25.000	178.30	0.00	4457.5	0.0	1165333.1	1877835.6
P296	7+375.000	25.000	189.77	0.00	4744.3	0.0	1170077.4	1877835.6
P297	7+400.000	25.000	197.42	0.00	4935.6	0.0	1175012.9	1877835.6
P298	7+425.000	25.000	216.70	0.00	5417.4	0.0	1180430.4	1877835.6
P299	7+450.000	25.000	205.72	0.00	5142.9	0.0	1185573.3	1877835.6

P300	7+475.000	25.000	176.07	0.00	4401.6	0.0	1189974.9	1877835.6
P301	7+500.000	25.000	145.13	0.00	3628.4	0.0	1193603.2	1877835.6
P302	7+525.000	25.000	118.51	0.00	2962.7	0.0	1196565.9	1877835.6
P303	7+550.000	25.000	123.86	0.00	3096.4	0.0	1199662.3	1877835.6
P304	7+575.000	25.000	134.05	0.00	3351.4	0.0	1203013.6	1877835.6
P305	7+600.000	25.000	155.53	0.00	3888.0	0.0	1206901.6	1877835.6
P306	7+625.000	25.000	168.02	0.00	4198.4	0.0	1211100.0	1877835.6
P307	7+650.000	25.000	173.83	0.00	4340.8	0.0	1215440.8	1877835.6
P308	7+675.000	25.000	168.97	0.00	4218.5	0.0	1219659.3	1877835.6
P309	7+700.000	25.000	154.82	0.00	3859.8	0.0	1223519.1	1877835.6
P310	7+725.000	25.000	138.50	0.00	3445.0	0.0	1226964.1	1877835.6
P311	7+750.000	25.000	133.63	0.00	3314.9	0.0	1230279.0	1877835.6
P312	7+775.000	25.000	164.40	0.00	4081.8	0.0	1234360.8	1877835.6
P313	7+800.000	25.000	212.23	0.00	5279.4	0.0	1239640.2	1877835.6
P314	7+825.000	25.000	251.17	0.00	6257.7	0.0	1245897.9	1877835.6
P315	7+850.000	25.000	244.68	0.00	6090.2	0.0	1251988.1	1877835.6
P316	7+875.000	25.000	225.72	0.00	5617.6	0.0	1257605.8	1877835.6
P317	7+900.000	25.000	226.38	0.00	5630.4	0.0	1263236.2	1877835.6
P318	7+925.000	25.000	257.49	0.00	6410.5	0.0	1269646.7	1877835.6
P319	7+950.000	25.000	310.69	0.00	7740.5	0.0	1277387.1	1877835.6
P320	7+975.000	25.000	368.96	0.00	9188.3	0.0	1286575.4	1877835.6
P321	8+000.000	25.000	431.62	0.00	10742.3	0.0	1297317.7	1877835.6
P322	8+025.000	25.000	551.79	0.00	13745.7	0.0	1311063.4	1877835.6
P323	8+050.000	25.000	581.48	0.00	14493.1	0.0	1325556.4	1877835.6
P324	8+075.000	25.000	577.01	0.00	14410.9	0.0	1339967.3	1877835.6
P325	8+100.000	25.000	572.33	0.00	14311.9	0.0	1354279.2	1877835.6
P326	8+125.000	25.000	578.30	0.00	14472.6	0.0	1368751.8	1877835.6
P327	8+150.000	25.000	584.07	0.00	14622.7	0.0	1383374.5	1877835.6

P328	8+175.000	25.000	631.89	0.00	15827.7	0.0	1399202.1	1877835.6
P329	8+200.000	25.000	660.03	0.00	16536.2	0.0	1415738.3	1877835.6
P330	8+225.000	25.000	690.05	0.00	17291.1	0.0	1433029.4	1877835.6
P331	8+250.000	25.000	728.22	0.20	18254.1	5.4	1451283.4	1877840.9

P332	8+275.000	25.000	774.09	0.00	19399.8	0.0	1470683.2	1877840.9
P333	8+300.000	25.000	814.93	0.00	20401.8	0.0	1491085.1	1877840.9
P334	8+325.000	25.000	818.83	0.00	20479.1	0.0	1511564.1	1877840.9
P335	8+350.000	25.000	754.07	0.00	18851.8	0.0	1530416.0	1877840.9
P336	8+375.000	25.000	710.70	0.00	17767.5	0.0	1548183.5	1877840.9
P337	8+400.000	25.000	720.81	0.00	18020.4	0.0	1566203.8	1877840.9
P338	8+425.000	25.000	703.79	0.00	17594.8	0.0	1583798.6	1877840.9
P339	8+450.000	25.000	689.30	0.00	17232.4	0.0	1601031.1	1877840.9
P340	8+475.000	25.000	705.95	0.00	17648.8	0.0	1618679.9	1877840.9
P341	8+500.000	25.000	776.65	0.00	19416.2	0.0	1638096.1	1877840.9
P342	8+525.000	25.000	851.01	0.00	21275.2	0.0	1659371.3	1877840.9
P343	8+550.000	25.000	890.62	0.00	22265.5	0.0	1681636.8	1877840.9
P344	8+575.000	25.000	922.33	0.00	23058.1	0.0	1704694.9	1877840.9
P345	8+600.000	25.000	938.94	0.00	23473.6	0.0	1728168.5	1877840.9
P346	8+625.000	25.000	1046.59	0.00	26244.4	0.0	1754412.9	1877840.9
P347	8+650.000	25.000	1057.46	0.88	26521.4	21.3	1780934.4	1877862.3
P348	8+675.000	25.000	994.23	0.00	24927.9	0.0	1805862.3	1877862.3
P349	8+700.000	25.000	936.68	0.00	23475.2	0.0	1829337.5	1877862.3
P350	8+725.000	25.000	1023.76	0.00	25673.1	0.0	1855010.6	1877862.3
P351	8+750.000	25.000	1049.68	0.00	26311.0	0.0	1881321.6	1877862.3
P352	8+775.000	25.000	956.53	0.00	23973.0	0.0	1905294.6	1877862.3
P353	8+800.000	25.000	889.86	0.00	22297.2	0.0	1927591.7	1877862.3

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P354	8+825.000	25.000	875.51	0.00	21931.6	0.0	1949523.4	1877862.3
P355	8+850.000	25.000	942.11	0.00	23592.7	0.0	1973116.1	1877862.3
P356	8+875.000	25.000	1042.38	0.00	26102.7	0.0	1999218.8	1877862.3
P357	8+900.000	25.000	1113.26	0.00	27878.8	0.0	2027097.6	1877862.3
P358	8+925.000	25.000	1189.25	0.00	29793.9	0.0	2056891.5	1877862.3
P359	8+950.000	25.000	1276.46	0.01	31995.3	0.4	2088886.8	1877862.7
P360	8+975.000	25.000	1389.85	0.00	34853.1	0.0	2123739.8	1877862.7
P361	9+000.000	25.000	1449.33	0.00	36357.4	0.0	2160097.2	1877862.7
P362	9+025.000	25.000	1421.47	0.00	35581.5	0.0	2195678.7	1877862.7

P363	9+050.000	25.000	1334.09	0.00	33352.3	0.0	2229030.9	1877862.7
P364	9+075.000	25.000	1191.55	0.00	29786.1	0.0	2258817.0	1877862.7
P365	9+100.000	25.000	1034.22	0.00	25808.2	0.0	2284625.2	1877862.7
P366	9+125.000	25.000	843.04	0.00	20992.1	0.0	2305617.3	1877862.7
P367	9+150.000	25.000	669.54	0.00	16636.6	0.0	2322253.9	1877862.7
P368	9+175.000	25.000	588.37	0.00	14589.6	0.0	2336843.5	1877862.7
P369	9+200.000	25.000	626.31	0.00	15496.0	0.0	2352339.5	1877862.7
P370	9+225.000	25.000	739.23	0.00	18257.1	0.0	2370596.6	1877862.7
P371	9+250.000	25.000	853.40	0.00	21055.9	0.0	2391652.5	1877862.7
P372	9+275.000	25.000	963.61	0.00	23815.4	0.0	2415467.9	1877862.7
P373	9+300.000	25.000	1075.35	0.00	26627.7	0.0	2442095.6	1877862.7
P374	9+325.000	25.000	1168.39	0.00	29027.5	0.0	2471123.1	1877862.7
P375	9+350.000	25.000	1201.89	0.00	29986.2	0.0	2501109.3	1877862.7
P376	9+375.000	25.000	1234.37	0.00	30858.9	0.0	2531968.2	1877862.7
P377	9+400.000	25.000	1335.05	0.00	33376.2	0.0	2565344.4	1877862.7
P378	9+425.000	25.000	1394.69	0.00	34867.4	0.0	2600211.7	1877862.7
P379	9+450.000	25.000	1537.28	0.00	38431.9	0.0	2638643.6	1877862.7
P380	9+475.000	25.000	1691.30	0.00	42360.8	0.0	2681004.5	1877862.7
P381	9+500.000	25.000	1858.33	0.04	46609.6	0.9	2727614.0	1877863.5
P382	9+525.000	25.000	1923.46	0.00	48230.7	0.0	2775844.7	1877863.5
P383	9+550.000	25.000	1899.02	0.00	47609.8	0.0	2823454.5	1877863.5
P384	9+575.000	25.000	1969.77	0.00	49390.5	0.0	2872845.0	1877863.5
P385	9+600.000	25.000	2072.61	0.00	51999.8	0.0	2924844.8	1877863.5
P386	9+625.000	25.000	2047.96	0.02	51429.0	0.5	2976273.8	1877864.0
P387	9+650.000	25.000	1971.02	0.00	49517.1	0.0	3025790.9	1877864.0
P388	9+675.000	25.000	1918.57	0.00	48209.3	0.0	3074000.2	1877864.0

P389	9+700.000	25.000	1906.58	0.00	47678.7	0.0	3121678.9	1877864.0
P390	9+725.000	25.000	1899.47	0.00	47486.8	0.0	3169165.7	1877864.0
P391	9+750.000	25.000	1868.67	0.00	46716.6	0.0	3215882.3	1877864.0
P392	9+775.000	25.000	1791.72	0.00	44722.2	0.0	3260604.5	1877864.0
P393	9+800.000	25.000	1666.41	0.00	41501.5	0.0	3302106.0	1877864.0
P394	9+825.000	25.000	1486.68	0.00	37052.7	0.0	3339158.7	1877864.0

P395	9+850.000	25.000	1296.67	0.00	32332.5	0.0	3371491.2	1877864.0
P396	9+875.000	25.000	1144.73	0.00	28542.4	0.0	3400033.6	1877864.0
P397	9+900.000	25.000	1092.70	0.00	27259.0	0.0	3427292.6	1877864.0
P398	9+925.000	25.000	1066.31	0.00	26654.2	0.0	3453946.8	1877864.0
P399	9+950.000	25.000	998.09	0.00	24952.2	0.0	3478899.1	1877864.0
P400	9+975.000	25.000	889.38	0.00	22234.4	0.0	3501133.5	1877864.0
P401	9+1000.000	25.000	778.76	0.00	19469.1	0.0	3520602.6	1877864.0
P402	10+025.000	25.000	713.51	0.00	17869.8	0.0	3538472.4	1877864.0
P403	10+050.000	25.000	683.71	0.26	17133.2	6.6	3555605.5	1877870.6
P404	10+075.000	25.000	704.27	0.00	17635.2	0.0	3573240.7	1877870.6
P405	10+100.000	25.000	708.68	0.00	17749.1	0.0	3590989.9	1877870.6
P406	10+125.000	25.000	714.96	0.00	17913.1	0.1	3608902.9	1877870.7
P407	10+150.000	25.000	734.17	0.00	18405.9	0.0	3627308.8	1877870.7
P408	10+175.000	25.000	744.40	0.00	18665.6	0.0	3645974.4	1877870.7
P409	10+200.000	25.000	727.98	0.00	18255.1	0.0	3664229.5	1877870.7
P410	10+225.000	25.000	724.45	0.00	18170.2	0.0	3682399.7	1877870.7
P411	10+250.000	25.000	765.91	0.00	19214.6	0.0	3701614.2	1877870.7
P412	10+275.000	25.000	833.64	0.00	20841.7	0.0	3722455.9	1877870.7
P413	10+300.000	25.000	870.33	0.00	21741.0	0.0	3744197.0	1877870.7
P414	10+325.000	25.000	961.12	0.00	23928.2	0.0	3768125.2	1877870.7

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P415	10+350.000	25.000	1093.12	0.16	27104.0	3.6	3795229.1	1877874.3
P416	10+375.000	25.000	1173.67	0.00	29016.5	0.0	3824245.7	1877874.3
P417	10+400.000	25.000	1205.66	0.00	29772.3	0.0	3854018.0	1877874.3
P418	10+425.000	25.000	1201.62	0.13	29719.6	2.7	3883737.6	1877877.0
P419	10+450.000	25.000	1134.13	0.00	28048.0	0.0	3911785.6	1877877.0
P420	10+475.000	25.000	1060.43	0.00	26273.6	0.0	3938059.2	1877877.0
P421	10+500.000	25.000	901.95	0.00	22392.3	0.0	3960451.4	1877877.0
P422	10+525.000	25.000	768.69	0.00	19139.5	0.0	3979590.9	1877877.0

P423	10+550.000	25.000	669.14	0.03	16708.1	0.8	3996299.0	1877877.8
P424	10+575.000	25.000	616.69	0.00	15417.3	0.0	4011716.3	1877877.8
P425	10+600.000	25.000	588.56	0.00	14714.0	0.0	4026430.3	1877877.8
P426	10+625.000	25.000	531.42	0.00	13285.6	0.0	4039715.9	1877877.8
P427	10+650.000	25.000	449.99	0.00	11249.8	0.0	4050965.6	1877877.8
P428	10+675.000	25.000	393.47	0.00	9836.7	0.0	4060802.4	1877877.8
P429	10+700.000	25.000	340.39	0.00	8509.7	0.0	4069312.1	1877877.8
P430	10+725.000	25.000	290.02	0.00	7250.4	0.0	4076562.5	1877877.8
P431	10+750.000	25.000	232.88	0.00	5822.0	0.0	4082384.5	1877877.8
P432	10+775.000	25.000	170.37	0.00	4259.2	0.0	4086643.7	1877877.8
P433	10+800.000	25.000	107.86	0.00	2696.5	0.0	4089340.2	1877877.8
P434	10+825.000	25.000	80.88	0.00	2022.0	0.0	4091362.1	1877877.8
P435	10+850.000	25.000	63.28	0.16	1581.9	4.1	4092944.1	1877881.9
P436	10+875.000	25.000	49.05	0.04	1226.1	1.0	4094170.2	1877882.9
P437	10+900.000	25.000	30.72	0.49	768.1	12.3	4094938.3	1877895.1
P438	10+925.000	25.000	14.21	7.11	355.2	177.6	4095293.5	1878072.8
P439	10+950.000	18.447	21.77	10.58	401.6	195.1	4095695.1	1878267.8
P440	10+961.894	5.947	36.63	7.01	217.9	41.7	4095913.0	1878309.5

ANNEXE

Les caractéristiques des bassins versant

Q	P	R	buses	rbus	Qps	vps	conditio	conditio	ver con	ver con	PK
7,859	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	PK0+050
1,802	0,010	0,442	1 000	0,500	1,785	2,910	1,862	0,931	TRUE	TRUE	PK0+150
0,187	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK0+375
1,990	0,010	0,459	1 000	0,500	1,974	2,984	1,910	0,955	TRUE	TRUE	PK0+550
2,443	0,010	0,496	1 000	0,500	2,428	3,143	2,012	1,006	TRUE	TRUE	PK2+100
2,247	0,010	0,480	1 000	0,500	2,481	3,429	2,195	1,097	TRUE	TRUE	PK2+225
1,187	0,010	0,378	1 000	0,500	1,176	2,620	1,677	0,838	TRUE	TRUE	PK2+325
1,686	0,010	0,432	1 000	0,500	1,679	2,865	1,834	0,917	TRUE	TRUE	PK2+400
1,006	0,010	0,355	800	0,400	0,994	2,512	1,608	0,804	TRUE	TRUE	PK2+675
2,153	0,010	0,473	1 000	0,500	2,139	3,045	1,949	0,974	TRUE	TRUE	PK2+750
2,570	0,010	0,505	1 000	0,500	2,548	3,181	2,036	1,018	TRUE	TRUE	PK2+900
0,598	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK3+450
0,529	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK4+450
0,354	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK5+125
0,278	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK5+500
0,320	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK5+550
0,506	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK6+375
1,759	0,010	0,438	1 000	0,500	1,742	2,892	1,851	0,925	TRUE	TRUE	PK6+975
2,076	0,010	0,466	1 000	0,500	2,056	3,015	1,929	0,965	TRUE	TRUE	PK7+325
5,229	0,010	0,660	1 500	0,750	5,206	3,806	2,436	1,218	TRUE	TRUE	PK7+525
14,119	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	dalot	PK8+800
4,104	0,010	0,603	1 500	0,600	4,091	3,583	2,293	1,146	TRUE	TRUE	PK9+325
1,084	0,010	0,365	800	0,400	1,071	2,559	1,638	0,819	TRUE	TRUE	PK9+425
0,358	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	Fossé	PK9+525
2,014	0,010	0,461	1 000	0,500	1,997	2,993	1,915	0,958	TRUE	TRUE	PK9+700
2,814	0,010	0,523	1 000	0,500	2,797	3,257	2,084	1,042	TRUE	TRUE	PK9+950
-		-									