République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة

فرنسيس جانسون

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Matériaux & Structures

Thème

ETUDE DE SECTION AUTOROUTIER ENTRE TIPAZA ET TIZI-OUZOU SUR 5 KM ET AVEC CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

Présenté par :

BOUDJELLA Ahmed

Encadré par :

Mr KARA Benchohra

Promotion 2022/2023

© ENSTP-FJ - Garidi - Vieux Kouba

Résumé :

Ce travail consiste à étudier un projet routier, sous-titre (étude en APD du dédoublement de la 3 éme Rocade du PK 000+000 au PK 5+000 avec la conception de échangeur).

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 ، عنوان فرعي (دراسة في APD لتكرار 3 rd Rocade من PK 000 + 000 إلى PK 5 + 000 مع تصميم التبادل) .
يتضمن العمل: دراسة مرورية لتبرير فائدة التطوير المخطط له. تصميم الهندسة: التخطيط في المخطط ، والملف الطولي ، والملف الشخصي المتقاطع واللافتات المناسبة ؛ دراسة الجزء الجيو تقني وتفسير النتائج ؛ أبعاد هياكل الرصف. دراسة الصرف الصحي للطرق؛ دراسة اثر المشروع على البيئة وأخيرا تقدير التكلفة الإجمالية للمشروع.

Summary:

This work consists in studying a road project, under title (study in APD of the duplication of the 3rd ring Road from PK 000+000 to PK 5+000 with the design of exchanger). The work includes A traffic study to justify the usefulness of the planned development; the design of the geometry: the horizontal layout, the longitudinal profile, the cross-section and the appropriate signage; the study of the geotechnical part and the interpretation of the results; the sizing of the roadway; the road sanitation study; the study of the impact of the project on the environment and finally an estimate of the total cost of the project

Remerciements :

Tout d’abord, je remercie le bon Dieu de m’avoir donné la patience et le courage pour aller jusqu’au bout de mes études.

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à mon encadreur Monsieur KARRA pour son aide et ses conseils.

Ainsi que pour Monsieur Ben Yousef Chkalil et ingénieur Mohamed pour sa Collaboration.

Je tiens à remercier ma famille pour son soutien et son sacrifice.

Je tiens également à remercier tous mes amis.

Finalement, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant mes années d'études. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A ma chère sœur : Sanaa

A mon cher frère : Mohamed

A mon oncle : Ahmed

A mes proches amis 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.

Liste des abréviations :

- RN : route nationale
- PK : Point kilométrique
- DTP : direction des travaux publics
- ARP : aménagement des routes principales
- ANP : armée nationale populaire
- LTPO : laboratoire des travaux publics ouest
- NF P : normes françaises pour bâtiments et génie civile
- RHm : rayon horizontal minimal absolu
- RHn : rayon horizontal normal
- Rhd : rayon au devers minimal
- Rhnd : rayon minimal non-déversé
- VB : vitesse de base
- BV : bassin versant
- Rh : rayon hydraulique
- Ø : pour les diamètres
- OA : ouvrage d'art
- Bb : béton bitumineux
- Gb : Grave bitume
- Gnt : Grave non-traitée

Listes des figures

Figure I.1. Localisation de la wilaya de Tipaza..... (17)

Figure I.2. Classification sismique des wilayas d'Algérie..... (18)

Figure I.3. Réseau routier de la wilaya de Tipaza..... (18)

Figure I.4. Localisation du projet..... (19)

Figure V.1. Exemple de raccordement du profil en long ..... (56)

Figures VII.1. La méthode utilisée pour calculer les cubatures...... (65)

Figures VII.2. Méthode de la moyenne des aires (projection horizontale)...... (66)

Figures VII.3. Méthode de la moyenne des aires (projection verticale)...... (67)

Figures VIII.1. Carte géologique de la région..... (70)

Figure IX.1. Démarche du catalogue..... (85)

Figure IX.2. Types de structures..... (88)

Figure IX.3. Classe de trafic poids lourd..... (89)

Figure IX.4. Les classes de sol-supports..... (89)

Figure IX.5. Epaisseur du matériau de couche de forme..... (90)

Figure IX.6. Zone climatique..... (90)

Figure IX.7. Types de structures..... (90)

Figure IX.8. Valeurs du coefficient d'agressivité A...... (92)

Figure IX.9. Caractéristiques des matériaux enrobés...... (94)

Figure IX.10 Le Température équivalente **.**.....(94)

Figure IX.11 Le Risque du projet .....(94)

Figure IX.12 Fractale de la loi normale .....(94)

Figure XI.1 Dimensions d'un fossé standard .....(**110)**

Figure VI.1 Disposition d'entré sur l'autoroute .....(**120)**

Figure VI.2 Disposition de sortie sur l'autoroute .....(**121)**

Figure VI.3 Visibilité sur entrées d'autoroute .....(**121)**

Figure VI.4 Visibilité sur sortie d'autoroute .....(**122)**

Figure XII.1 Caractéristiques de linges.....(**132)**

Figure XII.2 Modulation des linges discontinues .....(**133)**

Figure XII.3 Schéma de marquage avec hachures .....(**135)**

Figure XII.4 Schéma de l'implantation des luminaires .....(**138)**

Liste des tableaux :

Tableau I.1: coefficient d'équivalence. ……(17)

Tableau I.2 : Valeur de K1. …… (30)

Tableau I.3 : valeur de K2. ……(30)
Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique Capacité Théorique……(30)
Tableau IV.1 Rayons du tracé en plan. ……(39)

Tableau IV.2 Paramètres fondamentaux. ……(45)

Tableau VIII.1 Puits de reconnaissance. ……(73)

Tableau VIII.2 Les sondages carottés. ……(73)

Tableau VIII.4 Résultats des essais d'identification. ……(74)

Tableau VIII.9 Conditions d'utilisation du sol A1 en remblais……(76)

Tableau IX.1 Les valeurs des coefficients d'équivalence. ……(84)

Tableau IX.2 Classe de sol support. ……(85)

Tableau IX.3 Choix des températures équivalentes. ……(86)

Tableau IX.5 Réseaux principaux. ……(88)

Tableau IX.7 Les structures proposées. ……(88)

Tableau IX.8 Récapitulatif de la structure 01(avec couche de forme). ……(94)

Tableau XI.1 Les ouvrages existants ……(98)

Tableau XI.2 La Station de Tipaza ……(100)

Tableau XI.3 Coefficients de ruissellement ……(102)

Tableau XI.4 Valeurs des coefficients de Strickler ……(102)

Tableau XI.5 Caractéristiques des bassins versants ……(102)

Tableau XI.6 Résultats de calcul des débits ……(104)

Tableau XI.7 Les ouvrages proposés ……(105)

Tableau XI.8 Les Dalots proposées ……(107)

Tableau XI.9 Débits des eaux drainées dans le plate forme et les talus ……(109)

Tableau VI .1. Valeur limites des rayons du tracé en plan (ICTAAL). ……(118)

Tableau VI.2. Caractéristique du profil en long. ……(118)

Tableau VI.3. Norme géométrique -Echangeur - Profil en travers. ……(119)

Tableau VI.3. Longueur des entrées et sortie sur l'autoroute. ……(121)

Tableau VI.4. Principales distances de visibilité. ……(122)

Tableau XII.1 Caractéristiques des lignes. …… (131)

Tableau XII.2 Modulation des lignes discontinues. ……(132)

SOMMAIRE

I. Présentation de projet ..... (16)

I.1 Présentation de la wilaya de Tipaza :..... (16)

I.1.1 Situation géographique..... (16)

I.1.2 Relief :..... (17)

I.1.3 Climat :..... (17)

I.1.4 Hydrographie :..... (17)

I.1.5 Sismicité :..... (18)

I.2 PRESENTATION DU PROJET :..... (19)

I.2.1 Description de La 3 -ème Rocade..... (19)

I.2.3 Présentation du tronçon concerné par l'étude..... (19)

I.3 Objectifs du projet..... (20)

II. Rappel sur l'étude d'APS..... (21)

II.1 Introduction :..... (22)

II.2 Contexte général..... (22)

II.3. Catégorie de la section autoroutière :..... (22)

II.4. Capacité et profil en travers ..... (23)

II.5. Vitesse de base :..... (23)

II.6 Contraintes du projet :..... (23)

II.7. Paramètres géométriques :..... (24)

III. Etude de trafic ..... (25)

III.1 Introduction..... (25)

III.2 L'analyse des trafics existant ..... (25)

III.3 Les différents types de trafic..... (28)

III.4 Calcul de la Capacité : ..... (28)

III.4.1 Définition de capacité : ..... (28)

III.4.2 Projection Future Du trafic ..... (28)

III.4.3 Calcul des trafics effectifs : ..... (29)

III.4.4Débit de pointe horaire normale ..... (29)

III.4.5 Débit horaire admissible : ..... (29)

III.4.6 Calcul du nombre des voies ..... (30)

III.5 Application au projet : ..... (31)

III.5.1 Les données du trafic ..... (31)

III.5.2 Projection future de trafic ..... (31)

III.5.3 Calcul du trafic effectif ..... (31)

III.5.4 Débit de pointe horaire normale ..... (32)

III.5.5 Débit admissible..... (32)

III.5.6 Le nombre des voies ..... (32)

III.6.6 Calcul de l'année de saturation ..... (32)

III.7 Conclusion..... (33)

IV. Tracé en Plan ..... (34)

V.1 Définition : ..... (35)

IV.2 Règles à respecter dans le tracé en plan : ..... (35)

IV.3 Les éléments du tracé en plan ..... (35)

IV.3.1 Les Alignements..... (36)

V.3.2 Arcs De Cercle : ..... (37)

V.3.3 Les Courbes De Raccordement..... (40)

IV.3.4 Notion de devers ..... (43)

IV Justification du tracé en plan ..... (45)

IV.5 Calcul d'axe ..... (46)

V. Profil en Long ..... (51)

V.1 Définition ..... (52)

V.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long ..... (52)

V.3 Les éléments de composition du profil en long : ..... (52)

V4 Coordination du tracé en plan et le profil en long : ..... (52)

V.5 Déclivités ..... (53)

V.5.1 Déclivité Minimum : ..... (53)

V.5.2 Déclivité Maximum ..... (53)

V.6 Raccordements en profil en long : ..... (54)

V.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) ..... (54)

V.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) : ..... (54)

V.7 Caractéristiques des rayons du profil en long : ..... (54)

V.9 Détermination pratique du profil en long..... (55)

1 VI. Profil en Travers ..... (59)

VI.1 Introduction..... (60)

VI.2 Eléments constitutifs du profil en travers ..... (60)

VI.3 Pentes transversales ..... (62)

VII. Cubature..... (64)

VII.1 Introduction ..... (64)

VII.2 Méthode de calcul des cubatures ..... (64)

VII.3 Calcul des cubatures de terrassement : ..... (68)

VIII. Etude géotechnique ..... (69)

VIII.1 Introduction : ..... (70)

VIII.2 Contexte géologique : ..... (70)

VIII.2.1 Climat et hydrogéologie …… (70)

VIII.3 Moyens de la reconnaissance : …… (70)

VIII.3.1 L'étude des archives et documents existants …… (71)

VIII.3.2 Essais in situ : …… (71)

VIII.3.3 Essais de laboratoire : …… (71)

VIII.4 Résultats et interprétations des essais Géotechniques …… (73)

VIII.4.1 Essais in situ : …… (73)

VIII.4.2 Les essais de laboratoire : ……(73)

VIII.5 Condition d'utilisation des sols en remblais : …… (75)

VIII.5.1 Les recommandations d'utilisation des matériaux en remblai : …… (75)

VIII.6 Conclusion …… (79)

IX. Dimensionnement du corps de chaussée …… (80)

IX.1 Introduction…… (81)

IX.2 La chaussée …… (81)

IX.2.1 Définitions…… (81)

IX.2.2 Les différents types de chaussée …… (81)

IX.3 Méthodes de dimensionnement : …… (82)

IX.3.1 La méthode de C.B.R améliorée (California-Bearing-Ratio):…… (82)

IX.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : …… (84)

IX.4 Application au projet : …… (86)

IX.4.1 Méthode CBR : …… (86)

IX.4.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : …… (87)

IX.5 Conclusion…… (96)

Chapitre XI : Assainissement……(97)

XI.1.INTRODUCTION ……(98)

XI.2. Objectifs de l'assainissement routier ……(98)

XI.3. les ouvrages de l'assainissement routier ……(98)

XI.4. Dimensionnement des ouvrages d'assainissement ……(98)

XI.5.Dimensionnement des ouvrages a projeté dans le projet ……(102)

XI.6.Dimensionnement des fossé a projeté sur le projet ……(108)

Chapitre XII : Conception de l'échangeur…… (111)

IV.1.1. INTRODUCTION :…… (112)

IV.1.2. DEFINITION ET ROLE D'UN ECHANGUEUR :…… (112)

VI.1.3. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :…… (113)

TYPES D'ECHANGEURS :…… (113)

VI.2. APPLICATION AU PROJET …… (117)

VI.2.1. Buts de L'échangeur EC1 …… (117)

VI.2.2. Caractéristique géométrique des bretelles …… (117)

VI.2.3. Rayon de Tracé …… (118)

VI.2.4. Profil en long …… (118)

VI.2.5. Profil en travers …… (119)

VI.2.6. Le raccordement avec autoroute …… (119)

VI.2.7. Le dispositif de sortie comporte successivement …… (120)

XII. Signalisation et Eclairage…… (128)

XII.1 Signalisation…… (129)

XII.1.1 Introduction…… (129)

XII.1.2 Objectifs de la signalisation routière…… (129)

XII.1.3 Règles à respecter pour la signalisation…… (129)

XII.1.4 Type de signalisation…… (129)

XII.1.4.1 Signalisation verticale…… (130)

XII.1.4.2 Signalisation horizontale …… (130)

XII.1.5 Application au projet …… (135)

XII.1.5.1 Signalisation horizontale …… (135)

XII.1.5.2 Signalisation verticale…… (136)

XII.2 Eclairage…… (137)

XII.2.1 Introduction…… (137)

XII.3.2. Paramètres de l'implantation des luminaires…… (138)

XII.2.2 Application au projet…… (138)

XIII. Impact sur l'environnement…… (141)

XIII.1. Introduction …… (142)

XIII.2 Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement …… (143)

XIII.3. Impact du projet sur l'environnement :…… (143)

XIII.3.1. Impacts positifs :…… (143)

XIII.3.1.1. Impacts positifs directes :…… (143)

XIII.3.1.2. Impacts positives indirectes :…… (143)

XIII.3.2. Impacts négatifs :…… (144)

XIII.3.2.1. Impacts pendant la phase de travaux :…… (144)

XIII.4. Mesures réductrices et compensatoire :…… (145)

XIV.4.2. Phase Exploitation :…… (145)

CONCLUSION :…… (146)

XII Devis estimatif…… (147)

INTRODUCTION

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale. La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement. D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier sur 5kms qui se situe dans la Wilaya de TIPAZA.

C'est une route passant par les zones pastorales de l'Algérie. Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de : ü L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel. Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

Chapitre I
Présentation de projet

Présentation du projet

INTRODUCTION :

L’aménagement d’un réseau routier ne peut s’effectuer sans faire au préalable des

Prévisions de trafic afin de déterminer les besoins en déplacement et d’identifier les axes susceptibles d’être saturés à un horizon donné. La présente étude a pour objet l’exécution des prestations nécessaires pour l’étude de dédoublement entre Tipaza etSidi Rachedsur un linéaire d’environ 05 Km, dans le cadre de la convention intervenue entre la willaya de TIPAZA présentée par la direction des travaux publics et ADA. Le tronçon prend son origine au PK0+000 et se termine au PK 4+8.

I. Présentation de projet

I.1 Présentation de la wilaya de Tipaza :

I.1.1 Situation géographique

Tipaza, ou en berbère(ⵜⴰⵏⵓⴱⵟⵉⵜⵏⵜⵉⴼⵣⴰ),est une wilaya algérienne partiellement berbérophone située à 68 km à l'ouest de la capitale Alger. S’élève à 248 m d’altitude,cette willaya est à l’origine une fondation punique en Afrique du Nord. Comme toutes les villes du bassin méditerranéen, elle est conquise par les Romains.

Sa population estimée à 120 000 habitants se caractérise par son extrême jeunesse et son fort taux d'urbanisation. Tipaza est le chef-lieu de la Wilaya de Tipaza dont la population est estimée à près de 591 000 habitants, et elle couvre une superficie de 2166 km².

Parmi les communes les plus importantes de la Wilaya de Tipaza qui en compte 42, nous trouvons Ahmar El Ain, Bou Ismail, Cherchell, Damous et Koléa, elle est limitée par

La mer méditerranée au nord.

La willaya de blida au sud.

La willaya de Alger a l’est.

La willaya Chlefà l’ouest.

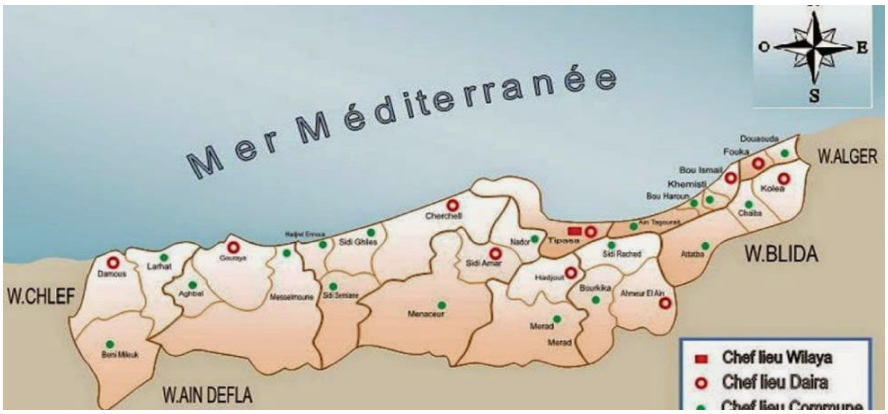


Figure I.1. Localisation de la wilaya de Tipaza.

I.1.2 Relief :

- Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1 707 km^2 qui se répart it en :
- Montagnes : 336 km^2 ;
- Collines et piémonts : 577 km^2 ;
- Plaines : 611 km^2 ;
- Autres : 183 km^2.

- Au nord-ouest de la wilaya, la chaine de montagnes comprenant l'Atlas blidéen laisse la place à deux importants ensembles :
- Les Monts du Dahre et du Zaccar ;
- Les Monts du Chenoua.

I.1.3 Climat :

La wilaya se caractérise par un climat continental dont l'hiver est rigoureux et l'été est chaud et sec, elle recoit 350 à 450 mm de pluies en moyenne par ans.

I.1.4 Hydrographie :

La longueur du réseau hydrographique de la wilaya est de 1 938 km. Les principaux cours d'eau sont : Oued Mazafran, Oued DjerBouroumiet Oued El Hachem Nador.

I.1.5 Sismicité :

Selon la carte sismique de L'Algérie, Tipaza est classé dans la zone 3

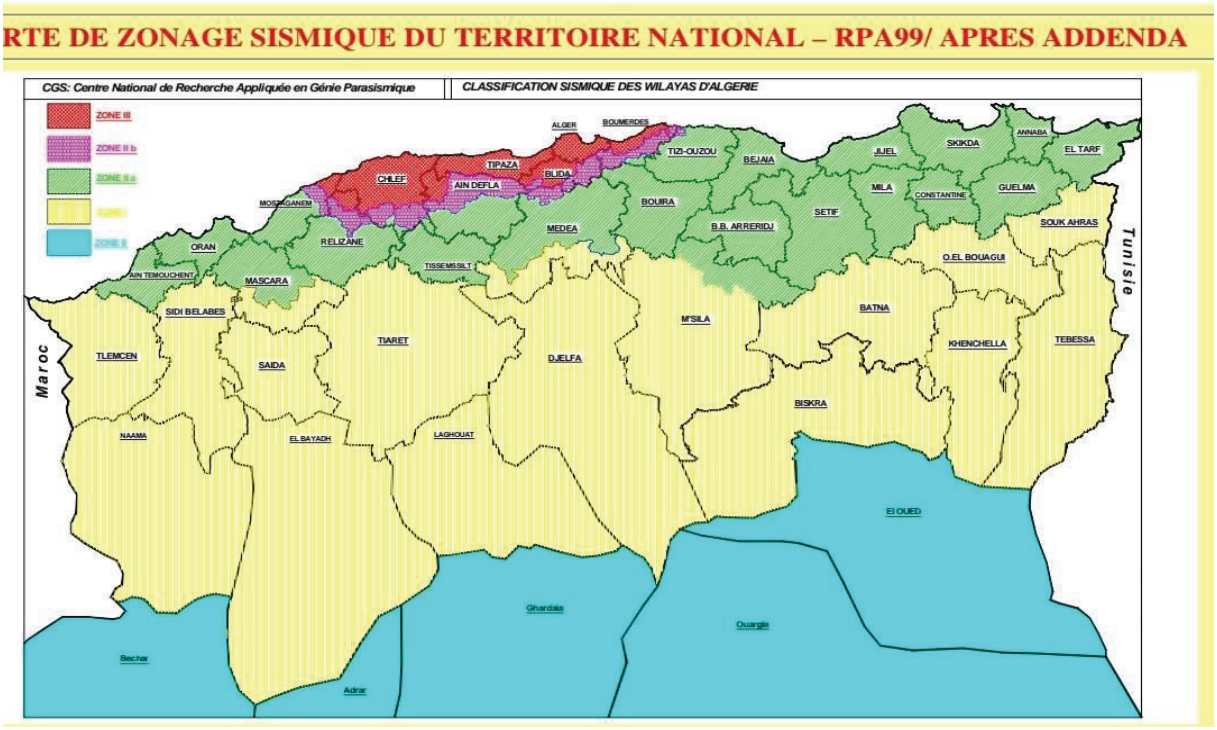


Figure I.2. Classification sismique des wilayas d'Algérie

I.1.6 Réseau routier :

Le réseau routier de la Wilaya de Tipaza est un réseau dense, il comporte près de 1640 km, dont 265 km de chemins de Wilaya et 246 km de routes nationales : RN67 et RN 12, RN 69, RN 61.

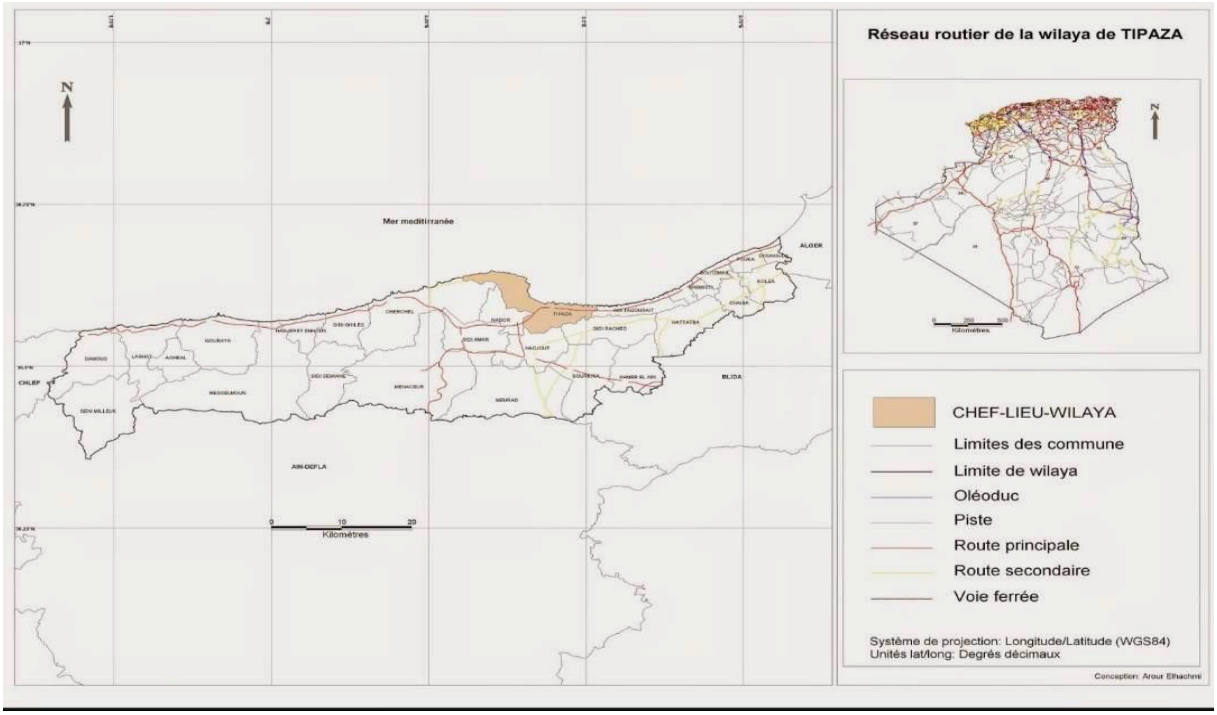


Figure I.3. Réseau routier de la wilaya de Tipaza

I.2 PRESENTATION DU PROJET :

I.2.1 Description de La 3 -ème Rocade

La 3 -ème Rocade s'étend sur environ 160 km, dans un axe est ouest, au sud d'Alger. L'autoroute traverse cinq wilayas : Tipaza, Blida, Alger, Boumerdès et Tizi Ouzou.

La 3 -ème Rocade au niveau de la wilaya de Tipaza est reliée du pays par les routes nationales RN67 et RN12,RN69, RN61, et les chemins de wilaya CW141, CW208,CW110, CW111, CW 114, CW 14, CW 117.

I.2.2 Site de projet

Le présent projet dénommé « étude de dédoublement de la 3 -ème Rocade Tipaza Tizi Ouzou sur 160Km, il permet la liaison entre la wilaya de Tipaza et la wilaya de tizi Ouzou, il débute immédiatement à l'Ouest de Sidi Rached sur les reliefs du Djebel El Bitri (PK 0+000) et se termine sur la RN 12 a l'ouest de Tizi Ouzou (Pk 160+000).



Figure I.4. Localisation du projet.

I.2.3 Présentation du tronçon concerné par l'étude

La zone d'étude concerne un tronçon qui débute au Pk 0+000 (à l'Ouest de Sidi Rached) et se prolonge jusqu'au PK 4+800 (à la commune de sidi Rached) sur un linéaire de 4.8 km.

Puisque Pénétrante croise la 3 -ème Rocade au PK 1+147, la DTP de Tipaza va construire un échangeur, et un autre échangeur au PK 2+972 (EC 2).

I.3 Objectifs du projet

Cette étude a été conçue dont l'objectif d'améliorer l'aménagement de telle sorte pour Augmenter le niveau de service.

- Ce projet est pour objectif la liaison entreDifférent Commune de Tipaza.
- Fluidifier la circulation sur la RN67.
- Améliorer les conditions de circulations.
- Economique.
- Environnement.

Chapitre II

Rappel sur l'étude d'APS

CHAPITRE II : RAPPEL SUR L'ETUDE D'APS

II. Rappel sur l'Etude D'APS :

II.1 Introduction :

La phase Avant-projet sommaire, C'est une étude plus précise et plus important parce qu'il fait une étude approfondie de la variante retenue de l'étude préliminaire.

Arrive à ce point vient de préciser L'échelle de la carte topographique et géologique, est de 1/5000. On devra comparer entre ces deux dernières par l'ensemble des critères suivants :

•Etude de tracés en plan et profil en long

• Les études des environnements.

• Les contraintes du site.

• Les études hydrologique et hydraulique.

II.2 Contexte général

Ce projet comprend une zone géographique importante car elle débute immédiatement à l'ouest de sidi Rached sur les reliefs du Djebel EL Bitri et se termine sur la RN 12 à l'ouest Tizi Ouzo sur un linéaire de 160 km.

Notre projet consiste à étudier le dédoublement de linéaire de 4.8 km ; à l'ouest de sidi Rached jusqu'à la ville de Tipaza : du PK 0+000 au PK 4+800.

II.3. Catégorie de la section autoroutière :

Les autoroutes de liaison sont classées en deux catégories :

L1 et L2. Chaque catégorie est associée à une vitesse maximale autorisée, respectivement de 130 et de 110 kilomètres par heure pour L1 et L2 selon la conception de l'ICTAL2000.

La norme Algérienne en vigueur prévoit 120 Km/h pour la catégorie L1 et 100 Km/h pour la catégorie L2.

La catégorie L1 est appropriée à des régions de plaines ou vallonnées où les contraintes de relief sont modérées.

La catégorie L2 est adaptée aux sites de relief montagneux régnant sur plusieurs kilomètres, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique.

Dans ce cadre, Notre projet de fine étude soit inscrit dans le cadre la catégorie L1, selon les critères de choix précédents.

II.4. Capacité et profil en travers :

Le profil en travers adopté pour la 3 -ème Rocade, Une plateforme a deux chaussé de

2x2 voies avec une bande d'arrêt urgence et une berme.

La vérification du nombre de voies serra adopté dans le chapitre suivant (étude de trafic).

II.5. Vitesse de base :

Comme vue précédemment, notre projet est inscritdans la catégorie L1, qui est approprié à la vitesse maximale le 120 km/h en notre projet.

Cependant en terrain vallonné montagneux, il arrive assez fréquemment que l'adoption des caractéristiques géométrique correspondant a la vitesse de référence de la catégorie choisie soient incompatibles avec les formes du relief et entraine terrassements considérables avec la construction.

II.6 Contraintes du projet :

Les contraintes majeures rencontrées sur l'assiette du projet sont :

- Des constructions privées à droite et à gauche de la route.
- Montagnes et Conduite D'eau ANBT.
- Transport d'énergie tels que le gaz et l'électricité (haute et moyenne tension).
- Transport d'eau (ONID, AEP, ANBT).
- Le Passage à travers des zones préurbaines (localités sur la RN 67 et la RN12).

II.7. Paramètres géométriques :

Avec une catégorie choisit L1 pour notre projet,les paramètres géométriquesadoptés, sont tirés de L'ICTAAL et sont résumé dans le tableau suivant :

Désignation des paramètres	Symbole Unité	Catégorie (L1)
Vitesse maximale autorisé	V(Km/h)	120
Tracé en plan		
Rayon minimum absolu	Rm (m)	600
Rayon minimum non déversée	Rnd (m)	1000
Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	1500
Profil en long		
Déclivité max	P%	5
Rayon min de raccordement convexe	Rv (m)	12 500
Rayon min de raccordement concave	Rv (m)	4 200
Profil en travers		
Nombre de voies de chaque chaussé	N	2
Largeur de voie	L(m)	3.5
Dévers min	d%	2.5 (+/-)
Dévers max	d%	7

I-ETUDE DU TRAFIC

1-INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

Apprécier la valeur économique des projets.

Estimer les coûts d'entretiens.

Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

2-L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

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

2.1- :la mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

Les comptages :sont permettent de quantifier le trafic.

Les enquêtes: sont permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs.

a) - Les Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :
Les comptages manuels.
Les comptages automatiques.

a.1) - Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques.
Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.
Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

- Les comptages automatiques:

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :
Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.
Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période ou le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.
L'inconvénient de cette méthode : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

b) - les Enquêtes Origine Destination

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

b.1) – les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à

Chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode :

Sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode :

C'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b.2) - Relevé des plaques minéralogiques :

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux. Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

b.3) - interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).
Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

b.4) - Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile

Par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et

Obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité
À l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :

a) -trafic normal :

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

b) -trafic dévié :

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

c)-trafic induit : C'est le trafic qui résulte de :

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

d)-trafic total : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

4- CALCUL DE LA CAPACITÉ :

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

La capacité dépend :

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

· 4.2 - Projection Future Du Trafic :

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

$$TJMAh = TJMA0\ (1+\tau)\ n$$

Avec :
TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.
n : nombre d'année.
τ : taux d'accroissement du trafic (%).

4.3 - Calcul De Trafic Effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

$$Teff= [(1-z) + p.z] TJMAh$$

Avec :
Teff : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
Z : pourcentage de poids lourd.
P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend :
Tableau I.1: coefficient d'équivalence

Routes	E1	E2	E3
2 voies	2	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

4.4 - Débit De Pointe 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 :

$$Q = \frac{1}{n} \times (Teff)$$

Avec :
Q : débit de pointe horaire.
N : nombre d'heure.
Teff : trafic effectif.

4.5 - Débit Horaire Admissible :

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

$$Qadm= K1K2.Cth$$

Tableau I.2 : Valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 a 0.95

Tableau I.3 : valeur de K2

Environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique Capacité théorique

	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

4.6 - Détermination Nombre Des Voies :

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

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

$$S.Q/Qadm.$$

Avec :

Qadm : débit admissible par voie.

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

5- APPLICATION AU PROJET :

5.1 - Les données de trafic : D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par bureau Lab. Qui sont les suivants :

- TJMA2022=7500véh/j
- Vitesse de référence : 120km/h
- Catégorie : C2 selon le B40.
- Environnement : E1
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ= 3%
- On prend un pourcentage de poids lourds de : Z=20%
- La durée de vie de 20 ans.

5.2 - Projection future de trafic :

•Trafic à l'année de mise en service :

TJMA (2025) = (1+ τ)3 x TJMA (2022)= (1+0.03)3 x 7500 véh/j=8196véh/j

TJMA (2045) = (1+ τ)20 x TJMA (2025) = (1+0.03)20 x 8196véh/j = 14803véh/j

III.5.3 Calcul du trafic effectif

Teff = [(1 – Z) + Z.P] TJMAh

Avec :

P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourd.

Pour une route à deux voies et un environnement E1 ona : p= 2

Z : le pourcentage de poids lourds est égal à 20%

Teff (2022) = [(1 – 0.2) + 2x0.2] x7500 = 9000 uvp/j

Teff (2025) = [(1 – 0.2) + 2x0.2] x8196 =9836uvp/j.

Teff(2045) = [(1 – 0.2) + 2x 0.2] x14803 = 17764uvp/J.

5.4 – Débit de pointe horaire normale :

$$\mathbf{Q=\frac{1}{n}\times Teff}$$

Avec :

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

Q(2045)= 0.12 x 17764= 2132uvp/h

Donc : Q =2132uvp/h

5.5 – Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

Qadm= K1.K2. Cth

Avec :

K1 : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1

K2 : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C2)

Cth : capacité théorique :

Cth= 1800

Qadm = 0,75 x1.00 x 1800

Donc : Qadm= 1350uvp/h

5.6 – Le nombre de voies :

N= S x (Q/Qadm) Avec :

S=2/3

N = (2/3) x (2132/1350) =1.1 ≈ 2 Donc : N = 2voie /sens

TJMA (2025) Véh/j	TJMA (2045) Véh/j	Teffuvp/j	Q (uvp/h)	Qadm (uvp/h)	N° desVoies Par sens
8196	14803	17764	2132	1350	2

5.7 – Calcul de l'année de saturation de 2X2 voies :

Teff (2025) = [(1 – 0.2) + 2x0.2] x 8196=9836uvp/j.

Q2025 = 0, 12 x9836= 1181uvp/h.

Donc :

Q2025=1181uvp/h

Qsaturation=2x Qadmissible = 2 ×1500 = 3000uvp/h

Q Saturation= (1+τ) n × 2/3 × Q2022 => n = log (Q Saturation / (2/3). Q2025) / log (1+τ)

=>n = log (3000 / (2/3).) / log (1+0,03) ≈45

Donc :

D'où notre route sera saturée 38ans après la mise en service donc l'année de saturation est :

2025+45=2070

III.7Conclusion :

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

IV. Tracé en Plan :

IV.1 Définition :

Par définition, le tracé en situation ou en plan ou encore tracé horizontal représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace, ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain qui est représenté par les courbes de niveau. En générale, il est constitué d'alignements droits raccordés par des courbes. Il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire de la route. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé des éléments supplémentaires pour les raccordements progressifs entre les alignements droits et les courbes.

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

•Appliquer les normes du B40.

• Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.

•Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.

•Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'artet cela pour des raisons économiques ; si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.

- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

IV.3 Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier. Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles, il se fait à l'aide de Clothoïde qui assure un raccordement progressif. Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).

- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives.

IV.3.1 Les Alignements

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas ou l'emploi d'alignement est justifié :

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- Pour donner la possibilité de dépassement. Donc la longueur des alignements dépend de :
- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

Règles concernant la longueur des alignements

➢ Une longueur minimale d'alignement L min devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant cinq (5) secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

Lmin=5 $\frac{Vb}{3.6}$

VB : vitesse de base en km/h.

➢Une longueur maximale Lmax prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes.

Lmax = 60 × $\frac{Vb}{3.6}$

IV.3.2 Arcs De Cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- nscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

IV.3.2.1 Stabilité En Courbe

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge. Afin de réduire cet effet, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules. Il est nécessaire de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

a) Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

$$RHM = \frac{Vb2}{127(\text{Ft} + \text{dmax})}$$

ft : coefficient de frottement transversal.

Ainsi pour chaque VB on définit une série de couple (R, d).

b) Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant VB de 20km/h de rouler en sécurité.

$$RHN = \frac{(\mathrm{Vb} + 20)2}{127(\mathrm{Ft} + \mathrm{dmax})}$$

c) Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

Dévers associé :

dmin = 2.5% en catégorie 1 – 2

dmin = 3% en catégorie 3 – 4

$$RHd = \frac{(Vb)2}{2 \times 127 \times\ d\ min}$$

d) Rayon minimal non déversé (RHnd) :

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse VB une courbe de devers égal à dmin vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

Cat. 1 – 2 →

$$RHnd = \frac{\mathrm{Vb}\ 2}{127 \times 0.0035}$$

D’âpres le B40, Pour notre projet de dédoublement de la 3 -èmeRocade situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie (C2) avec une vitesse de base de 120km/h, on a :

Tableau IV.1 Rayons du tracé en plan.

Paramétré	Symboles	Valeur
Vitesse (Km/h)	V	120
Rayon horizontal minimale(m)	RHm (7%)	650
Rayon horizontal normale(m)	RHn (5%)	1000
Rayon horizontal déverse(m)	RHd (2.5)	2200
Rayon horizontal non déverse(m)	RHnd (-2.5)	3200

IV.3.2.2 Règles pour l’utilisation des rayons en plan :

• Il n’y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de Rayon ≥ à RHn.

• Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R.

• Les rayons compris entre Rhd et Rhnd sont en dévers minimal dmin.

• Ne pas utiliser deux rayons successifs de rapport supérieur à 2.

• Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

• Séparer deux courbes successives par un alignement droit d’au moins 200 m ou 100 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

IV.3.3 Les Courbes De Raccordement

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité. La clothoïde est la courbe de raccordement la plus utilisée grâce à son accroissement linéaire de courbure.

IV.3.3.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement

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

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

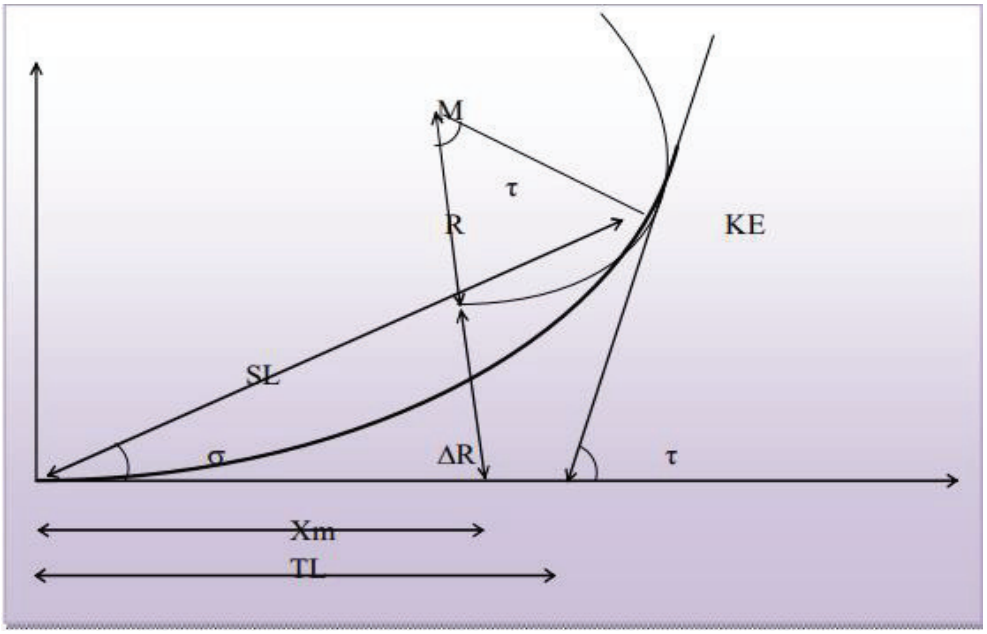
Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne

$K = C.\ L : K = R\ 1 \Rightarrow L.R = C\ 1 \Rightarrow R\ 1 = C.\ L$

On pose : $C\ 1 = A2 \Rightarrow L.\ R = A^2$

IV.3.3.2 Eléments de la clothoïde :



R : rayon du cercle.

L : longueur de la branche de clothoïde.

A : paramètre de la clothoïde.

KA : origine de la clothoïde.

KE : extrémité de la clothoïde.

ΔR : ripage.

τ : angle des tangentes.

TC : tangente courte.

TL : tangente longue

σ : angle polaire.

SL : corde KE –KA.

M : centre du cercle d'abscisse Xm.

Xm : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

Ym : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

X : abscisse de KE

Y : ordonnée de KE

IV.3.3.3 Les conditions de raccordement :

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

Cette condition permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$\tau \geq 3°$ soit $\tau \geq 1/18$ rads

$\tau = L/2R > 1/18$rads → $L > R/9$ soit $A > R/3$

$R/3 \leq A \leq R$

Règle générale (B40) :

Pour $R<1500 \Rightarrow \Delta R = 1$m (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24\ R\ \Delta R)^{1/2}$

Pour $1500< R<5000$ m $\tau = 3°$ c'est-à- dire $L \geq R/9$

Pour $R<5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L=7.75(R)^{1/2}$

b- condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Dt du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L = \frac{\mathrm{Vb2}}{18}\left(\frac{\mathrm{Vb}\ 2}{127 \times R} - \Delta \mathrm{d}\right)$$

VB : vitesse de base (km/h)

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers

c) Condition de gauchissement :

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer. Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers. A cet effet, on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte

$$L \geq l \times Dd \times VB$$

Nous avons :

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Dd : variation de dévers.

Nota :

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%

$$L \geq \frac{5 \times Vb \times \Delta d}{36}$$

IV.3.4 Notion de devers :

Le devers est la pente transversale de la chaussée, il assure la stabilité des véhicules en courbe et permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits.

IV.3.4.1 Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à :dmin =2.5%

IV.3.4.2 Devers en courbe :

En courbe, il permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.

• Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.

• Améliorer le guidage optique

IV.3.4.3 Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de rayon ≥ RHNdevers est égal à 2.5%

Si RHN < R<RHd :

$$d = dmax + (\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}) \frac{dmax - dRHN}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

Si RHN < R<RHd :

$$d = dmin + (\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}) \frac{dmin - dRHN}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$$

Raccordement de devers :

• En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).

• Le dévers doit régner sur la totalité de la partie circulaire de la courbe ; il doit être introduit par un raccordement à courbure progressive d'une longueur au moins égale à ce qui est nécessaire pour limiter la variation de devers de 2% par seconde (condition de confort) soit pour 1% de variation de devers, pour une vitesse de base de 120km/h.

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes :

• Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.

• Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance Dmin appelée longueur de gauchissement.

$$Dmin = \frac{5}{36} \times Vb \times \Delta d$$

• Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

IV.3.5. Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C2, avec une vitesse de base de 120km/h, on définit les paramètres suivants :

Tableau IV.2 Paramètres fondamentaux.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	120
Longueur minimale (m)	Lmin	166.67
Longueur maximale (m)	Lmax	2000
Devers minimal (%)	Dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t1	1.8
Frottement longitudinal	Fl	0.33
Frottement transversal	ft	0.10
Distance de freinage (m)	d0	175
Distance d'arrêt (m)	d1	235
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	550
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	840
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	425

IV.4 Justification du tracé en plan

Pendant l'étude de projet. Il s'avère qu'une route se compose de quelques tronçons sont

Des alignements droitset on a utilisé des Rayon R1=1000m, R2 =1000m, R3=1000m, R4=1000m,

R5=1000m R6=2000

IV.5 Calcul d'axe :

Le calcul d'axe se fait après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle γ entre alignements
- Calcul de la tangente T
- Calcul de la corde SL
- Calcul de l'angle polaire σ
- Vérification de non-chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

II.9.1- Exemple De Calcul D'axe Manuellement : droite 1 et 2

VB=120Km/h	X (m)	Y (m)	R =1000m
S0	455898.583	4045635.331	1000
S1	456214.263	4045748.093	
S2	456527.181	4045745.340	

II.9.1.1- Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

a) -Calcul du paramètre A :

On sait que :

$A^2 = L \times R$

b) -Détermination de L :

b.1) -Condition de confort optique :

$\frac{R}{3} \leq$ Amin $\leq$ R

D'où 333.3 $\leq$ Amin $\leq$ 1000

R = 1000m < 1500m $\Rightarrow$ L $\geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$ Δ R = 1

L $\geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$ =155m Donc L ≥155m (1)

b.2) - Condition de confort dynamique et de gauchissement :

L $\geq \frac{5}{36} \Delta$d VB avec : Δd = d + 2.5

VB= 120 Km/h $\Rightarrow$ R1 = 1000m et d = 5%

$\Rightarrow \Delta$d = 5+2.5 = 7.5 %

L ≥ $\frac{5}{36} \times 7.5 \times 120$ =125 m, donc : L ≥ 125m (2)

De (1) et (2) on aura : L ≥ 155 m, On prend L= 156.236m

Donc L= $\frac{A2}{R} \Rightarrow$ A= $\sqrt{LR}$ = 394

On prend : L=155.236m et A=394

c)- formules et méthodes de calculs : (droite 1 et 2)

On a :

Rayon R1 =1000m

S0 (455898.583,4045635.331)

S1 (456214.263,4045748.093)

S2 (456527.181,4045745.340)

Calcul des gisements :

$$\begin{cases} |\Delta X| = |XS1 - XS0| = 315.68\text{m} \\ |\Delta Y| = |YS1 - YS0| = 112.762\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} |\Delta X1| = |XS2 - XS1| = 312.918\text{m} \\ |\Delta Y1| = |YS2 - YS1| = 2.753\text{ m} \end{cases}$$

s1s0 $=\sqrt{=((\Delta X)2+(\Delta Y)2)}$ =335.215 m

s2s1 $=\sqrt{=((\Delta X1)2+(\Delta Y1)2)}$ =312.930m

D'où :

G_{S1}^{S0} =arctg$\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}$ =78.159grades

G_{S2}^{S1} =arctg$\frac{|\Delta x1|}{|\Delta y1|}$ =99.440grades

Calcul de l'angle γ :

$\gamma = \left| G_{S2}^{S1} - G_{S1}^{S0} \right|$ =21.281grades

Calcul de l'angle τ :

$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{156.236}{2000} \frac{200}{\pi}$

Avec :

L=156.236m

τ =4.973 grades

Vérification de non-chevauchement :

τ =4.973 grades

$\frac{\gamma}{2}$ =10.641grades

D'où :

$\tau < \frac{\gamma}{2} \Rightarrow$ Pas de chevauchement.

On a : $\frac{L}{R} = \frac{156.236}{1000} = 0.156$

A partir des tables de Clothoïdes, la ligne N° 395, on tire les valeurs suivantes :

$\frac{\Delta R}{R} = 0.001014 \Rightarrow \Delta R = 1.014m$

$\frac{Xm}{R} = 0.197460 \Rightarrow X_m = 197.460m$

$\frac{X}{R} = 0.394760 \Rightarrow X = 394.760m$

$\frac{Y}{R} = 0.010267 \Rightarrow Y = 10.267m$

T = Xm + (R + ΔR) tg (γ / 2) (m)

T = 197.460 + (1000 + 1.014) tg (10.641) =366.354m donc : T=336.354m

Calcul des Coordonnées S L :

SL =$\sqrt{X2 + Y2} = \sqrt{(394.760)2 + (10.267)2}$ =394.893m

Calcul de σ :

σ = $\text{arctg}\frac{Y}{X}$ = 1.655grades

Calcul de l'arc : b= KE1 K E2

b =$\frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2\tau)]}{200} = \frac{[\pi \cdot 1000(21.281 - 9.946)]}{200}$= 178.050m

Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$KA \begin{cases} X\,KA = XS1 + (s0s1 - T).\sin G_{S1}^{S0} \\ YKA = YS1 + (s0s1 - T).\cos G_{S1}^{S0} \end{cases}$$

$$KA \begin{cases} X\,KA = 456214.263 + (335.215 - 336.354).\sin 78.159 = 456213.190m \\ YKA = 4045748.093 + (335.215 - 336.354).\cos 78.159 = 4045747.71m \end{cases}$$

$$KE \begin{cases} X\,KE = X\,KA + SL.\sin (G_{S1}^{S0} - \sigma) \\ Y\,KE = Y\,KA + SL.\cos (G_{S1}^{S0} - \sigma) \end{cases}$$

$$KE\begin{cases} X\,KE = 456213.190 + 394.893 \cdot \sin(78.159 - 1.655) = 456581.492\ m \\ Y\,KE = 4045747.71 + 394.893 \cdot \cos(78.159 - 1.655) = 4045890.169\ m \end{cases}$$

$$KA2\begin{cases} X\,K\,A2 = XS1 + T \cdot \sin G_{S2}^{S1} \\ Y\,K\,A2 = YS1 + T \cdot cos\, G_{S2}^{S1} \end{cases}$$

$$KA2\begin{cases} X\,K\,A2 = 456214.263 + 336.354 \cdot \sin 99.440 = 456550.604\ m \\ Y\,K\,A2 = 4045748.093 + 336.354 \cos 99.440 = 4045751.889m \end{cases}$$

$$KE2\begin{cases} X\,KE2 = X\,KA - SL \cdot \sin(G_{S2}^{S1} + \sigma) \\ Y\,KE2 = Y\,KA - SL \cdot \cos(G_{S2}^{S1} + \sigma) \end{cases}$$

$$KE2\begin{cases} X\,KE2 = 456213.190 - 394.893 \cdot \sin(99.44 + 1.655) = 455818.356m \\ Y\,KE2 = 4045747.71 - 394.893 \cdot \cos(99.44 + 1.655) = 4045754.502\ m \end{cases}$$

Les résultats du calcul d'axe sont faits automatiquement par le logiciel autopiste et sont joints en annexe.

Chapitre V : Profil en long

V. Profil en Long

V.1 Définition

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de La route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

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

• Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).

• Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

• Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

• Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

• Eviter une hauteur excessive en remblai.

V.3 Les éléments de composition du profil en long :

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

•L'altitude du terrain naturel

• L'altitude du projet

• La déclivité du projet,ect…

V.4 Coordination du tracé en plan et le profil en long :

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

•D’avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.

•D’envisager de loin l’évolution du tracé.

•De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d’une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

–D’augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.

–D’amorcer la courbe en plan avant un point haut.

–Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.

–De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 10 fois au moins le rayon en plan).

V.5 Déclivités :

La déclivité d’une route est la tangente de l’angle que fait le profil en long avec l’horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.5.1 Déclivité Minimum :

Pour assurer un bon écoulement des eaux pluviales, on n’emploie normalement jamais de pente nulle.

On adopte en général une pente longitudinale minimale de 0,5% (de préférences 1 %, si possible).

V.5.2 Déclivité Maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures

à 1500m à cause de :

•la réduction de la vitesse et l’augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

•l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc La déclivité maximale dépend de :

•Condition d'adhérence.

•Vitesse minimum de poids lourd.

• Condition économique.

Selon les B40 :

Vr Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse Vr=120 Km/h donc la pente maximale Imax =4%.

V.6 Raccordements en profil en long :

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

V.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part, il faut que la conception doive satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

V.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

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

V.7 Caractéristiques des rayons du profil en long :

Selon le b40 et pour le cas de la 3 -ème Rocade, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, ils sont donnés par le tableau suivant :

Catégorie		C2
Environnement		E1
Vitesses de base (Km/h)		120
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 Voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	 12000 18000
Rayon en angle rentrant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies) R'Vm1 (minimal absolu) en m R'Vn1 (minimal normal) en m	 4200 6000
Déclivité maximale	Imax (%)	4

V.8 Détermination pratique du profil en long

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

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

A l'équation de la parabole : $X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = X^2/2R$

Le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

•Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, B.

• Donner La pente P1 de la droite (AS).

•Donner la pente P2 de la droite (SB).

•Donner le rayon R.

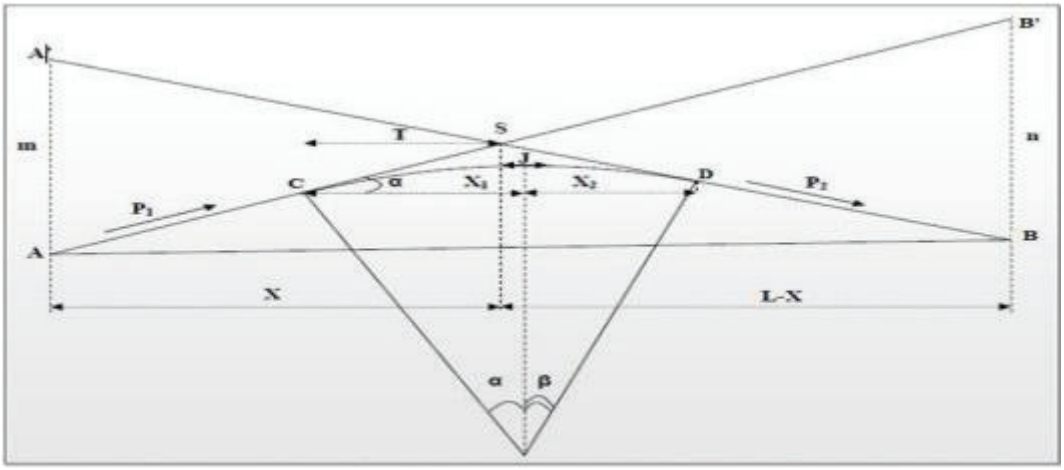


Figure V.1. Exemple de raccordement du profil en long

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

On a : $_{A'} = Z_B + LP_2; m = Z_{A'} - Z_A$

$Z_{B'} = Z_A + LP1$; $= ZB' - ZB$

Les deux triangles SAA‟ et SBB‟ sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L - \mathrm{x}} \Rightarrow \mathrm{X} = \frac{mL}{m+n}$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{matrix} \mathrm{Xs} = \mathrm{X} + \mathrm{XA} \\ \mathrm{Zs} = \mathrm{P1X} + \mathrm{ZA} \end{matrix} \right\}$$

2. Calcul de la tangente :

$\mathrm{T} = \frac{R}{2} |\mathrm{P1} \pm \mathrm{P2}|$

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

$$\mathrm{C} \left\{ \begin{matrix} \mathrm{Xc} = \mathrm{Xs} - \mathrm{T} \\ \mathrm{Zc} = \mathrm{Zs} - \mathrm{T\ P2} \end{matrix} \right\}$$

$$\mathrm{D} \left\{ \begin{matrix} \mathrm{Xd} = \mathrm{Xs} + \mathrm{T} \\ \mathrm{Zd} = \mathrm{Zs} + \mathrm{T\ P2} \end{matrix} \right\}$$

3. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

L_R = 2T

4. Calcul de la flèche :

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

5. Calcul des cordonnées du sommet de la courbe :

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

$$\begin{Bmatrix} XJ/A = R \times P1 \\ ZJ/A = XJ/A \times P1 - \frac{(XJ/A)\,2}{2 \times R} \end{Bmatrix}$$

$$J\begin{Bmatrix} XJ = XS + XJ/A \\ ZJ = ZS - ZJ/A \end{Bmatrix}$$

Exemple de calcul manuel : (Cas d'un rayon convexe) :

$$A\begin{Bmatrix} XA = 1380.356\ m \\ ZA = 69.239\ m \end{Bmatrix} S\begin{Bmatrix} XS = 1490.518 \\ ZS = 69.334 \end{Bmatrix} B\begin{Bmatrix} XB = 1684.127\ m \\ ZB = 67.893 \end{Bmatrix}$$

R=12000 m

a) - Calcul des pentes :

P1 = ΔZ1/S1 $\qquad P1 = \frac{69.334-69.239}{1490.518-1380.356} = 0.0009 \qquad \mathbf{P1} = 0.09\%$

P2 = ΔZ2/S2 $\qquad P1 = \frac{67.893-69.334}{1684.127-1490.518} = -0.0074 \qquad \mathbf{P2} = -\mathbf{0}.74\%$

b) - Calcul de la tangente :

$T = \frac{R}{2}|P1 \pm P2|$ T= (13000/2) × (0.0009+0.0074) = 53.95m

c)- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

• C $\begin{cases} XC = 1684.127 - 53.95 = 1630.177\ m \\ ZC = 67.893 - 53.95 \times 0.0009 = 67.844\ m \end{cases}$.

• D $\begin{cases} XD = 1684.127 + 53.95 = 1738.077\ m \\ ZD = 67.893 + 53.95 \times 0.0074 = 68.292\ m \end{cases}$

d)- Calcul de la longueur de raccordement :

L=2×T =2×53.95=107.9 m

f) -Calcul de la flèche :

$H=\frac{T2}{2R} = \frac{2910.6025}{2000}$= 1.455 m

e) - Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

$$\begin{cases} {}^{XJ}/_{A} = R \times P1 \\ {}^{ZJ}/_{A} = {}^{XJ}/_{A} \times P - \frac{(XJ/A)2}{2 \times R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} {}^{XJ}/_{A} = 13000 \times 0.0009 = 11.7m \\ {}^{ZJ}/_{A} = 11.7 \times 0.0009 - \frac{(11.7)2}{2 \times 13000} = 0.00526m \end{cases}$$

$$J \begin{cases} XJ = XS + {}^{XJ}/_{A} = 1684.127 + 11.7 = 1695.827m \\ ZJ = ZS - {}^{ZJ}/_{A} = 67.893 - 0.00526 = 67.888m \end{cases}$$

Chapitre VI : Profil en travers

VI. Profil en Travers

VI.1 Introduction :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Il existe deux types de profil en travers : le profil en travers courant et le profil en travers type :

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

b) Le profil en travers courant: Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières qui nous permettent à calculer les cubatures.

VI.2 Eléments constitutifs du profil en travers

L'emprise :c'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

L'assiette : c'est la surface de la route délimitée par les terrassements. Ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

La plateforme :elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central.

La chaussée : Portion de la route comprenant les différentes voies de circulation destinées aux différentes catégories de véhicules, d'après l'étude de trafic, la chaussée est de type 2×2 voies de largeur 3,50 m.

Terre-plein central (T.P.C) : il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

• bande de guidage

• Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

i. Portant la bande de guidage de 1m de largeur chacune

i. Bande médiane (centrale) :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (les barrières de sécurité, les supports de signalisation, les ouvrages d'évacuation des eaux, l'équipement d'éclairage, les piles d'ouvrages…). Elle est soit engazonnée, stabilisée ou revêtue. Sa largeur dépend des éléments qui y sont implantés

On va prendre une largeur de bande médiane de 10m.

Notre TPC est donc de dimensions est de 12 m.

Les accotements : ce sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés, revêtues ou stabilisés… Ils comportent généralement les éléments suivants :

• Une bande de guidage.

• Une bande d'arrêt.

• Une berme extérieure.

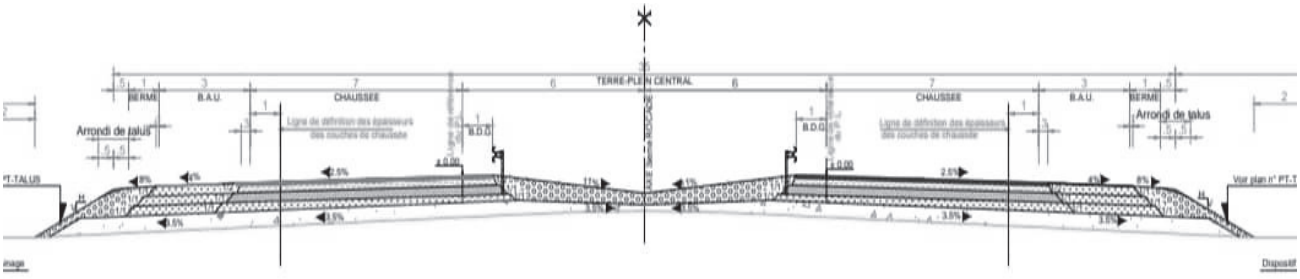
La bande d'arrêt d'urgence :elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussé d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée.

On prend 3m de largeur.

La berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place

On prend : une largeur de 1m.



Figures VI.1. Eléments constitutifs du profil en travers type 1 en section courante.

Tableau VI.1 Profil en travers type proposé.

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation 2x2	3.5	4	14
Terre-plein centrale (T.P.C)	12	1	12
Bande de guidage	1	2	2
Bande médiane	10	1	10
Accotement	4	2	8
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3	2	6
La berme	1	2	2
Dévers en section droite			
Chaussée TPC L'accotement	2.5% vers l'extérieur. Identique à celle de la chaussée. 4%		
Dévers en courbe			
Chaussée TPC L'accotement	7% (maximum) Identique à celle de la chaussée. Selon le devers mais au minimum		

Chapitre VII : Cubature

VII. Cubature

VII.1 Introduction

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

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge : déblai.

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

Le calcul des cubatures nécessite la connaissance du : profil en long, profil en travers et la distances entre les profils, mais avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, On doit déterminer auparavant les surfaces des différents profils en travers.

VII.2 Méthode de calcul des cubatures

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures, les plus utilisées sont :

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

La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD (surface de déblai) et SR (surface de remblai) pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.



Figures VII.1. La méthode utilisée pour calculer les cubatures.

Pour calculer les volumes on utilise la formule suivante :

$$\boldsymbol{V = L6\ (S1+S2 + 4 \times SMOY)}$$

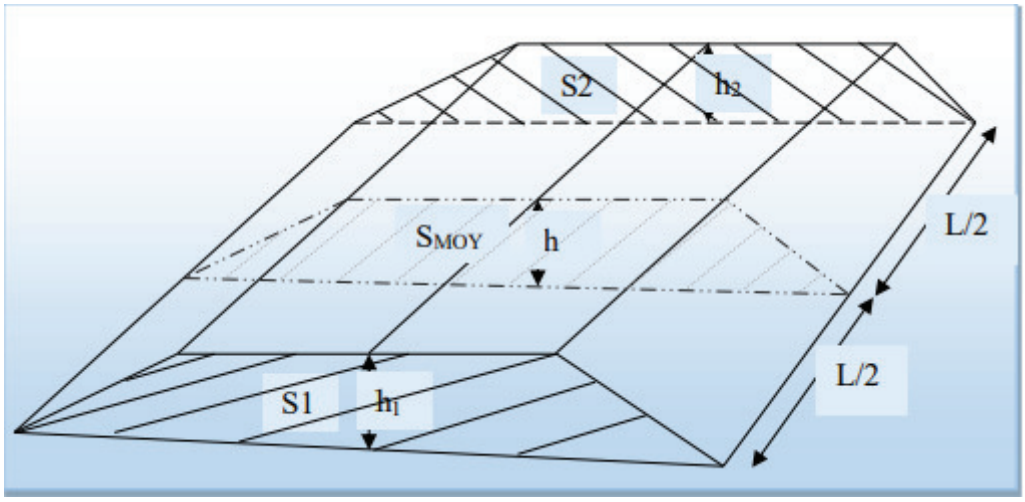
Avec :

•H : hauteur entre deux profils.

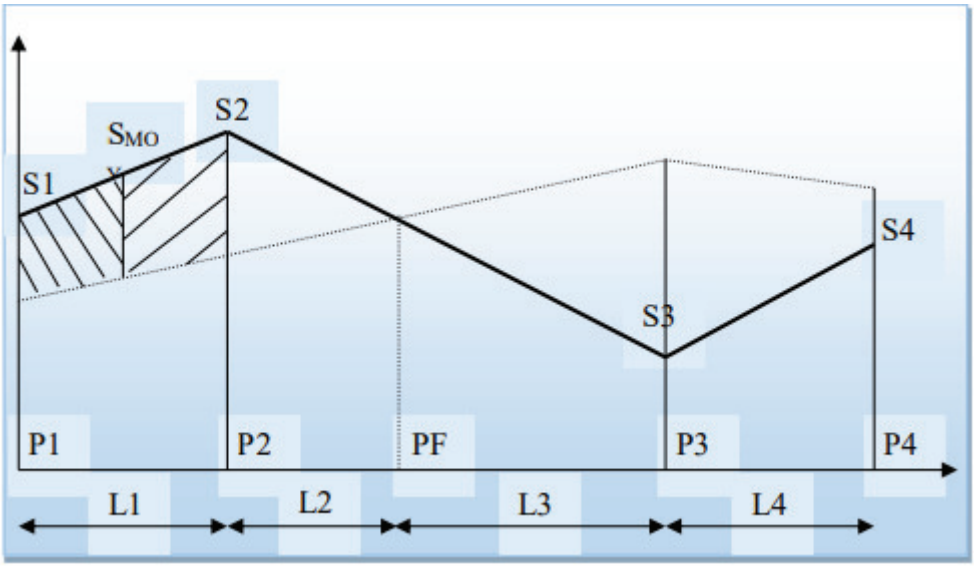
•S moy : surface limitée à mi- distances des profils.

•S1 : surface de profil en travers P1.

•S2 : surface de profil en travers P2.



Figures VII.2. Méthode de la moyenne des aires (projection horizontale).



Figures VII.3. Méthode de la moyenne des aires (projection verticale).

Avec :

•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 longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et $\frac{(S1+S2)}{2}$

. Ça nous donne :

$$Vi = \frac{Li}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc :

$$V_1 = \frac{L1}{2} \times (S_1 + S_2) \qquad \textbf{Entre P1 et P2}$$

$$V_2 = \frac{L2}{2} \times (S_2 + 0) \qquad \textbf{Entre P2 et PF}$$

$$V_3 = \frac{L3}{2} \times (0 + S_3) \qquad \textbf{Entre PF et P3}$$

$$V_4 = \frac{L4}{2} \times (S_3 + S_4) \qquad \textbf{Entre P3 et P4}$$

Le volume total est la somme des volumes V1, V2, V3 et V4 :

$$V = \frac{L1}{2} \times S1 + \frac{L1+L2}{S2} \times S2 + \frac{L2+L3}{2} \times 0 + \frac{L3+L4}{2} \times S3 + \frac{L4}{2} \times S4$$

VII.3 Calcul des cubatures de terrassement :

En utilisant le logiciel Autopiste16 on a obtenu les résultats suivants :

- Le volume total des remblais est de :543900,5 m^3.
- Le volume total des déblais est de :17796,5 m^3.

Les résultats du calcul des cubatures sont joints en annexe.

VIII. Etude géotechnique

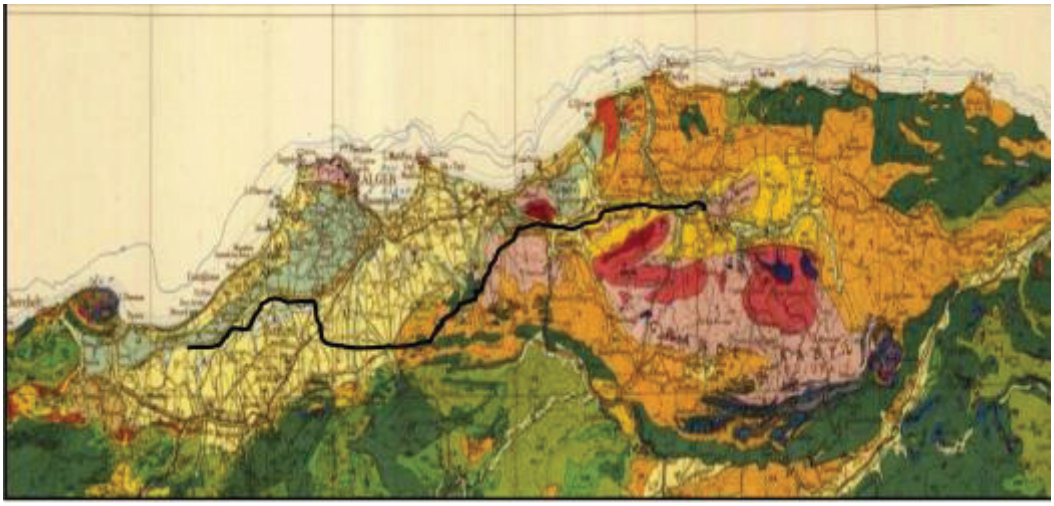
VIII. Etude géotechnique

VIII.1 Introduction :

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer dès l'avant-projet sommaire, L'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de cout. On peut dire aussi que la géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur Les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur terrain.

L'étude géotechnique du site s'est basée essentiellement sur la description géomorphologique et lithologique, l'interprétation des mouvements gravitaires et l'estimation des tassements, le recenement des Gîtes à matériaux et en fin le dimensionnement de la chaussée.

VIII.2 Contexte géologique :



Figures VIII.1. Carte géologique de la région

VIII.2.1 Climat et hydrogéologie :

La wilaya se caractérise par un climat continental dont l'hiver est rigoureux et l'été est chaud et sec, elle recoit600 mm de pluies en moyenne par ans.

VIII.2 Moyens de la reconnaissance :

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

• L’étude des archives et des documents existants.

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

• Les essais de laboratoire.

VIII.3.1 L’étude des archives et documents existants :

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont une source importante d’informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région peuvent parfois apporter des indications précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques.

VIII.3.2 Normes des investigations in situ :

• Les sondages carottés

• Les puits de reconnaissance.

• Les sondages pressiométriques.

i. VIII.3.3 les normes des investigations au laboratoire :

ii. Essais physico-chimiques

•Analyses granulométriques et la sédimentométrie (NF P 94 – 056 et NF P 94 – 057) : servent à déterminer la répartition de pondérale des éléments granulaires d’un matériau des terrassements et Détermination de la distribution pondérale.

•Teneurs en eau (W) du sol pour classer les différents types de sols.

•Les limites d’Atterberg eau (NF P 94 – 051) : les limites de plasticité (Wp) et liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol. WP sépare l’état solide de l’état plastique et WL sépare les deux états plastique et liquide ; Les sols qui présentent des limites d’Atterberg voisines, c’est à dire qui a une faible valeur de l’indice de plasticité (IP = WL – WP), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en

•Mesure des densités sèches (γs), humide (γh), et du degré de saturation (Sr).

iii. Analyses chimiques :

•Teneurs en CaCO3 (NF P 94-048) : qui permet de façon directe de quantifier la fraction chimique carbonatée contenue.

•Teneurs en sulfates NA-16002 : pour connaitre l'agressivité du sol.

•Essai de bleu de méthylène NF P 94 – 068/1993 : pour révéler la présence des fines de nature argileuse et d'en déterminer la concentration.

iv. Essais DE COMPACTAGE :

•Essai Proctor normale (NF P 94-093) : permet de déterminer la masse volumique sèche d'un matériau et sa teneur en eau correspondante.

• Indice CBR après immersion (NF P 94-0780) : permet de déterminer l'indice portant d'un échantillon de sol compacté dans un moule CBR avec une énergie Proctor Normal.

•Essai Los Angeles (NFP 18-573) : pour mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier.

v. Essais mécaniques des sols :

•Essai œdométriques (XP P 94-090-1) : permet d'étudier la compressibilité d'un échantillon de sol.

•Essai de Cisaillement (NF P 94-071-1) : permet de mesure des paramètres de résistance au cisaillement rectiligne (cohésion et angle de frottement interne) d'un matériau.

vi. Essais mécanique des Roches :

•Essai Los Angelos (LA) : Mesure de la résistance d'une fraction granulaire à la fragmentation par chocs.

•Essai Micro Deval humide (MDE) :Mesure de la résistance d'usure d'une fraction granulaire.

•Essai de fragmentabilité (FG) : Mesure de la résistance de la roche sous la charge due au trafic routier.

•Essai de dégradabilité (DG) : Qualifier la sensibilité du matériau rocheux aux sollicitations hydriques.

•Essai de compression simple : Mesure de la résistance à la compression.

•Essai de résistance à la traction : Mesure de la résistance à la traction.

VIII.4 Résultats et interprétations des essais Géotechniques :

L'étude géotechnique du projet du dédoublement de 3 -ème Rocade a été faite par le laboratoire, on a récupéré les résultats suivants :

VIII.4.1Résultat des essais in situ :

➢A partir des puits de reconnaissance :

Tableau VIII.1 Puits de reconnaissance.

N° Puits	PK	Profondeur en (m)	Interprétation
1	0	0.00 – 3.70 m	Argile sableuse brun jaunâtre
2	0+801	0.00 – 3.70 m	Argile sablo-limoneuse jaunâtre carbonatée
3	1+540	0.00 – 3.90 m	Argile sablo-limoneuse noirâtre
4	2+400	0.00 – 3.80 m	Argile limono-sableuse noirâtre
5	3+400	0.00 – 4.00 m	Argile limono-sableuse brun-jaunâtre carbonatée
6	4+400	0.00 – 3.60 m	Sable argileux brun à rougeâtre

➢ A partir des sondages carottés :

Tableau VIII.2 Les sondages carottés.

Sondage carotté	PK	Profondeur (m)	Lithologie
SC1	2+350	0,00 – 10,00	Argile carbonatée

VIII.4.2 Les essais de laboratoire :

Les puits de reconnaissance :

Tableau VIII.4 Résultats des essais d'identification.

Puits n°	Sondage n°	Prof	Essais physiques					Essais chimiques	
			Granulométrie		Mesures des limites d'Atterberg			Valeur au bleu de méthylène	Teneur en carbtes
			80µm (%)	2µm (%)	W L (%)	WP (%)	I P (%)	VBS (cgr/g r)	CaCO3 (%)
1	F1	00,00 -03,70	78,17	38	37	24	13	0.49	
2	F2	01.00 - 02.70	94,51	62	50	30	20	2.73	
3	F3	00.00 - 03.90	97,11	56	49	36	13	2	
4	F4	00.70 - 03.20	60.33	36	43	24	19	1.34	
5	F5	00.70 - 04.00	61,81	36	36	24	12	2.72	
6	F6	00.70 - 03.60	40,43	20	nm	nm		0.5	

• Granulométrie :

Les courbes granulométriques sont étalées, non uniformes, passent du Limon jusqu'au gravier.

• Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg dépendent étroitement de la granulométrie des échantillons ; les valeurs des limites de liquidité et celles de l'indice de plasticité augmentent régulièrement.

Les indices de plasticité indiquent en générale une faible plasticité, les paramètres varient comme suit :

- 37% ≤ WL ≤ 50%.

- 12 ≤ IP ≤ 20.

• Valeur au bleu de méthylène (VBS) :

Comme en témoignent les résultats de l'essai au bleu de méthylène (V.B.S) récapitulés dans le tableau ci-dessus, nous avons affaire à une argile peu active (les valeurs sont comprises entre 0.49 et 2.72 cgr par gr).

Essais de portance :

Puits n°	Sondage n°	Proctor				Indice CBR
		Normal		Modifié		I CBR à95 % àγOPM
		W (%)	γd	W' (%)	γ'd	

			(t/m3)		(t/m3)	
1	F1	16.5	1.69	11.4	1.91	3
2	F2	16.3	1.50	11.7	1.78	
3	F3	16.8	1.56	15.1	1.78	2
4	F4	16.2	1.52	12.2	1.72	
5	F5	14.2	1.65	9.8	1.86	1
6	F6	12.1	1.88	8.1	1.96	

Classification du sol :

La classification GTR est fondée sur trois types de paramètres à savoir : nature état et comportement mécanique su sol. Elle est axée sur les conditions de réutilisation en remblai ou en couche de forme. La classification des sols rencontrés dans le tronçon d'étude selon le GTR est donnée dans le tableau suivant :

Puits	Caractéristiques granulométriques	Caractéristiques physiques	Classification GTR
P01 P02 P03 P04 P05 P06	D<50mm et Tamisât à80µm>40.43%	12<IP <20 où 0.49<VBS<2.73	A2, Sables fins argileux limons, argiles et mânes peu plastique

On n'a pas eu des informations ni sur les teneurs en eau naturelles ni sur les indices de portance immédiats et donc on ne peut rien dire sur l'état hydrique du sol.

VIII.5.1 Les recommandations d'utilisation des matériaux en remblai :

La wilaya se caractérise par un climat continental dont l'hiver est rigoureux et l'été est chaud et sec, elle recoit 350 à 450 mm de pluies en moyenne par ans.

Donc dans la Situation météorologique : pluie moyenne

Tableau VIII.9 Conditions d'utilisation du sol A1 en remblais

Sol	Observation Générale	Situation	Condition d'utilisation en remblai

		météorologique	
A2 th	Sols normalement inutilisables en l'état		
A2 h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituels-lement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		Ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage faible
			Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)
		Évaporation importante	Solution 1 : 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)
			Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen
A2 m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		Pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
			C : compactage moyen
		Ni pluie, ni évaporation importante	

		Évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense
A2s	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement De leur état hydrique est nécessaire. L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	Pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		Pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		Ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur Moyenne (≤ 10 m) Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches

		Évaporation importante	minces C : compactage intense Solution 2 : arrosage W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m) Solution 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
A2 ts	Sols normalement inutilisables en l'état		

VII.5.2 Condition d'utilisation en couche de forme :

La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe (A1) implique de les traiter avec des liants hydraulique associés éventuellement à la chaux pour les pouvoir utiliser en couche de forme.

La maitrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau, ces sols se traitent généralement en place.

Dans le cas où il y'a une faible pluie : la situation météorologique ne garantit pas une maitrise suffisante de l'état hydrique du mélange : sol plus liant(s).

VIII.6 Conclusion :

Notre projet traverse une zone avec de bonnes caractéristiques physico-mécaniques (voir tableaux récapitulatifs ci-dessus), du point de vue géologique et hydrologique aucun incident notable n'est à signalé.

La classification des matériaux de déblais permet de déduire que les matériaux des déblais sont relativement utilisables en couche de forme ou en en remblai mais nécessite un traitement selon la situation météorologique comme indiqué au-dessus.

Pour la classification du sol support dans le calcul de dimensionnement du corps de chaussée, on prend une classe de portance S4 pour un indice C.B.R imbibé moyen=2.

Chapitre IX : Dimensionnement du corps de chaussée

IX. Dimensionnement du corps de chaussée

IX.1 Introduction :

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée. On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicules empruntant cette route.

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivantes :

- le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- la portance du sol support désignée par son indice C.B.R.
- la durée de service.

IX.2 La chaussée :

IX.2.1 Définitions :

La chaussée est un ouvrage destiné essentiellement à la répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement résiste aux différentes sollicitations et notamment aux :

- charges des véhicules.
- chocs.
- intempéries.
- efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

IX.2.2 Les différents types de chaussée :

Les chaussées peuvent être classées en trois grandes catégories :

IX.2.2.1 Chaussée souple :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent sont traitées aux liants hydrocarbonés. Elle est constituée de :

- Une couche de roulement qui subit directement les agressions du trafic et du climat.

- Une couche de base et une couche de fondation permettent à la chaussée de résiste mécaniquement aux charges induites par le trafic et de les répartir dans le sol support en prenant en compte ses limites admissibles.

- Dans des cas exceptionnels d'une couche de forme.

IX.2.2.2 Chaussée rigide :

Elle est réalisée généralement avec du béton de ciment ; la couche de béton assure en principe le rôle de couche de base et de surface mais peut être recouverte d'une douche de roulement en béton bitumineux. Les avantages de ce type de chaussée sont la bonne répartition des charges sur le support et la bonne tenue à la fatigue, mais elle est chère par rapport aux autres types de chaussées.

IX.2.2.3 Chaussée semi rigide :

Elle est constituée d'une ou deux couches d'assise réalisées avec des graves traitées aux liants hydrauliques (ciment, cendres volantes) et d'une couche de surface en béton bitumineux, son comportement mécanique est intermédiaire entre celui des chaussées rigides et celui des chaussées souples ; la répartition des charges sur le support est bonne mais des contraintes de traction se développent à la base des couches (condition déterminante pour le dimensionnement de ces couches).

IX.3 Méthodes de dimensionnement :

Nous Utilisons plusieurs méthodes pour calculer le dimensionnement du corps de chaussée, mais toutes les méthodes sont basées sur la portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches.

Dans notre projet, on a une chaussé souple donc on va dimensionner avec deux méthodes les plus utilisées ici en Algérie :

• Méthode CBR améliorée.

• Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTP.

IX.3.1 La méthode de C.B.R améliorée (California-Bearing-Ratio) :

C’est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l’optimum Proctor modifié sur une épaisseur d’eau moins de 15cm. La détermination de l’épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s’obtient par l’application de la formule présentée ci-après :

$$Eeq = \frac{100 + \sqrt{P} \times (75 + 50 \times log\frac{N}{10})}{\text{Icbr} + 5}$$

- Eeq : épaisseur équivalente du corps de chaussée ;
- I : indice CBR du sol support ;
- N : nombre moyen de poids lourd à l’année horizon ;
- P : charge par roue, en Algérie on prend P = 6.5t (l’essieu 13 tonnes).

L’épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

e = a1 × e1 + a2 × e2 + a3 × e3

Avec :

a1, a2, a3 : coefficients d’équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

➢ Coefficient d’équivalence :

Les coefficients d’équivalence pour les matériaux les plus utilisés sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau IX.1 Les valeurs des coefficients d'équivalence.

Matériaux utilises	Coefficient d’équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment	1.50

Grave bitume	1.50 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 à 0.70

IX.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

La méthode de catalogue de dimensionnement utilise les mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : le trafic, les matériaux, le sol support et l'environnement.

Ces paramètres constituent généralement des données d''entrée pour le dimensionnement, à partir desquelles on peut sélectionner une structure de chaussée donnée.

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

• Approche théorique.

• Approche empirique.

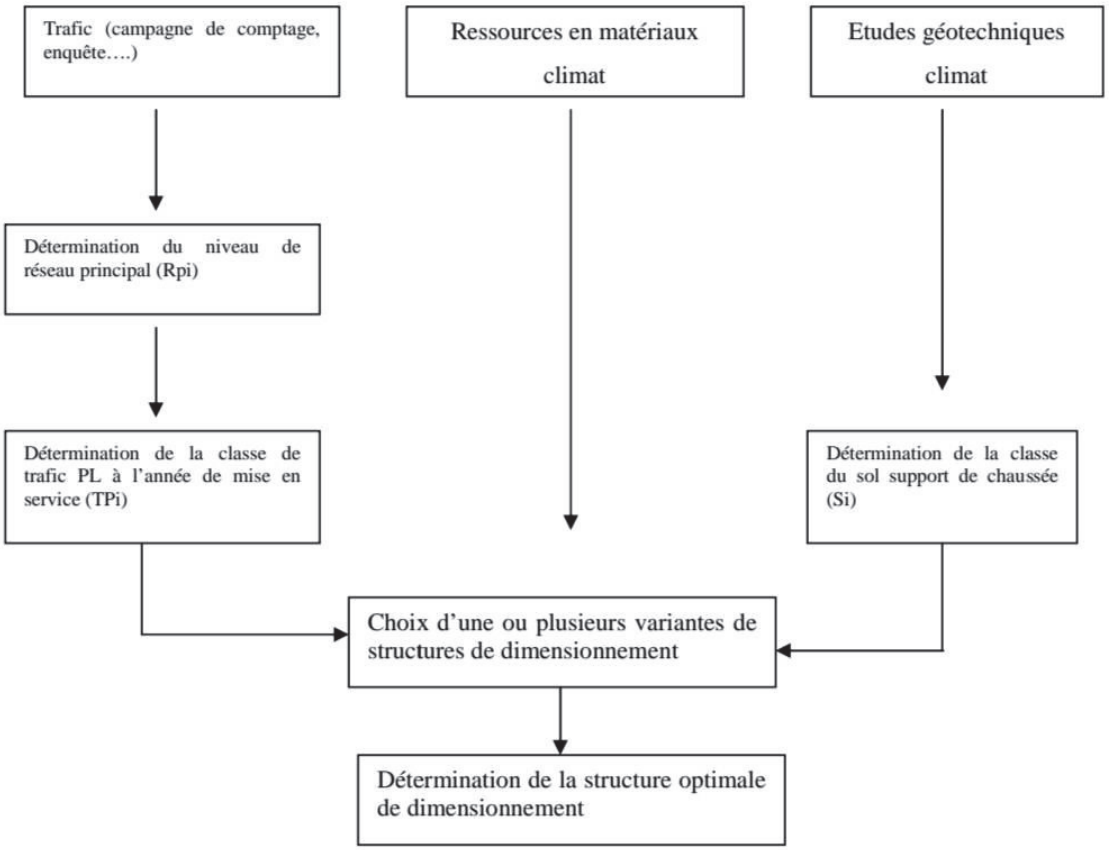
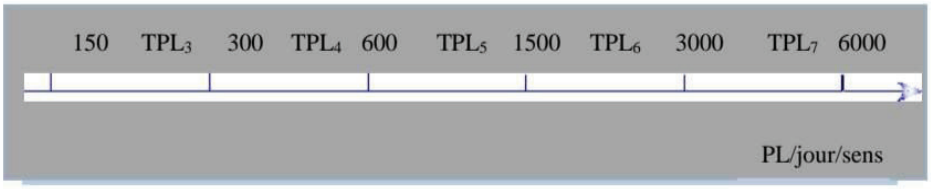


Figure IX.1. Démarche du catalogue.

IX.3.2.1 Détermination de la classe de trafic

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

Classe TPLi pour RP1 :



IX.3.2.2 Présentation des classes de portance des sols :

Les classes de portance des sols sont en fonction de l'indice CBR, elles sont données dans le tableau suivant :

Tableau IX.2 Classe de sol support.

Classe de sol (Si)	Indice C.B. R
S0	>40
S1	25-40

S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

IX.3.2.3 Zone climatique :

Le calcul de dimensionnement est fait pour une température constante dite température équivalente. Celle-ci est telle que la somme des dommages subis par la chaussée pendant une année, pour une distribution de température donnée, soit égale au dommage que subirait la chaussée soumise au même trafic mais pour une température constante. Cette dernière se détermine par application du cumul des dommages de la loi de Miner.

Les valeurs des températures équivalentes retenues sont données dans le tableau suivant :

Tableau IX.3 Choix des températures équivalentes.

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

IX.4 Application au projet :

IX.4.1 Méthode CBR :

Nous avons comme données :

• Pourcentage du poids lourd Z = 20%.

• P = 6.5 (t).

• Trafic de l'année mise en service 2025 : TJMA (2025) =8196véh /j.

On prend ICBR=2.

• Calcul du trafic du poids lourd à l'année 2042 (pour une durée de vie de 20ans) :

TJMA2025= 8196 (véh /j) → TJMA2022/sens= (8196× 2/3) = 5464 (véh /j/sens)

TPL2025 = % PL ×TJMA2022→ TPL2022 = 0.2×5464

TPL2025 = 1093(pl/j/sens/).

TPL2045=TPL2025× (1 +0.03) n= 1093(1 +0.03)20

TPL2045= 1975 (PL /j/sens).

$$Eeq = \frac{100+\sqrt{6.5}\times(75+50\times log\frac{1975}{10})}{10+5}$$=38.9 cm

On prend

Eeq=40cm.

❖ Choix de la structure :

$$Eeq=a1\times e1+e2\times a2+a3\times e3$$

Avec :

• e1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.

• e2 : épaisseur réelle de la couche de base.

• e3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.

• a1, a2, a3 : les coefficients d'équivalence.

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

• e1 = 6cm en béton bitumineux (BB) avec a1 = 2.0.

• e2 = 12 cm en grave bitume (GB) avec a2 = 1,5.

• e3 : épaisseur en grave non traité (GNT) avec a3 = 1,0.

Donc

$$Eeq = 6 \times 2 + 12 \times 1,5 + 1,0 \times e3 = 40 \text{ cm.} \rightarrow e3 = 10 \text{ cm.}$$

On prend une épaisseur de 15cm de GNT.

Donc la structure proposée :

$$6(BB) + 12\ (GB) + 15\ (GNT) = 33cm.$$

E.N.S.T.P 61

IX.4.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

:IX.4.2.1 Choix de la structure :

➢ Détermination du réseau principal :

On a :

TJMA2025= 8196véh/j > 1 500 véh/j → Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

Tableau IX.5 Réseaux principaux.

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

➢ Choix des structures types pour le réseau principal 1(RP1)

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. Types de structures.

D'après le tableau ci-dessus, on choisit une structure de type : GB/GNT.

➢ Détermination de la classe de trafic TPLi pour RP1 :

- Pour une durée de vie de 20 ans.

- Taux de d'accroissement : 3 %

- Z= 20%

➢ Détermination de la classe du trafic :

TJMA2025= 8196(véh /j) →TJMA2025/sens= (8196× 2/3) = 5464(véh /j/sens).

TPL2025 = % PL × 0,9×TJMA2022

→ PL2025 = 0.2×5464× 0,9

→ TPL2025 = 984(pl/j/sens/voie plus chargée).

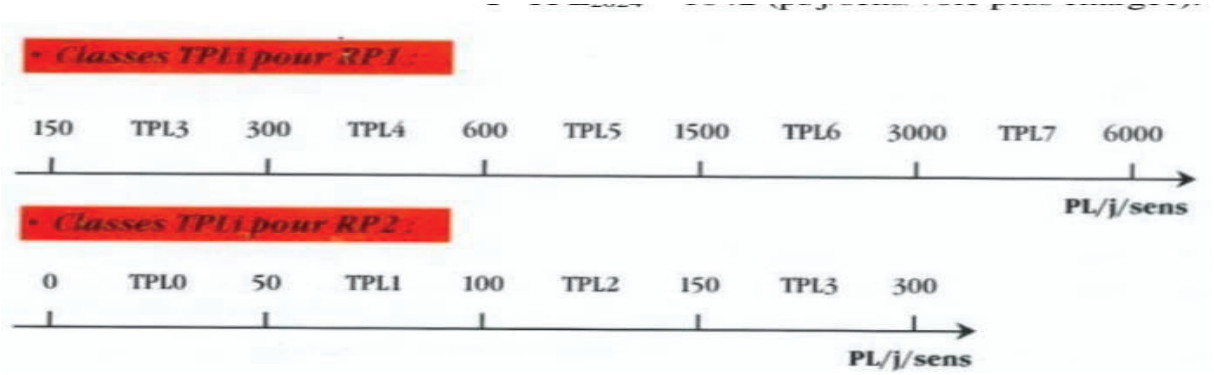


Figure IX.3. Classe de trafic poids lourd.

Notre trafic poids lourd est donc un TPL5

➢ Portance de sol support :

La classe du sol support est donnée en utilisant la relation empirique suivante :

$$E=5*CBR$$

Classe de sol supports	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Figure IX.4. Les classes de sol-supports

Puits	PK Localisation	PK	ICBR	Classe
1	(PK0+000)	0+000	3	S4
3	(PK1+540)	1+540	2	S4
5	(PK3+400)	3+400	1	S4

De point de vue global, nous sommes devant un sol de classe S4.

Selon le catalogue, pour les sols de classe S4 (les sols avec un indice de CBR moins de 10) on utilise une couche de forme pour le ramener à S2 ou à S1 (le recours à une couche de forme dans ce cas est nécessaire).

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 vissé (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.5. Epaisseur du matériau de couche de forme.

Dans les sols de classe S4, on doit utiliser une couche de forme de matériaux non traités (du tuf par exemple) avec une épaisseur de 60cm compactée en 2 couches de 30cm comme l'indique la figure ci-dessus.

➢ Zone climatique

La région de Tipaza reçoit une 350 à 600 mm de pluies par ans.

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

Figure IX.6. Zone climatique.

La Zone climatique est donc II.

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

On propose de prendre une structure de type GB / GNT On a un réseau principal (RP1), une zone climatique II, une durée de vie de 20 ans, un taux d'accroissement (3 %), une portance de sol (S4) et une classe de trafic (TPL5).

D'après ces données, et selon les f a s c i c u l e s (1, 2, 3) du catalogue Algérien on propose les structures suivantes :

Tableau IX.7 Les structures proposées.

Classe du sol	Classe S4 (cm)
Couche de roulement	6BB
Couche de base	20GB
Couche de fondation	30GNT
Couche de forme	60TUF

IX.4.2.2 Vérification des structures de chaussée et de la déformation du sol support :

Il faut vérifier que εt et εz (calculées avec logiciel Alize III) sont inférieures aux valeurs admissibles calculées εt ad et εz ad

Tel que :

εt : étant la déformation de traction par flexion a la base des matériaux traités au bitume (dans notre cas sous la couche du GB).

εz : (sol) la déformation verticale sur le sol support.

➢ Calcul de la déformation admissible sur le sol support

En utilisant la formule suivante :

$$\varepsilon z.ad = 22.10\text{-}3 \times TCEi^{-0.235}$$

Calcul de trafic cumule des poids lourds (TCi) :

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

$$TC = 984 \frac{-1+(1+0.03)^{20}}{0.03} \times 365$$

$$TC = 9.65 \times 106$$

Calcul de trafic cumule équivalant TCE :

$$TCE = TC \times A$$

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 IX.8. Valeurs du coefficient d'agressivité A.

D'après le tableau ci-dessus A= 0.6

Donc :

$$TCE = TC \times A =$$

$$TCE = 9.65 \times 106 \times 0.6$$

$$TCE = 5.79 \times 106$$

Calcul de la déformation admissible sur le sol support εz, adm :

$$\varepsilon z, adm = 22 \times 10 - 3 \times TCE^{-0.235} = 22 \times 10 - 3 \times (5.79\text{x}\ 106) - 0.235$$

$\varepsilon z, adm =$ 573.62×10-6

➢ **Calcul de la déformation admissible εt, adm à la base de la GB :**

En utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{\varepsilon t, ad = \varepsilon 6(10°, 25HZ) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc}$$

Avec :

•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 calcul avec le comportement observé sur chaussées

$$\boldsymbol{Kne = \frac{(TCEi)^b}{106}\ ;\ K\theta = \left(\frac{E(10°C, 10Hz)}{E(\theta eq, 10Hz)}\right)^{0.5}\ ;\ Kr = 10^{-tb\delta}\ ;\ Kc = 1.3}$$

Avec :

• TCEi:traffic en nombre cumulé d'essieux de 13 tonnes sur la durée de vie considérée

• b : pente de la droite de fatique (b< 0)

• E (10°C° Module complexe de matériau bitumineux à 10°C

• E (θeq) : Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée

• δ : f(dispersion). $\boldsymbol{\delta = \sqrt{(SN^2 + (\frac{c}{b} \times Sh)^2)}}$

Avec

SN : dispersion de la loi de fatique

• Sh : dispersion sur les épaisseurs (en cm)

• c : coéfficient 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.9. Caractéristiques des matériaux enrobés.

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

Figure IX.10. La température équivalente.

	Classe de trafic (TPLi) (PL 1 sens)	TPL5	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.11. Le risque du 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.12. Fractile de la loi normale

À partir des tableaux précédents, on calcule les différents coefficients pour trouver :

- $Kne = (\frac{TCEi}{10^6})^b = (\frac{5.79x10^6}{10^6})^{-0.146}$**=0.774**
- $K\theta = (\frac{E(10°C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)})^{0.5} = (\frac{12500}{7000})^{0.5}$**=1.336**
- $Kr = 10^{-tb\delta}, avec\ r = 10\%, d'ou\ t = -1.282$

$$\delta = \sqrt{((SN)^2 + (\frac{c}{b} \times Sh)^2)} = \sqrt{((0.45)^2 + (\frac{0.02}{-0.146} \times 3)^2)}$$ **=0.609**

Kr = 0.77

- Kc = 1.3

D'où : $\varepsilon_{t.ad}$ =100.10-6 x 0.774 x 1.336 x 0.77 x 1.3 =63.8 × 10-6

$\varepsilon_{t,adm}$=103.5 × 10-6

Résultats de la modélisation du corps de chaussée avec alizéIII :

Tableau IX.8 Récapitulatif de la structure 01(avec couche de forme).

	Déformations admissibles
εz sol support	573.62×10-6
εt à la base de GB	103.5 × 10-6

On a :

εt< εt.ad et εz< εz.ad pour les deux structures (avec couche de forme), donc elles sont vérifiées.

IX.5 Conclusion :

Le dimensionnement du corps de chaussée par la méthode de CBR améliorée et la méthode du catalogue algérien des chaussées neuves a donné les résultats suivants :

Couche	Structure A (méthode CBR)	Structure B (méthode du catalogue des chaussées neuves)
Couche de roulement	6	6
Couche de base	12	20
Couche de fondation	15	30
Couche de forme (facultatif)		60

La méthode CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs moins importantes à celles de la méthode du catalogue.

Nous proposons d'appliquer la méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée puisqu'elle s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue donc un meilleur comportement vis à vis l'agressivité des charges, donc on va minimiser les couts d'entretien durant la durée de vie de cette route.

Le corps de chaussée adopté pour notre projet est de 6BB 20GB 30GNT avec une couche de forme de 60cm de tuf.

CHAPITRE XI : ASSAINISSEMENT

XI. Assainissement :

XI.1 Introduction :

L'assainissement routier est l'ensemble de moyens mises en œuvre pour la collecte et l'évacuation des eaux superficielles et internes dans l'emprise de la route, ainsi que pour le rétablissement des écoulements superficiels extérieurs à la route ?

XI.2 Objectifs de l'assainissement routier :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

• Assurer l'évacuation rapide des eaux pluviales qui s'écoulent sur la chaussée.

• Réduire le coût d'entretien.

• Eviter les problèmes d'érosions.

• L'évacuation des eaux qui s'infiltrent à travers le corps de chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).

• Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amant de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

XI.3 Les ouvrages d'assainissement existants :

Les ouvrages rencontrés sont les suivants :

Tableau XI.1 Les ouvrages existants.

Endroit des ouvrages (PK)	Type de l'ouvrage
0+311.80	Dalot (3*1.5)
0+591.15	Ouvrage busé (Ø=1500)
0+950.00	Dalot (3*2)
1+480	Dalot (3*1.5)
2+456.50	Dalot (3*1.5)
2+720.50	Ouvrage busé (Ø=1200)
2+920.00	Ouvrage busé (Ø=1800)
3+021.00	Dalot (3*1.5)
3+580.00	Ouvrage busé (Ø=2000)
4+089.50	Dalot (3*1.5)

XI.4 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement :

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).

XI.4.1 Le débit d'apport :

Méthode Des Débits Spécifiques (S< 1 Km²) :

Pour les bassins de superficies très réduites, la situation locale du bassin versant joue un rôle primordial dans le calcul du ruissellement. Par ailleurs, l'application de la formule rationnelle peut fournir des valeurs invraisemblables à cause du mauvais ajustement des courbes IDF pour les faibles temps de concentration. Ainsi, et après examen des débits obtenus, par la formule rationnelle, pour des bassins versants de taille proche de 1 km², nous avons adopté les débits spécifiques suivants :

– 8 m3 /s/km² pour la section de Tipaza.

Méthode Rationnelle (1 Km ²<S <125 Km²) :

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 moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps déconcentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (Km2).

➢ Détermination de l'intensité :

Les courbes intensités-durée-fréquence (IDF) sont dérivées sur la base des enregistrements des chroniques de pluies horaires dépouillées aux pas de temps compris entre 1h à 24h à

cela ajoutée une autre hauteur de pluie correspondant au maximum journalier précipité entre 8h et 8h le jour suivant, cette valeur permet de comparer les informations du pluviographe à celle d'un pluviomètre.

Sur la base des ajustements statiques à des lois mathématiques usuelles (loi exponentielle pour les courbes IDF, loi de Gumbel pour les pluies journalières maximales que les intensités de pluie à 1h sont déterminées en mm/h) on détermine les coefficients de Montana a et b pour pouvoir calculer l'intensité de pluie.

Les données et les résultats sont donnés par la station Tipaza.

Tableau XI.2 La station de Tipaza.

Nom de la station	Tipaza
Code	-
X(Lambert)	477,2
Y(Lambert)	365,95
Altitude (m)	80
Années d'observations	-

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

$I\ (t, T) = a\ (t)/\ t$c b

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 :

La période de retour, ou temps de retour, est la durée moyenne au cours de laquelle, statistiquement un événement d'une même intensité se reproduit.

• 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 :

Le temps de concentration est un concept utilisé en hydrologie pour mesurer la réponse d'un bassin versant à un événement pluvieux. Il est défini comme le temps nécessaire à une goutte d'eau de pluie pour parcourir la distance depuis le point le plus éloigné de l'exutoire d'un bassin jusqu'à celui-ci. Il existe plusieurs méthodes pour estimer sa valeur mais les plus utilisées sont les méthodes de Ventura, Giandotti et Passini:

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ ⟹Si A < 5 km², selon (Ventura).

$tc = 0.108\frac{\sqrt[3]{A\,L}}{\sqrt{P}}$ ⟹ Si 5 km2 <A< 25 km² (Giandotti).

$tc = \frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$ ⟹Si 25 km² < A < 200 km² (Passini).

Avec :

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'

Pour cette méthode, le coefficient de ruissellement est donné par la formule suivante :

$$C = C1 + C2 + C3$$

Avec :

C1 : Coefficient associé à la pente ;

C2 : Coefficient associé à la nature du sol ;

C3 : Couverture végétale.

Le coefficient de ruissellement pour chaque bassin versant est calculé comme suit :

La valeur de C1 vaut :

Tableau XI : Coefficients de ruissellement – C1

Classe de pente	T=50 ans	T=100 ans
Pente < 3,5%	0.04	0.05
3,5%< Pente< 11%	0.10	0.13
11%< Pente< «35%	0.18	0.23
Pente > 35%	0.28	0.35

La valeur de C2 vaut 0,18 pour T=50 ans et 0,25 pour T=100 ans, elle correspond à un sol peu perméable et elle est constante pour toute la région.

La valeur de C3 vaut 0,18 pour T=50 ans et 0,25 pour T=100 ans, elle correspond à des prairies.

La somme des trois coefficients est jugée conservatrice pour la région à l'étude.

XI.4.2 Le débit de saturation

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

$Qs = Sm. Kst. RH^{2/3}. J^{1/2}$

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.4 valeurs des coefficients de Strickler.

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses métallique	Maçonnerie	Dalot (béton)	Béton (buses préfabriquées)
Kst	30	40	50	70	80

XI.5 Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet :

XI.5.1 Caractéristiques des bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants sont obtenues à l'aide du logiciel GLOBAL MAPPER et sont données dans le tableau suivant :

Tableau XI.5 Caractéristiques des bassins versants

BV	S (Km2)	P (Km)	Z max (m)	Z min (m)	Pente	Longue ur

					moyenne du BV (%)	du cours d'eau (km)
BV1	0.84	4.91	231	78	-	1.57
BV 1.1	0.25	4.91	231	78	-	-
BV2	1.95	6.06	220	56	7.85	2.09
BV3	0.78	5.13	201	55	-	1.93
BV4	1.17	4.80	205	56	10.70	1.39
BV5.1	0.23	4.26	200	56	-	1.31
BV 5.2	0.49	4.26	200	56	-	-
BV 5.3	0.14	4.26	200	56	-	-
BV 6.1	0.75	3.78	200	52	-	1.00
BV 6.2	0.18	3.78	240	52	-	-

XI.5.2 Données climatiques

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

L'indice climatique pour la région de Tipaza b = 0.6.

Le paramètre

• a = 25.2 (pour une période de retour de 10 ans) ;

• a=33.6 (pour une période de retour de 50 ans) ;

• a=37.2 (pour une période de retour de 100 ans).

XI.5.3 Calcul du débit d'apport

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

A= 1.95 Km2

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ =0.127 $\sqrt{\frac{1.95}{0.079}}$ =0.63 h

$i\,(t, T) = \frac{a}{t\ c^b} = \frac{33.6}{0.63^{0.6}}$ =44.3 mm h

Coefficient de Ruissellement : C = 0.46 → Qa = 0.278 × 0.46 × 44.3× 1.95 = 11.04 m3/s

Pour A=1.17km2

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ =0.127 $\sqrt{\frac{1.17}{0.107}}$ =0.42 h

i $(t, T) = \frac{a}{t\, c^b}$ = $\frac{33.6}{0.42^{0.6}}$ =56.54 mm h

Coefficient de Ruissellement : C = 0.46 → Qa = 0.278 × 0.46 × 56.54× 1.17 = 8.45 m3/s

Tableau XI.6 Résultats de calcul des débits.

BV	PK	Surface du BV (Km2)	Coefficient de ruissèlement C	Tc (h)	I (mm/h)	Q (m3/s)
BV 1	0+311.80	0.84	-	-	-	6.7
BV 1.1	0+591.15	0.25	-	-	-	2.0
BV 2	0+950.00	1.95	0.46	0.63	44.18	11.0
BV 3	1+1480	0.78	-	-	-	6.3
BV 4	2+456.50	1.17	0.46	0.42	56.54	8.5
BV 5.1	2+720.50	0.23	-		-	1.8
BV 5.2	2+920.00	0.49	-	-	-	3.9
BV 5.3	3+021.00	0.14	-	-	-	1.1
BV6.1	3+580.00	0.75	-	-	-	6.0
BV 6.2	4+089.50	0.18	-	-	-	1.4

XI.5.4 Dimensionnement des buses

XI.5.4.1 Le débit de saturation :

Qs = Kst × J $^{1/2}$ × Sm × $Rh^{2/3}$

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 : $Sm = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$

Rh : rayon hydraulique tel que : Rh = $\frac{\text{Sm}}{\text{Pm}}$ = (πD 2 /4) / π D = D/4=R/2

On a :

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

Qa=Qs →$R^{8/3}$ = ($\frac{25/3 \times Qa}{80 \times \pi\sqrt{J}}$) →R=($\frac{25/3 \times Qa}{80 \times \pi\sqrt{J}}$)$^{3/8}$

Pour le premier basin on a :

Qa=2m3 /s → R = ($\frac{25/3 \times 2}{80 \times \pi\sqrt{0.01}}$)$^{3/8}$ = 0.60

En prend : R= 0.75

D= 2 R = 2 × 0.75 = 1.5m

Alors on prend une buse de D=1500 mm

XI.5.4.2 Les conditions d'auto-curage :

a) Le débit en plein section :

Qps = (K_{st} × I $^{1/2}$ ×π) / (2.R^2 × (R /2) $^{2/3}$) = (80 × 0.01$^{1/2}$ × π ×0.75 $^{8/3}$) /2 $^{5/3}$ =3.67 m3/s

Vps =Qps/ S= 3.67 / 1.77 = 2.07 m/s

Rq = Q/Qps = 2/3.67 = 0.55

RV = V/Vps = 0.48 → V = 0.48 × Vps=0.48 ×2.07 = 1 m/s < 4m/s

Condition vérifiée.

b) V ≥ 0.6m/s pour Q= 0.1 Qps :

Rq = 0.1 →Rv =V/Vps=0.64→V=0.64 × 2.07 = 1.32 m/s >0.6m/s

Condition vérifiée.

c) V≥ 0.3m/s pour Q = 0.01Qps :

Rq = 0.1→ Rv =V/Vps=0.32 →V=0.32 × 2.07 = 0.66 m/s >0.6m/s

Condition vérifiée.

Tableau XI.7 Les ouvrages proposés.

BV	PK	Qa (m3 /s)	Diamètre standard (m)	Condition D'auto curage
BV 1.1	0+591.15	2.0	1500	Vérifiée
BV 5.1	2+720.50	1.8	1200	Vérifiée
BV 5.2	2+920.00	3.9	1800	Vérifiée
BV 6.1	3+580.00	6	2000	Vérifiée

Tableau des buses							
N° du BV	Q100 moyen (m3/s)	Dimension de l'ouvrage			Débit C. m3 / s	Nbre Ouv.	TEST
1	2,00	Buse	Ø	1500	3,39	1	OK
2	1,80	Buse		1200	1,94	1	OK
3	3,90	Buse		1800	5,35	1	OK
4	6,00	Buse		2000	6,96	1	OK

XI.5.5 Dimensionnement des dalots :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

Dans notre projet, les dalots sont en béton. La section de dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

XI.5.5.1 Prédimensionnement :

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et en fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0.8h$.

On a :

- Périmètre mouillé : $Pm = 2\times0.8\times h+L$
- Section mouillée : $Sm = 0.8\times h\times L$
- Rayon hydraulique : $Rh = \frac{Sm}{Pm} = \frac{0.8 .h.L}{1.6h+L}$
- Pente longitudinale de l'ouvrage i :

$Qs = kst.\ S.\ Rh^{2/3}.\ I^{1/2}$

$Qs = Kst\times i^{1/2}\times0.8\times h\times L\times[\frac{0.8.h.L}{1.6h+L}]^{2/3}$

Dans notre cas Kst = 70 (béton) et i tirée à partir du levé topographique i=1 .5%.

Le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot. Ce débit est donné par la formule de Manning Strickler.

Qs≤Qa

$$Q\ s \leq Kst \times i\ 1/2 \times 0.8 \times h \times L \times [\frac{0.8\ h\ L}{1.6h+L}]^{2/3}$$

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

XI.5.5.2 Application au projet :

Ouvrage au PK 0+311.80 :

Le calcul hydrologique du bassin versant numéro 1 on a trouvé un débit de Qa=6.7 m3 /s ; et donc :

$$Q\ s \leq Kst \times i\ 1/2 \times 0.8 \times h \times L \times [\frac{0.8\ h\ L}{1.6h+L}]^{2/3}$$

$$6.7 \leq 70 \times 0.015^{1/2} \times 0.8 \times h \times [\frac{0.8.h\ .3}{1.6h+3}]^{2/3}$$

Si on pose :

Qa=Qs et en fixant la largeur L= 3m on trouve : H=3m et donc un dalot de 3 x 1.5m.

Ouvrage au PK 0+950.00 :

Le calcul hydrologique du bassin versant numéro 3 on a trouvé un débit de Qa= 11m3 /s ; et donc :

$$Q\ s \leq Kst \times i\ 1/2 \times 0.8 \times h \times L \times [\frac{0.8\ h\ L}{1.6h+L}]^{2/3}$$

$$11 \leq 70 \times 0.015^{1/2} \times 0.8 \times h \times [\frac{0.8.h\ .3}{1.6h+3}]^{2/3}$$

Qa=Qs et en fixant la largeur L= 3m on trouve : H=2m et donc un dalot de 3 x 2m.

Tableau XI.8 Les Dalots proposées

Endroit des ouvrages (PK)	Type de l'ouvrage
0+311.80	Dalot (3*1.5)
0+950.00	Dalot (3*2)
1+480	Dalot (3*1.5)
2+456.50	Dalot (3*1.5)
3+021.00	Dalot (3*1.5)
4+089.50	Dalot (3*1.5)

XI.5.6 Dimensionnement des fossés à projeter sur le projet

Le dimensionnement se fait dans le cas le plus défavorable, où il y a un grand espace et un grand débit du PK 0+ 150 au4+557m PK de longueur 4557m

On dimensionne que pour le coté talus déblai

Calcul des surfaces des sous bassins versants La surface de la chaussée + BDD :

Ac = 8.3× 4557 = 37823.1m^2 =0.0378231 Km^2

La surface de l'accotement : Ab = 4×4557 =18228 m^2 =0.018228 Km^2.

La surface du talus : At = 12× 4557 =54684m^2 = 0.054684Km^2.

Calcul de débit d'apport Qa:

Chaussé P = 2.5 %, Accotement P = 4 %, talus P = 63.43 %

Pour la chaussée :

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ =$tc = 0.127\sqrt{\frac{0.0378231}{0.025}}$ =0.16 h

$i\,(t,T) = \frac{a}{t\,c^b}$ = $\frac{25.2}{0.16^{0.6}}$ =75.67mm/h

Qa = 0.278 C I A = 0.278 × 0.95 × 75.67 × 0.037592= 0.751m3 / s

Pour l'accotement :

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ =$tc = 0.127\sqrt{\frac{0.018228}{0.04}}$ =0.086 h

$i\,(t,T) = \frac{a}{t\,c^b}$ = $\frac{25.2}{0.09^{0.6}}$ =106.86mm/h

Qa = 0.278 C I A = 0.278 × 0.4 × 106.86 × 0.018228= 0.22 m3 / s

Pour le talus :

$tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ =$tc = 0.127\sqrt{\frac{0.054684}{0.1}}$ = 0.09h

$i\,(t,T) = \frac{a}{t\,c^b}$ = $\frac{25.2}{0.09^{0.6}}$ =106.86mm/h

Qa = 0.278 C I A = 0.278 × 0.4 × 106.86× 0.054684= 0.65m3 / s

Tableau XI.9 Débit des eaux drainées dans la plate-forme et les talus.

Surface	S (Km2)	C	P %	Tc (h)	I(mm/h)	Qai (m 3 / s)	Qa (m3 / s)
Chaussée	0.0378231	0.95	2.5	0.16	75.67	0.751	1.62
Accotement (sol légèrement perméable)	0.018228	0.4	4	0.086	106.86	0.22	
Talus	0.054684	0.4	0.01	0.09	106.86	0.65	

Calcul du débit de saturation (Qs) :

Calcul de la surface mouillée :

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

Tan α = $\frac{h}{e} = \frac{1}{n}$

D'où : e = n. h

Sm = b. h + n. h^2 = h. (b + n. h)

Sm = h. (b + n. h)

Calcul du périmètre mouille :

Pm= b + 2B

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

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

Calcul du rayon hydraulique :

Rh = $\frac{Sm}{Pm} = \frac{h.(b+n.h)}{b+2.h\sqrt{1+n^2}}$

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

Qa = Qs→ K · I · C · A = (Sm · KST · $RH^{2/3}$) · $J^{1/2}$

→ $Qa = KST.\ h.\ (b + n.\ h).\left[\frac{h.(b+n.h)}{b+2.h.\sqrt{1+n2}}\right]^{2/3}.\ J^{1/2}$

Notre pente est de *J* = 2% ; Kst = 70 (au béton coulé sur place)

On obtient :

$1.62 = 70.\ h.\ (0.5 + 1.\ h).\left[\frac{h.(0.5+1.h)}{0.5+2.h.\sqrt{1}}\right]^{2/3}.\ 0.02^{1/2}$

Après un calcul itératif, on prend h=50 cm, un fossé standard.

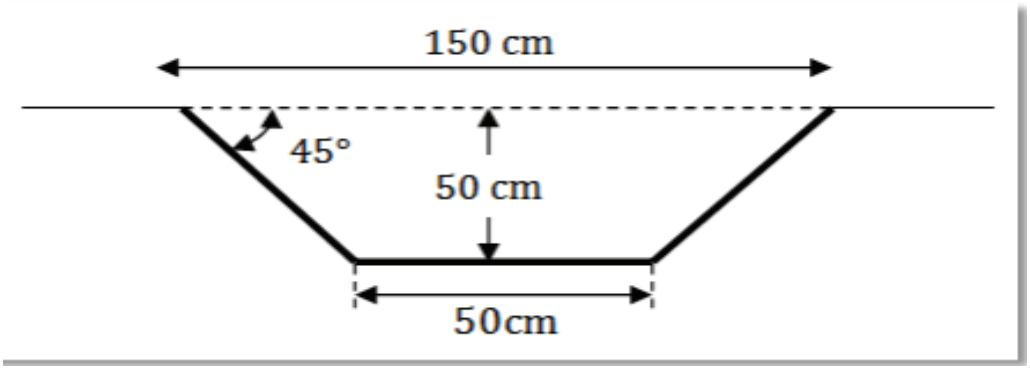


Figure XI.1. Dimensions d'un fossé standard.

Chapitre XII : Conception de l'échangeur

IV.1. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR EC1 :

IV.1.1. INTRODUCTION :

La conception d'un projet est l'étape la plus importante et la plus déterminante, car elle tient compte du coût du projet et sur sa durabilité et comme notre projet consiste à faire l'étude d'un échangeur on doit préalablement connaître les différents types d'échangeurs et leurs conditions d'implantation, afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat. Le bon fonctionnement d'un échangeur doit prendre en compte les points suivants :

• L'adaptation au site (environnement, etc.), et aux conditions d'utilisation (trafic, etc.).

• Sa configuration générale et sa conception de détail doit être correctes.

IV.1.2. DEFINITION ET ROLE D'UN ECHANGUEUR :

Un échangeur est un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies. En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudié en fonction de l'importance des divers courants de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants. On désigne les échangeurs par :

• Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.

• Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.

• Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

Rôles :

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

Règles de conception :

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme. Pour diminuer son prix de revient on évite :

• Le passage sur terrain agricole.

• Le passage au voisinage sur des habitations et des maisons publiques.

• Le passage sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement.

• Les longs alignements droits.

• Les terrassements importants.

• Les sections à forte déclivité.

• Les sites en courbures à faibles rayons.

VI.1.3. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :

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

• Ouvrages d'art (passage supérieur ou inférieur)

. • Le Carrefour (s) plan(s).

• Les Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

TYPES D'ECHANGEURS :

La conception d'échangeur est toujours influencée par plusieurs facteurs comme la catégorie de l'autoroute caractères et composition du trafic, la vitesse désigne et le degré de maîtrise d'accès. Ces contrôles demandent plus d'exigences, économiques de terrains et de droit de passage doit requière d'une grande importance lors de la conception adapter à la capacité du trafic, offrant sécurité. On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et détendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types donnaient des formes plus complexes. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de

bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

• Echangeur majeur : raccordement autoroute-autoroute.

• Echangeur mineur : raccordement autoroute-route.

VI.1.3. 1 ECHANGEURS MAJEURS :

L'échangeur majeur raccorde entre autoroute et autoroute sans qu'il ya cisaillement dans les deux autoroutes à raccordement sont :

• Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.

• Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.

Type trèfle complet :

Il est utilisé pour raccordement à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art, et la nécessité permettre les boucles et nécessairement lente, et la nécessité d'incorporé des voies collectives et distributrices pour permettre les entrées sans croisement le rend finalement très coûteux.

Type bifurcation « Y » :

Pour le raccordement à trois branches on utilise le type « Y » tel que la branche qui présente le plus faible doit se détaché par la droite de tronc principal en rejoignant par le droit le même tronc principal. Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continue.

N.A : pour le raccordement de plus de quatre branches on a recours soit :

• Au giratoire qui comporte au moins un ouvrage d'art.

• Au directionnel qui comporte beaucoup d'ouvrage d'art.

VI.1.3.2 ECHANGEUR MINEUR :

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », le schéma concernent par le raccordement sont :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trempette.

Type losange :

Il est composé de quatre diagonal unidirectionnel est un carrefour à niveau sur la route secondaire, les quatre diagonal sont symétrique entre elle par rapport à l'axe de l'autoroute il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.

Type demi-trèfle :

Comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire, il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique des trafics d'échange dans la mesure de possible utilisation des boucles en voies d'entrée ce qui améliore les conditions de visibilité et de sécurité. Généralement on a deux types de demi-trèfle :

- Demi-trèfle symétrique.
- Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé ».

Trompette :

Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches il comporte :

- Alignement droit commun à toutes les bretelles.
- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonale de sortie.

Ce schéma est bien adapté pour les accès aux autoroutes à péage, par ce que toute voiture roulante parcourra un sens à l'autre doit obligatoirement passer par alignement droit ou on implante de la station de péage, ce type est utilisé même pour les raccordements à quatre branches.

VI.1.4. CHOIX DE SITE D'IMPLANTATION :

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale. Le site d'implantation doit permettre les possibilités d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilités. Et pour cela il faut éviter dans la mesure du possible le choix de sites :

- En courbe de faible rayon en tracé en plan.
- En point haut en profile en long.
- Dans les zones de grands déblais.
- Dans les sections en forte déclivités (ce qui impliquerais un allongement des bretelles aval ou amont suivant que le franchissement est effectué en passages supérieures ou inférieures).

VI.1.4.1. CHOIX DU TYPE L'ECHANGEUR :

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « Avantages, Inconvénients » et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui se présente. Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre.

Et pour ce but on suit l'itinéraire suivant :

1 ère Etape : Détermination du tracé à partir de :

- Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Présentation du site d'implantation.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

2 -ème Etape : Configuration du tracé à adopter :

L'échangeur a adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garant en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume da le suivant :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements… ».
- Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

3 -ème Etape : Analyse :

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilités, de confort et de sécurité.

VI.2. APPLICATION AU PROJET :

VI.2.1. Buts de L'échangeur EC1 :

L'échangeur Pénétrante Tipaza/AEO est prévu au point kilométrique 1+147 de la 3ème Rocade et à 1.8 kilomètre de Sidi Rached.

Cet échangeur assure la liaison de Tipaza à la 3ème Rocade d'Alger via la pénétrante de Tipaza. Il dessert également la ville de Hadjout à travers la RN67.

Les mouvements principaux de circulation dans cet échangeur sont dans les corridors Blida-Tipaza dans les deux directions et Hadjout - Ahmer El Aïn, dans les deux directions. Les autres mouvements sont secondaires.

A cet effet, l'échangeur se raccordera en type vortex.

VI.2.2. Caractéristique géométrique des bretelles :

Vitesse sur les bretelles :

La vitesse de référence des véhicules d'une section de la route nationale est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers. Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par la même la sécurité et le confort de la conduite.

Donc :

• La vitesse sur la 3eme Rocade est 120Km/h.

• La vitesse sur les échangeurs pour 1 voie est de 40 à 70 km/h

• On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=50Km/h.

VI.2.3. Rayon de Tracé :

Le tableau VI .1. Valeur limites des rayons du tracé en plan (ICTAAL).

	1 voie
Rayon minimal (R_m)	40 m (7%) et 100m (Premier rayon rencontré)
Rayon maximal dans la partie circulaire des boucles	60 m
Rayon minimal non déversé R_{nd}	300 m
Dévers maximal dans les courbes	7%

VI.2.4. Profil en long :

Les normes géométriques du profil en long sont présentées dans le tableau

Le tableau VI.2. Caractéristique du profil en long

N ^{br} Voies	Angle saillant	Angle Rentrant	Déclivité
2 voies 110km/h	6000	3000	6%
2 voies 110km/h	2700	1900	6%
1 voie filante 70km/h	1500	1500	6%
1 voie	1500	800	6%

VI.2.5. Profil en travers :

La largeur de la chaussée en alignement est de 3,50 mètres pour les bretelles à une voie et de 7,00 mètres pour celles à deux voies. Des sur largeurs égales à 50/R sont introduites dans les courbes. Les chaussées des bretelles unidirectionnelles sont bordées d'une bande dérasée de droite de 1,00 mètre et d'une bande dérasée de droite de 0,5 mètre et d'une berme de 0,50 mètre côté droit et d'une berme de 1,00 mètre côté gauche.

Le tableau VI.3. Norme géométrique -Echangeur - Profil en travers

Élément de conception	Critère
Largeurs minimales des éléments	3.5 mètres
Surlargeur dans une courbe de rayon inférieur à 100 mètres	50/R mètres
Bande dérasée de droite (B.D.D.)	1,0 mètre
Bande dérasée de gauche (B.D.G.)	0,5 mètre
Berme extérieure	1,5 mètre
Pentes transversales en alignement et en courbe non déversée	
Chaussée	2,50 %
Bande dérasée de gauche (B.D.G.)	Identique à la chaussée
Bande dérasée de droite (B.D.D.)	Identique à la chaussée
Berme extérieure	8 %
Pentes en courbe déversée	
Chaussée	7 % (maximum)
Bande dérasée de gauche (B.D.G.)	7 % (maximum)
Bande dérasée de droite (B.D.D.)	7 % (maximum)

VI.2.6. Le raccordement avec autoroute :

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

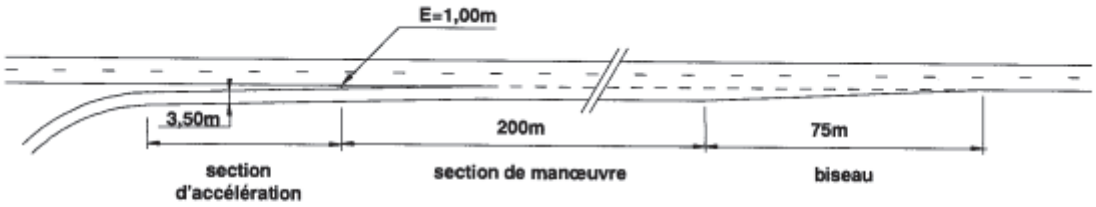
Le dispositif d'entrée comprend successivement :

• une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s^2.

• une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longueur de 200 m et largeur de 3,50 m.

• un biseau long de 75 m.

Figures VI.1. Disposition d'entré sur l'autoroute

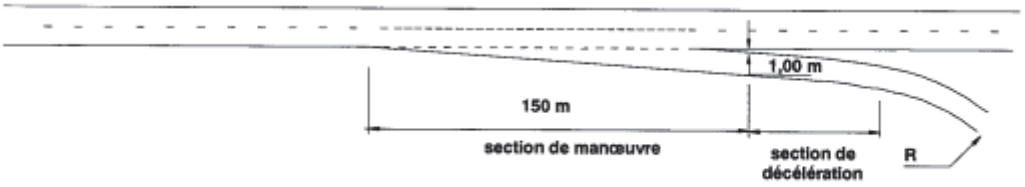


VI.2.7. Le dispositif de sortie comporte successivement :

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

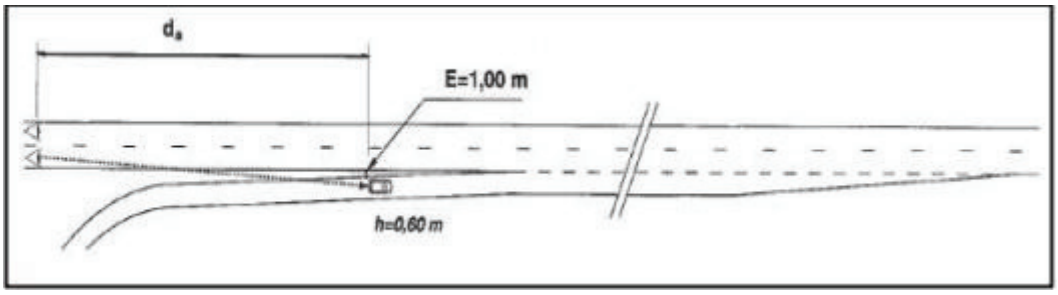
• une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée), avec une décélération en palier de 1,5 m/s^2.

Figures VI.2. Disposition de sortie sur l'autoroute



Le tableau VI.3. Longueur des entrées et sortie sur l'autoroute

Longueur des entrées (mètre)	
La : longueur de la section d'accélération en palier	275
Lme : longueur de la section de manœuvre en palier	200
Lt : longueur de la section convergente	75
Longueur des sorties (mètre)	
Lms : longueur de la section de manœuvre	150
Ld : longueur de la section de décélération en palier	150

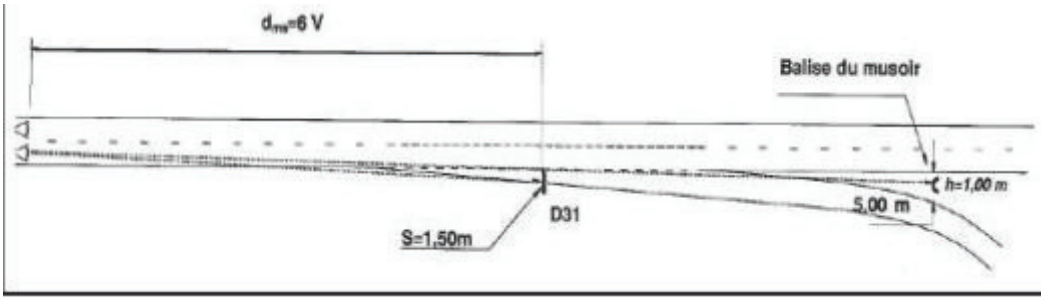


Figures VI.5. Visibilité sur une entrées d'autoroute (ICTAAL 2000)

• Visibilité sur une sortie d'autoroute.

• Distance de manouvre de sortie dms : qui permet de définir également les changements de files en section courante.

Dms =6V (V en m/s)



Figures VI.5. Visibilité sur une sortie d'autoroute.

•Distance de visibilité sur marquage dvm :

Dvm= 3 V (V en m/s)

Distance de lecture (Ic) :

Définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation :

Ic = 5 V (V en m/s)

Le tableau suivant représente les principales distances de visibilité.

Le tableau VI.4. Principales distances de visibilité

Vitesse en Km/h	120 (km/h)
Vitesse en m/s	33.3 (m/s)
Décélération moyenne	0.34 (m/s^2)
Distance d'arrêt en palier (p=0)	238
Distance d'arrêt en courbe pour R<5V	300m
Distance de manœuvre en sortie dms (et changement de file)	200m
Distance de visibilité sur marquage dvm	100m
Distance de lecture Ic	167m

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 2
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 09:53:30

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	288.70gr	55,280	0,000	457337,901	4045950,972
Clothoïde 1	Paramètre	-77,460	20,000	55,280	457283,490	4045941,208
Arc 1	Rayon	-300.000 m	378,196	75,280	457263,767	4045937,894
	Centre X	457220.648 m				
	Centre Y	4046234.779 m				
Clothoïde 2	Paramètre	77,460	20,000	453,476	456951,087	4046103,109
Droite 2	Gisement	373.20gr	56,120	473,476	456942,711	4046121,270
				529,596	456919,775	4046172,488
Longueur totale de l'axe 529.596 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 3
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 09:55:46

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	381.80gr	7,520	0,000	457135,971	4045516,943
Clothoïde 1	Paramètre	-77,460	20,000	7,520	457133,851	4045524,159
Arc 1	Rayon	-300.000 m	198,755	27,520	457128,424	4045543,408
	Centre X	457418.908 m				
	Centre Y	4045618.368 m				
Clothoïde 2	Paramètre	77,460	20,000	226,276	457143,769	4045737,943
Droite 2	Gisement	28.22gr	7,520	246,276	457152,146	4045756,104
				253,796	457155,371	4045762,897
Longueur totale de l'axe 253.796 mètre(s)						

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 4
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 09:56:20

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	96.32gr	67,485	0,000	456683,681	4045736,536
Clothoïde 1	Paramètre	-83,666	20,000	67,485	456751,053	4045740,440
Arc 1	Rayon	-300.000 m	426,655	87,485	456771,029	4045741,407
	Centre X	456781.287 m				
	Centre Y	4045391.558 m				
Clothoïde 2	Paramètre	83,666	20,000	514,140	457106,177	4045521,735
Droite 2	Gisement	177.56gr	57,902	534,140	457113,261	4045503,032
				592,043	457133,252	4045448,690
Longueur totale de l'axe 592.043 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 5
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 10:00:28

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	176.71gr	15,866	0,000	456897,714	4046145,852
Clothoïde 1	Paramètre	-72,801	20,000	15,866	456903,389	4046131,036
Arc 1	Rayon	-300.000 m	460,882	35,866	456910,308	4046112,272
	Centre X	456659.445 m				
	Centre Y	4046026.876 m				
Clothoïde 2	Paramètre	72,801	20,000	496,749	456701,592	4045765,249
Droite 2	Gisement	292.23gr	2,975	516,749	456681,774	4045762,566
				519,724	456678,821	4045762,204
Longueur totale de l'axe 519.724 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 6
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 10:05:19

Elts Caractéristiques	Points de Contacts

Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	169.79gr	406,774	0,000	456773,981	4046400,296
Droite 2	Gisement	180.26gr	933,547	406,774	456959,872	4046038,482
				1340,321	457244,782	4045149,473
Longueur totale de l'axe 1340.321 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 7
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 10:01:58

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	230.46gr	1,664	0,000	456894,017	4045919,101
Clothoïde 1	Paramètre	54,772	20,000	1,664	456893,251	4045917,624
Arc 1	Rayon	150.000 m	461,675	21,664	456884,442	4045899,673
	Centre X	457021.906 m				
	Centre Y	4045839.641 m				
Clothoïde 2	Paramètre	-54,772	20,000	483,339	457155,264	4045770,972
Droite 2	Gisement	26.03gr	14,721	503,339	457163,620	4045789,139
Clothoïde 3	Paramètre	-56,569	20,000	518,060	457169,472	4045802,647
Arc 2	Rayon	-160.000 m	127,019	538,060	457177,802	4045820,826
	Centre X	457320.355 m				
	Centre Y	4045748.172 m				
Clothoïde 4	Paramètre	56,569	20,000	665,078	457272,219	4045900,760
Droite 3	Gisement	84.52gr	30,342	685,078	457291,523	4045905,976
				715,420	457320,973	4045913,279
Longueur totale de l'axe 715.420 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 8
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 10:02:35

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	381.80gr	30,381	0,000	457025,207	4045869,865
Clothoïde 1	Paramètre	-31,623	20,000	30,381	457016,640	4045899,013
Arc 1	Rayon	-50.000 m	212,135	50,381	457012,298	4045918,499
	Centre X	457062.114 m				
	Centre Y	4045922.788 m				
Clothoïde 2	Paramètre	31,623	20,000	262,516	457088,484	4045880,308
Droite 2	Gisement	277.36gr	30,381	282,516	457070,273	4045872,127
				312,897	457041,793	4045861,551

Longueur totale de l'axe 312.897 mètre(s)

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 9
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 10:02:59

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	81.61gr	30,381	0,000	457051,748	4045830,493
Clothoïde 1	Paramètre	-31,623	20,000	30,381	457080,869	4045839,149
Arc 1	Rayon	-50.000 m	212,439	50,381	457100,343	4045843,550
	Centre X	457104.783 m				
	Centre Y	4045793.747 m				
Clothoïde 2	Paramètre	31,623	20,000	262,820	457062,223	4045767,506
Droite 2	Gisement	377.56gr	30,381	282,820	457054,097	4045785,742
				313,201	457043,608	4045814,255
Longueur totale de l'axe 313.201 mètre(s)						

Axe En Plan

Nom du dessin	HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe	PFE LAB - Axe 10
Table associée	Aucune...
Date du listing	09/06/2023 à 10:03:32

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	281.61gr	30,381	0,000	456989,104	4045843,958
Clothoïde 1	Paramètre	-31,623	20,000	30,381	456959,982	4045835,302
Arc 1	Rayon	-50.000 m	212,439	50,381	456940,509	4045830,901
	Centre X	456936.069 m				
	Centre Y	4045880.703 m				
Clothoïde 2	Paramètre	31,623	20,000	262,820	456978,629	4045906,945
Droite 2	Gisement	177.56gr	30,381	282,820	456986,755	4045888,709
				313,201	456997,244	4045860,196
Longueur totale de l'axe 313.201 mètre(s)						

Chapitre XII : Signalisation et Eclairage

CHAPITRE XII : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XII. Signalisation et Eclairage

XII.1.1 Introduction

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles, et compris par tous les intéressés. Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'usager par une utilisation abusive de signaux. La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

XII.1.2 Objectifs de la signalisation routière

La signalisation routière a pour rôle :

• Rendre plus sure et plus facile la circulation routière.

• Rappeler certaines prescriptions du code de la route.

• Indique et rappeler les diverses prescriptions particulières.

• Donner des informations relatives à l'usage de la route.

XII.1.3 Règles à respecter pour la signalisation

II faut bien respecter les règles suivantes :

• Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.

• Respecter les règles d'implantation.

• Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.

• Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.

• Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

XII.1.4 Type de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

• Signalisation verticale.

• Signalisation horizontale.

XII.1.4.1 Signalisation verticale :

Elle se fait par panneaux, par feux, par balise ce sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) -Signaux de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b) -Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve : L'interdiction, L'obligation, et la fin de prescription.

c)-Signaux à simple indication :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

• Signaux d'indication.

• Signaux de direction.

• Signaux de localisation.

• Signaux divers.

d)-Signaux de position des dangers :

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

XII.1.4.2 Signalisation horizontale :

La signalisation routière horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les marquages au sol à la peinture, elle est utilisée pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers.

Les marques sur chaussée ont pour fonction de guider l'usager. Elles donnent quatre types d'informations :

• La répartition des espaces de déplacement ;

• Les règles de conduite ;

• Le jalonnement ;

• Le stationnement.

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

U= 7,5 cm sur les autoroutes, routes à chaussées séparées ou à 4 voies en rase compagne ;
U= 6 cm sur les routes importantes ;

U= 5 cm sur les autres routes ;

Pour ce projet U = 7.5 cm. La signalisation horizontale se divise en deux types :

a) Marques longitudinales :

• Ligne continue, interdisant le franchissement ou le chevauchement ;

• Ligne discontinue de guidage, délimitant les voies en vue de guider la circulation ;

• Ligne discontinue d'avertissement, annonçant l'approche d'un passage présentant un risque particulier ;

• Lignes mixtes, qui ne peuvent être franchies que si, au début d'une manœuvre de dépassement, la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule ;

• Lignes continues et discontinues pour voies spécialisées

Tableau XII.1 Caractéristiques des lignes

Modulation	Désignation des marques	Largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne Oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion 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	3U

	certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	
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

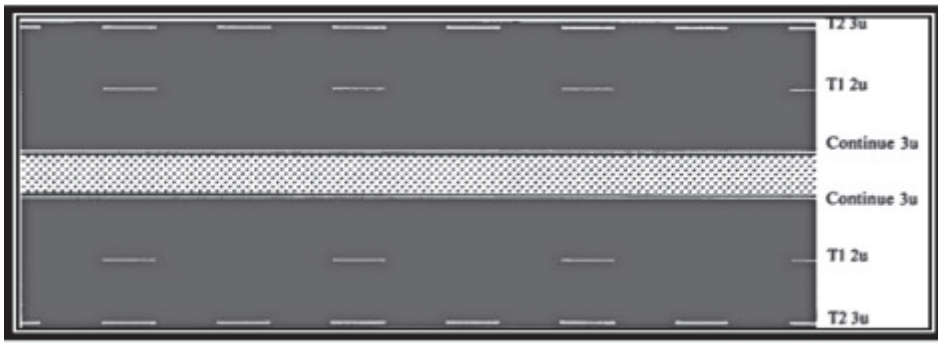


Figure XII.1. Caractéristiques des lignes.

Les modulations des lignes discontinues sont recapitalisées dans le tableau suivant :

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 longitudinal	T1 T '1 T3	3 1.5 3	10 5 10	1/3 1/3 3
Rive	T2 T'3 T4	3 20 39	3.5 6 13	1 3 3
Transversal	T'2	0.5	0.5	1

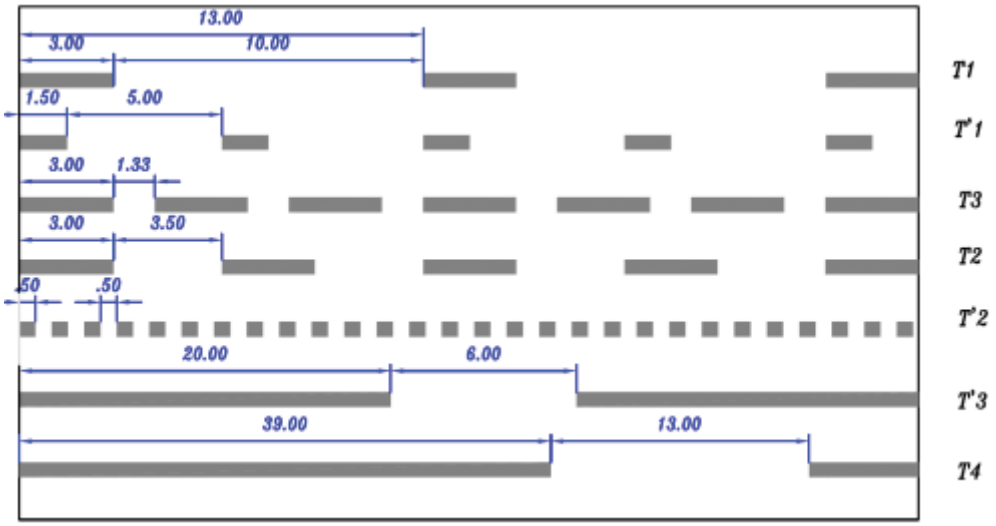


Figure XII.2. Modulation des lignes discontinues.

b) Marques transversales :

- Ligne continue d'arrêt ;
- Ligne discontinue de « Cédez le passage » ;
- Ligne discontinue d'effet des feux de circulation

Les Flèches :

- Flèche de rebattement
- Flèche de sélection unidirectionnelle
- flèche de sélection bidirectionnelle

Autre Marque :

- Marquage d'ilots séparation avec hauteur
- Marquage spécial pour stationnement ou aires d'arrêt d'appel d'urgence

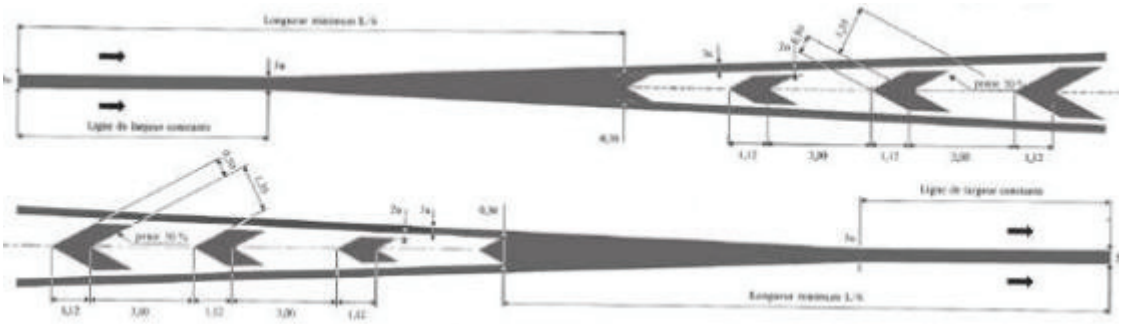
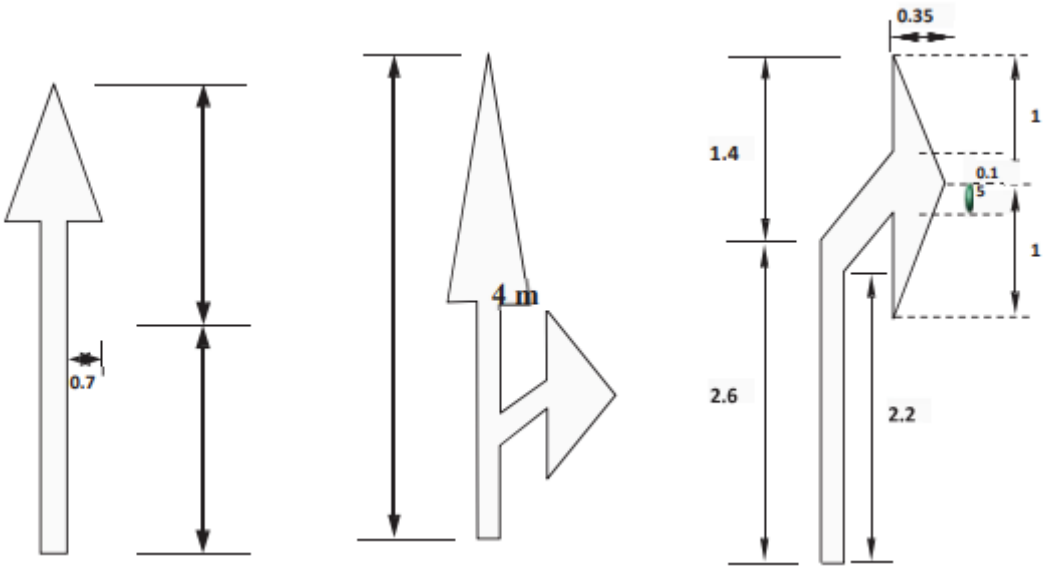
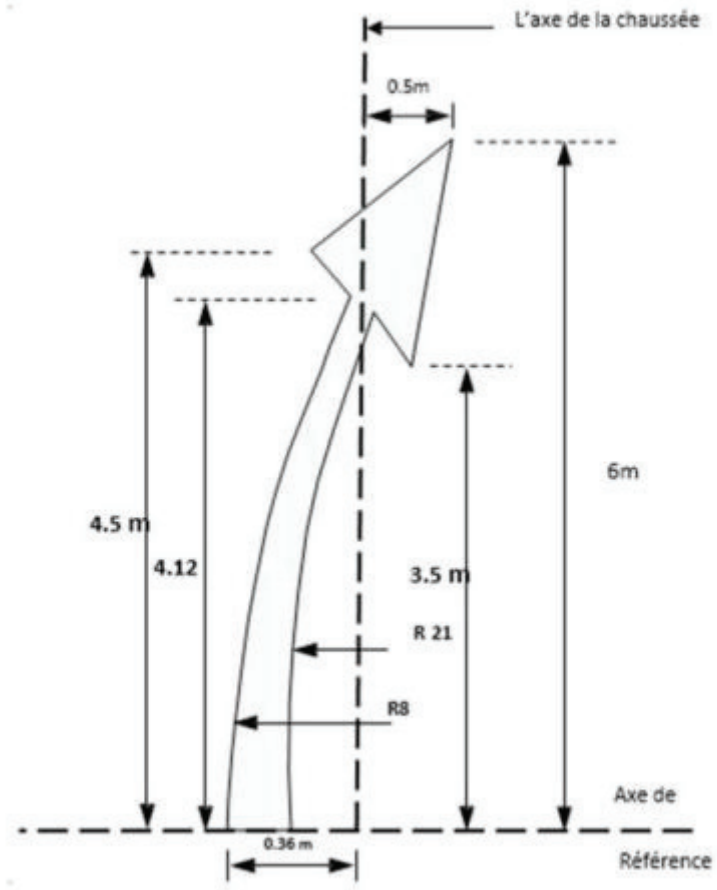


Figure XII.3. Schéma de marquage avec hachures.

Flèches de sélection :



Flèches de rebattement :



XII.1.5 Application au projet :

La signalisation utilisée pour notre route est :

XII.1.5.1 Signalisation horizontale :

• Une bande de guidage en ligne continue de largeur de 22.5cm du coté TPC.

• Marquage des séparations des voies avec une ligne discontinue type T1 de 15cm de largeur.

• Bande de guidage de type T2 de 22.5cm de largeur du côté accotement.

XII.1.5.2. Signalisation verticale :

Signalisation verticale :

- Signalisation d'interdiction ou de restriction (type B) ;
- Signalisation de priorité (type AB) ;
- Signaux d'avertissement de danger (type A) ;
- Panneau de signalisation.

Signalisation verticale :

Signaux d'avertissement de danger :



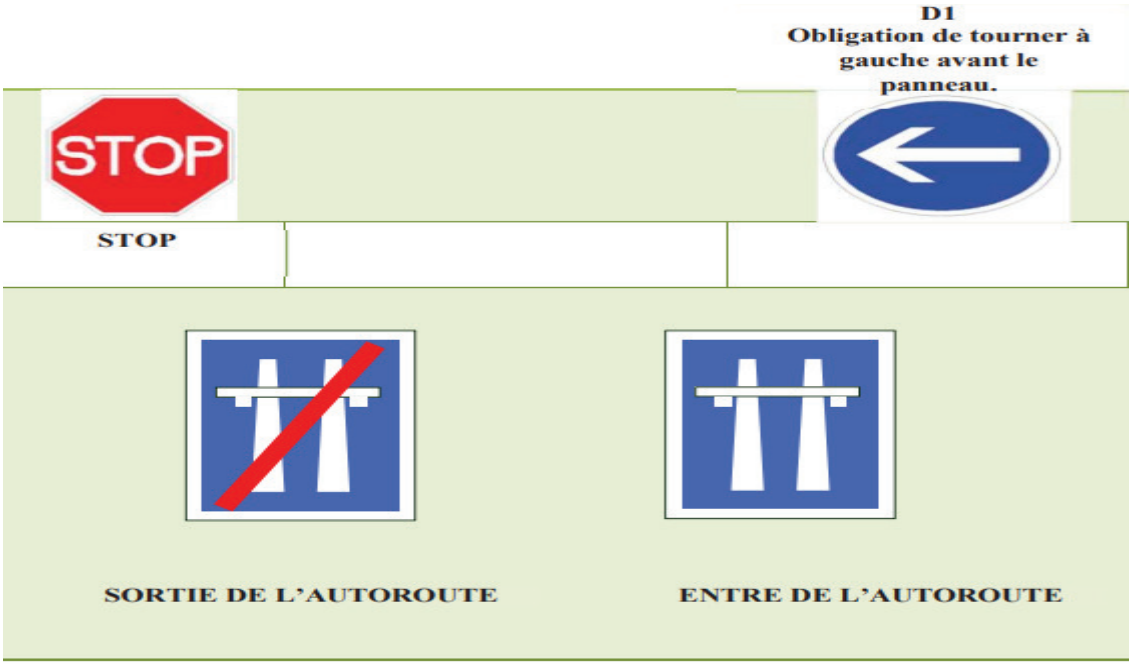
Signaux de priorité :



Signaux d'interdiction et d'obligation :



Autre Panneaux utilisé dans notre projet :



XII.2. Eclairage :

XII.2.1 Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

XII.2.2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.

• Eclairage des voies de cercle, catégorie C.

• Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage…) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

XII.2.3. Paramètres de l'implantation des luminaires :

• L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.

• La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

• La largeur (l) de la chaussée.

• La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.

• L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

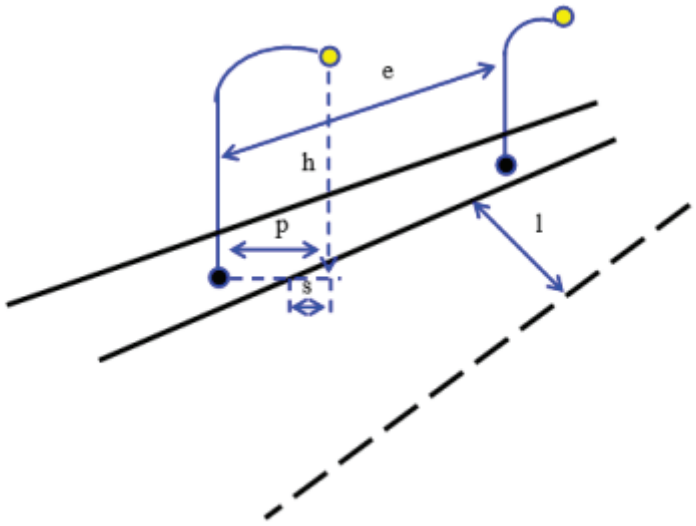


Figure XII.3. Paramètres de l'implantation des luminaires

XII.2.4. Application au projet :

Pour le système d'éclairage adopté à notre projet, uniquement certains points particuliers seront traités par un éclairage composé par des lampadaires disposé selon un espacement des supports variant entre 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express).

Chapitre VIII : Impact sur L'environnement

XIII. Impact sur l'environnement

XIII.1. Introduction :

L'impact sur l'environnement peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans le sens large du terme (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable advenant la non-réalisation du projet (Wathern, 1988). La réalisation du projet va donc entrainer une modification et une perturbation du système par rapport à l'état initial.

Cette étude permet d'analyser et d'évaluer les effets et les mesures par rapport à chacune des composantes environnementales d'un projet.

Les routes ont des impacts amplifiés sur l'environnement par la circulation des véhicules qui les empruntent : la construction et l'entretien des routes absorbent presque la moitié de la production nationale des granulats et presque un tiers des déchets routiers est mise en décharge, la circulation et les travaux routiers contribuent aux émissions nationales des CO2 ce qui provoque une fragmentation des écosystèmes.

Cadre juridique :

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

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement.
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

XIII.2 Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement :

L'étude d'impact sur l'environnement permet d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et d'essayer de proposer des compensations et remèdes pour limiter au maximum les effets négatifs de ce projet, cette étude vise à :

•Préserver les conditions de vie des générations futures.

•Préserver les espèces végétales et animales.

• Identifier et évaluer l'importance des impacts du projet sur le milieu physique, biologique, humain et sur le climat sonore et le paysage.

•Proposer des mesures qui visent à réduire les impacts négatifs du projet.

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

On a deux types d'impacts sur l'environnement : des impacts positifs et des impacts négatifs.

XIII.3.1. Impacts positifs :

On peut les classer en deux catégories :

XIII.3.1.1. Impacts positifs directes :

• L'amélioration des conditions de circulation

• L'amélioration de la sécurité routière : le dédoublement de la 3eme Rocade entre Nador et La commune de Tipaza va présenter des meilleures caractéristiques géométriques qui impliquent surement l'amélioration de la sécurité routière.

XIII.3.1.2. Impacts positives indirectes :

• Le développement du tourisme dans la région.

• Sur les activités socio-économiques et le développement régional par la création de nouveaux emplois : l'augmentation d'activités par la création d'emplois temporaires et permanents.

XIII.3.2. Impacts négatifs :

Les principaux impacts négatifs potentiels du projet concernent :

• Les coupures temporaires des réseaux (routes, eau, électricité,).

• Une consommation excessive des granulats.

• Les impacts négatifs sur l'agriculture, tout le projet traverse une zone agricole

• L'expropriation des propriétés bâties et les terres situées dans l'emprise du projet (une construction).

XIII.3.2.1. Impacts pendant la phase de travaux :

Milieu physique :

Pendant la phase de construction les impacts négatifs sur le milieu naturel sont en premier lieu les impacts classiques d'un chantier de construction de route dont :

• Les risques de contamination des sols et des ressources hydriques liés aux accidents probables avec des produits dangereux utilisés.

• Le risque de perte du couvert végétal et de dégradation de sols suite à l'exploitation des carrières et à l'installation des chantiers.

• Les émissions de poussières et les pollutions atmosphériques affecteront la qualité de l'air.
• Les nuisances acoustiques liées à la circulation des engins de chantier.

Milieu biologique :

• Risque d'incendie.

• Perturbations liées à l'introduction d'une barrière terrestre.

• Destruction ou perturbation de sites favorables aux différentes espèces.

Milieu humain :

• Manque à gagner pour les agriculteurs dont les terrains sont concernés par les travaux.

• Les surfaces d'emprise de terrains seront à exproprier et auront pour effet direct de réduire la production agricole (à rappeler que tout le projet traverse une zone agricole).

• Pendant la phase des travaux plusieurs arbres seront à abattre, une construction privée sera touchée et un certain nombre de personnes seront à déplacer.

• Impact visuel des chantiers et des bases de vie.

• Les bruits, les vibrations et les émissions constituent des impacts qui pourraient avoir une influence sur la santé des habitants proches de la route et des ouvriers.

• La circulation des camions et des engins de chantier pourra également causer des accidents.

XIII.4. Mesures réductrices et compensatoire :

XIV.4.1. Phases de chantier :

• Interdiction de stockage de produits polluants à proximité du Réseau hydrographique.

• Mise en place de dispositifs particuliers pour stocker ces produits en limitant les risques pour environnement.

• Les camions de matériaux doivent être bâchés pendant le transport pour réduire l'envol des poussières.

• Entretien, ravitaillement et nettoyage des engins sur des aires spécifiquement aménagées pour limiter les risques de dégradation de la qualité des eaux.

XIV.4.2. Phase Exploitation :

• Rétablissement des écoulements naturels avec des ouvrages dimensionnés pour les crues.

• Plantations d’espèces local adoptées aux milieux concernés, dans le cadre des aménagements paysagers.

• La mise en œuvre de terre végétale pour empêcher l’infiltration des polluants jusqu’aux eaux souterraines.

CONCLUSION :

Le projet a une taille modérée certes, mais vu sa localisation dans une région très sensible à l’environnement et les incidences environnementales difficilement maîtrisables ; nous recommandons aux autorités concernées de mettre un accent particulier sur l’évaluation des conditions environnementales menée pendant les visites par la mise en œuvre des mesures appropriées afin d’atténuer les impacts négatifs sur l’environnement.

Chapitre XV : Devis quantitatif et estimatif

XV. Devis quantitatif et estimatif :

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (Da)	Prix Total DA
1	Installation du chantier				
1.1	Installation du chantier	Fortait	1	3% (3+4+5)	21339378.00
	Total (1) :				21339378.00
2	Acquisition de terrain				
2.1	Acquisition de terrain	m2	61200	1000,00	61 200 000
	Total (2) :				61 200 000
3	Travaux préparatoire				
3.1	Déplacement des poteaux électriques de moyenne tension (MT).	U	3	200 000.00	600 000.00
3.2	Abattage d'arbres	U	29	4000.00	116 000.00
	Total (3) :				716000.00
4	Terrassement				
4.1	Décapage de la terre végétale e=30cm.	M^3	49549.3	400.00	19819720.00
4.2	Remblai en provenance y compris transport	M^3	1264988.3	600.00	758992980
4.3	Déblai mise en dépôt	M^3	19702.3	300.00	5910690
	Total (4) :				784723390
5	Chaussée				
5.1	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du (GNT) pour la couche de fondation	M^3	46040.9	3000.00	138122700
5.2	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du GBpour la couche de base	M^3	25570.3	7100.00	181549130
5.3	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre pour la couche de roulement en BB	M^3	8023.6	7000.00	56165200
5.4	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du matériau pour les accotements en (tuf)	M^3	156314.8	1200	187577760
5.5	TPC	M^3	27514.2	1500	41271300
	Total (5) :				604686090
6	Assainissement				

6.1	Fossés trapézoïdaux en béton	Ml	7800	7000.00	54600000.00
6.2	Buse Φ 1500 y compris Tête de buse	ml	58	36000	2088000
6.3	Ouvrage busé (Ø=1200)	ml	50	30000	15000000
6.4	Buse Φ 2000 y compris Tête de buse	ml	24	42000	1008000
6.5	Ouvrage busé (Ø=1800)	ml	60	40000	2400000
6.5	Dalots en béton armé	ml	67.2	65000.00	436800
	Total (6) :				75532800
7	Signalisation				
7.1	Signalisation horizontale	ml	25 600	150	3834000
7.2	Panneaux de signalisation verticale.	ml	120	20000	2400000
	Total (7) :				6234000
8	Equipement				
	L'éclairage public		7540	4200	31668000
9	Impact sur l'environnement (1% de 3+4+5)				7113126
10	Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	Forfait		3% (3+4+5)	21 33937800
				Totale	3919204986.00

Axe En Plan

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 1
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 04:45:29

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	78.16gr	79,656	0+000.000	455898,583	4045635,331
Clothoïde 1	Paramètre	-394,000	155,236	0+079.656	455973,598	4045662,126
Arc 1	Rayon	-1000.000 m	196,643	0+234.892	456121,049	4045710,534
	Centre X	456383.404 m				
	Centre Y	4044745.562 m				
Clothoïde 2	Paramètre	394,000	155,236	0+431.535	456314,640	4045743,195
Droite 2	Gisement	100.56gr	35,126	0+586.771	456469,811	4045745,844
Clothoïde 3	Paramètre	394,000	155,236	0+621.897	456504,936	4045745,535
Arc 2	Rayon	1000.000 m	175,802	0+777.133	456660,108	4045748,185
	Centre X	456591.343 m				
	Centre Y	4046745.818 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-394,000	155,236	0+952.935	456833,532	4045775,588
Droite 3	Gisement	79.49gr	162,330	1+108.171	456981,960	4045820,913
Clothoïde 5	Paramètre	-394,000	155,236	1+270.500	457135,934	4045872,321
Arc 3	Rayon	-1000.000 m	263,797	1+425.736	457284,363	4045917,645
	Centre X	457526.551 m				
	Centre Y	4044947.416 m				
Clothoïde 6	Paramètre	394,000	155,236	1+689.534	457545,727	4045947,232
Droite 4	Gisement	106.16gr	280,668	1+844.770	457700,531	4045936,234
Clothoïde 7	Paramètre	394,000	155,236	2+125.438	457979,885	4045909,109
Arc 4	Rayon	1000.000 m	631,323	2+280.674	458134,689	4045898,112
	Centre X	458153.865 m				
	Centre Y	4046897.928 m				
Clothoïde 8	Paramètre	-394,000	155,236	2+911.997	458728,490	4046079,511
Droite 5	Gisement	56.09gr	100,918	3+067.233	458850,721	4046175,140
Clothoïde 9	Paramètre	-394,000	155,236	3+168.151	458928,569	4046239,360
Arc 5	Rayon	-1000.000 m	501,234	3+323.387	459050,801	4046334,989
	Centre X	459625.426 m				
	Centre Y	4045516.573 m				
Clothoïde 10	Paramètre	394,000	155,236	3+824.621	459514,741	4046510,428
Droite 6	Gisement	97.88gr	318,909	3+979.857	459669,663	4046519,605
Arc 6	Rayon	2000.000 m	422,473	4+298.766	459988,396	4046530,221
	Centre X	459921.819 m				

	Centre Y	4048529.113 m				
Droite 7	Gisement	84.43gr	61,622	4+721.240	460406,022	4046588,611
				4+782.861	460465,811	4046603,530
Longueur totale de l'axe 4782.861 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 1
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 04:47:15

Elts Caractéristiques				Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente	-0.40 %	130,347	0+000.000	68,715
Parabole 1	Rayon	12000.000 m	173,744	0+130.347	68,188
	Sommet Absc.	0+178.872 m			
	Sommet Alt.	68.090 m			
Pente 2	Pente	1.04 %	19,714	0+304.090	68,743
Parabole 2	Rayon	5000.000 m	34,362	0+323.804	68,949
	Sommet Absc.	0+271.630 m			
	Sommet Alt.	68.677 m			
Pente 3	Pente	1.73 %	2,164	0+358.166	69,425
Parabole 3	Rayon	-4200.000 m	77,531	0+360.330	69,463
	Sommet Absc.	0+433.020 m			
	Sommet Alt.	70.092 m			
Pente 4	Pente	-0.12 %	30,790	0+437.861	70,089
Parabole 4	Rayon	-13000.000 m	104,386	0+468.651	70,054
	Sommet Absc.	0+453.668 m			
	Sommet Alt.	70.062 m			
Pente 5	Pente	-0.92 %	32,717	0+573.037	69,514
Parabole 5	Rayon	12000.000 m	118,008	0+605.754	69,214
	Sommet Absc.	0+715.940 m			
	Sommet Alt.	68.708 m			
Pente 6	Pente	0.07 %	69,161	0+723.762	68,711
Parabole 6	Rayon	12000.000 m	32,069	0+792.923	68,756
	Sommet Absc.	0+785.101 m			
	Sommet Alt.	68.753 m			
Pente 7	Pente	0.33 %	98,373	0+824.991	68,819
Parabole 7	Rayon	-12000.000 m	30,591	0+923.365	69,146
	Sommet Absc.	0+963.255 m			
	Sommet Alt.	69.213 m			
Pente 8	Pente	0.08 %	49,339	0+953.955	69,209
Parabole 8	Rayon	-12000.000 m	22,433	1+003.295	69,247
	Sommet Absc.	1+012.594 m			
	Sommet Alt.	69.251 m			
Pente 9	Pente	-0.11 %	292,527	1+025.728	69,244

Parabole 9	Rayon	12633.868 m	62,101	1+318.255	68,924
	Sommet Absc.	1+332.082 m			
	Sommet Alt.	68.916 m			
Pente 10	Pente	0.38 %	60,489	1+380.356	69,008
Parabole 10	Rayon	-13000.000 m	243,282	1+440.845	69,239
	Sommet Absc.	1+490.518 m			
	Sommet Alt.	69.334 m			
Pente 11	Pente	-1.49 %	532,184	1+684.127	67,893
Parabole 11	Rayon	12226.725 m	146,520	2+216.311	59,967
	Sommet Absc.	2+398.403 m			
	Sommet Alt.	58.611 m			
Pente 12	Pente	-0.29 %	626,332	2+362.831	58,663
Parabole 12	Rayon	13880.418 m	92,055	2+989.162	56,840
	Sommet Absc.	3+029.546 m			
	Sommet Alt.	56.782 m			
Pente 13	Pente	0.37 %	147,800	3+081.217	56,878
Parabole 13	Rayon	13000.000 m	240,869	3+229.017	57,428
	Sommet Absc.	3+180.623 m			
	Sommet Alt.	57.338 m			
Pente 14	Pente	2.23 %	10,575	3+469.886	60,556
Parabole 14	Rayon	-12000.000 m	200,924	3+480.461	60,791
	Sommet Absc.	3+747.473 m			
	Sommet Alt.	63.762 m			
Pente 15	Pente	0.55 %	250,458	3+681.384	63,580
Parabole 15	Rayon	-27999.348 m	386,190	3+931.843	64,959
	Sommet Absc.	4+086.047 m			
	Sommet Alt.	65.384 m			
Pente 16	Pente	-0.83 %	0,556	4+318.032	64,423
Parabole 16	Rayon	5000.000 m	62,027	4+318.588	64,418
	Sommet Absc.	4+360.015 m			
	Sommet Alt.	64.247 m			
Pente 17	Pente	0.41 %	69,191	4+380.615	64,289
Parabole 17	Rayon	-50592.940 m	247,019	4+449.806	64,574
	Sommet Absc.	4+658.246 m			
	Sommet Alt.	65.004 m			
Pente 18	Pente	-0.08 %	86,036	4+696.825	64,989
				4+782.861	64,923
Longueur totale de l'axe 4782.861 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 4783.013 mètre(s)					

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Nom du dessin HHDHDHD 34.dwg
Nom de l'axe PFE LAB - Axe 1
Table associée Aucune...
Date du listing 09/06/2023 à 04:48:29

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0+000.000	12,500	28,78	0,06	359,8	0,8	359,8	0,8
P02	0+025.000	25,000	21,83	0,87	545,7	21,7	905,5	22,5
P03	0+050.000	25,000	18,80	2,23	469,9	55,8	1375,4	78,4
P04	0+075.000	25,000	19,46	0,59	486,5	14,7	1861,9	93,1
P05	0+100.000	25,000	28,64	0,05	717,2	1,3	2579,0	94,4
P06	0+125.000	25,000	37,13	0,13	931,2	3,2	3510,2	97,6
P07	0+150.000	25,000	49,36	1,05	1240,0	26,2	4750,3	123,8
P08	0+175.000	25,000	38,61	5,25	973,1	130,1	5723,4	253,9
P09	0+200.000	25,000	38,75	2,30	977,6	56,7	6701,0	310,5
P10	0+225.000	25,000	33,00	3,94	834,5	96,9	7535,5	407,5
P11	0+250.000	25,000	22,37	10,68	567,3	263,2	8102,8	670,6
P12	0+275.000	25,000	10,56	19,07	268,3	471,1	8371,2	1141,7
P13	0+300.000	18,215	3,37	34,51	62,3	623,8	8433,5	1765,5
P14	0+311.430	12,500	1,38	56,61	17,4	703,6	8450,8	2469,1
P15	0+325.000	19,285	1,54	54,26	29,9	1038,3	8480,7	3507,4
P16	0+350.000	25,000	1,07	85,55	26,9	2124,8	8507,6	5632,2
P17	0+375.000	25,000	1,03	122,98	25,9	3058,9	8533,5	8691,1
P18	0+400.000	25,000	1,02	155,22	25,7	3864,5	8559,1	12555,6
P19	0+425.000	25,000	1,02	169,97	25,6	4232,4	8584,7	16788,0
P20	0+450.000	25,000	1,02	180,08	25,7	4488,4	8610,4	21276,4
P21	0+475.000	25,000	1,02	185,53	25,6	4628,2	8635,9	25904,5
P22	0+500.000	25,000	0,97	188,47	24,3	4705,0	8660,3	30609,6
P23	0+525.000	25,000	0,98	194,22	24,5	4851,3	8684,7	35460,9
P24	0+550.000	25,000	0,99	190,82	24,7	4768,5	8709,5	40229,4
P25	0+575.000	25,000	1,01	195,57	25,2	4888,8	8734,7	45118,2
P26	0+600.000	25,000	1,01	190,02	25,2	4750,5	8759,9	49868,6
P27	0+625.000	25,000	1,00	180,64	24,9	4516,3	8784,8	54384,9
P28	0+650.000	25,000	1,02	172,66	25,4	4317,7	8810,2	58702,6
P29	0+675.000	14,669	1,00	167,66	14,6	2461,0	8824,9	61163,6
P30	0+679.338	12,500	1,00	166,24	12,5	2079,7	8837,3	63243,3
P31	0+700.000	22,831	0,99	160,59	22,5	3670,8	8859,9	66914,1
P32	0+725.000	25,000	0,98	155,19	24,6	3886,0	8884,5	70800,1
P33	0+750.000	25,000	0,99	150,45	24,7	3770,1	8909,1	74570,2

P34	0+775.000	25,000	0,93	147,82	23,2	3705,3	8932,3	78275,5
P35	0+800.000	25,000	0,96	144,16	23,9	3615,3	8956,2	81890,8
P36	0+825.000	25,000	0,95	133,12	23,8	3338,4	8980,0	85229,2
P37	0+850.000	25,000	0,99	132,24	24,8	3316,5	9004,9	88545,7
P38	0+875.000	25,000	0,98	121,81	24,4	3055,7	9029,3	91601,4
P39	0+900.000	25,000	0,94	107,19	23,6	2689,9	9052,9	94291,2
P40	0+925.000	25,000	0,94	91,12	23,6	2287,9	9076,5	96579,1
P41	0+950.000	25,000	0,93	77,89	23,3	1956,9	9099,8	98536,1
P42	0+975.000	23,133	0,91	64,67	21,1	1502,5	9120,9	100038,6
P43	0+996.266	12,500	0,92	54,42	11,4	683,4	9132,3	100722,0
P44	1+000.000	14,367	0,97	52,12	13,9	752,0	9146,2	101473,9
P45	1+025.000	25,000	1,00	53,27	25,1	1335,7	9171,3	102809,7
P46	1+050.000	25,000	0,98	88,83	24,5	2223,4	9195,8	105033,1
P47	1+075.000	25,000	0,99	77,79	24,8	1946,1	9220,6	106979,2
P48	1+100.000	25,000	1,01	74,91	25,2	1872,9	9245,8	108852,1
P49	1+125.000	23,508	1,02	71,69	23,9	1685,3	9269,6	110537,4
P50	1+147.015	12,500	0,48	77,09	6,1	963,7	9275,7	111501,0
P51	1+150.000	13,992	1,02	67,06	14,3	938,4	9290,0	112439,4
P52	1+175.000	25,000	1,01	66,08	25,3	1652,0	9315,3	114091,4
P53	1+200.000	25,000	1,00	66,98	25,0	1674,6	9340,3	115765,9
P54	1+225.000	25,000	1,01	69,28	25,3	1732,0	9365,6	117498,0
P55	1+250.000	25,000	1,01	71,18	25,1	1779,5	9390,7	119277,4
P56	1+275.000	25,000	0,98	75,67	24,6	1891,7	9415,3	121169,1
P57	1+300.000	25,000	0,99	80,90	24,8	2021,6	9440,1	123190,7
P58	1+325.000	25,000	0,97	79,68	24,2	1989,6	9464,3	125180,3
P59	1+350.000	25,000	0,98	79,62	24,5	1986,5	9488,8	127166,8
P60	1+375.000	25,000	0,99	88,35	24,6	2203,5	9513,5	129370,3
P61	1+400.000	25,000	0,98	99,53	24,6	2481,5	9538,0	131851,8
P62	1+425.000	25,000	0,97	106,55	24,2	2655,4	9562,3	134507,2
P63	1+450.000	25,000	0,96	112,81	24,0	2810,2	9586,2	137317,4
P64	1+475.000	25,000	0,96	118,96	24,0	2964,3	9610,2	140281,7
P65	1+500.000	13,158	0,98	125,96	12,9	1652,1	9623,1	141933,8
P66	1+501.316	0,661	0,97	126,29	0,6	83,2	9623,7	142017,0
P67	1+501.322	11,842	0,97	126,29	11,5	1490,7	9635,2	143507,7
P68	1+525.000	24,339	1,00	136,92	24,4	3323,3	9659,6	146831,0
P69	1+550.000	25,000	0,98	138,38	24,5	3448,5	9684,1	150279,5
P70	1+575.000	25,000	0,97	146,66	24,3	3656,6	9708,4	153936,1
P71	1+600.000	25,000	0,98	154,00	24,6	3840,8	9733,1	157776,9
P72	1+625.000	25,000	0,98	151,72	24,4	3783,9	9757,5	161560,8
P73	1+650.000	25,000	0,97	156,27	24,3	3897,5	9781,7	165458,3
P74	1+675.000	25,000	0,97	153,47	24,3	3827,2	9806,0	169285,5
P75	1+700.000	25,000	0,97	147,08	24,2	3668,3	9830,2	172953,8
P76	1+725.000	25,000	0,96	148,22	24,1	3700,0	9854,3	176653,8
P77	1+750.000	25,000	0,96	150,11	24,0	3749,5	9878,3	180403,3
P78	1+775.000	25,000	0,98	156,30	24,5	3905,4	9902,8	184308,7
P79	1+800.000	25,000	1,00	160,76	25,0	4017,8	9927,8	188326,5
P80	1+825.000	25,000	1,02	162,54	25,5	4062,8	9953,3	192389,3
P81	1+850.000	25,000	0,99	146,47	24,8	3661,7	9978,2	196051,0
P82	1+875.000	25,000	1,00	147,60	24,9	3690,1	10003,1	199741,0
P83	1+900.000	25,000	0,99	159,36	24,8	3984,1	10027,9	203725,1
P84	1+925.000	25,000	1,01	161,77	25,2	4044,2	10053,1	207769,3
P85	1+950.000	25,000	1,00	160,56	25,0	4014,1	10078,1	211783,4

P86	1+975.000	25,000	1,02	157,34	25,4	3933,4	10103,6	215716,8
P87	2+000.000	25,000	1,02	154,46	25,6	3861,4	10129,2	219578,3
P88	2+025.000	25,000	1,02	153,98	25,5	3849,5	10154,7	223427,8
P89	2+050.000	25,000	1,00	153,54	24,9	3838,4	10179,6	227266,2
P90	2+075.000	25,000	1,00	156,92	25,1	3923,0	10204,8	231189,2
P91	2+100.000	25,000	0,99	161,89	24,7	4047,2	10229,4	235236,4
P92	2+125.000	25,000	1,00	167,70	25,0	4192,5	10254,4	239428,9
P93	2+150.000	25,000	1,00	173,28	25,0	4333,2	10279,4	243762,1
P94	2+175.000	25,000	1,00	181,33	25,0	4535,7	10304,4	248297,8
P95	2+200.000	25,000	0,97	188,00	24,3	4704,8	10328,7	253002,6
P96	2+225.000	25,000	1,01	191,53	25,3	4794,7	10354,0	257797,3
P97	2+250.000	25,000	0,98	190,02	24,6	4758,0	10378,5	262555,3
P98	2+275.000	25,000	1,00	180,38	25,0	4518,2	10403,6	267073,5
P99	2+300.000	25,000	1,01	174,85	25,3	4379,6	10428,8	271453,1
P100	2+325.000	25,000	1,00	176,13	25,0	4413,3	10453,8	275866,4
P101	2+350.000	25,000	1,02	173,98	25,5	4359,1	10479,3	280225,5
P102	2+375.000	25,000	0,99	165,51	24,9	4146,7	10504,2	284372,1
P103	2+400.000	25,000	0,96	161,36	24,0	4041,5	10528,1	288413,7
P104	2+425.000	25,000	0,97	163,82	24,2	4102,2	10552,3	292515,9
P105	2+450.000	15,649	0,96	171,15	15,1	2681,6	10567,4	295197,5
P106	2+456.298	12,500	1,00	180,58	12,5	2260,5	10579,9	297458,0
P107	2+475.000	21,851	1,02	173,09	22,3	3790,3	10602,2	301248,3
P108	2+500.000	25,000	1,00	168,91	25,0	4229,3	10627,2	305477,6
P109	2+525.000	25,000	1,00	180,42	24,9	4518,3	10652,1	309995,9
P110	2+550.000	25,000	1,00	186,95	25,0	4683,1	10677,2	314679,0
P111	2+575.000	25,000	0,99	188,33	24,7	4718,3	10701,8	319397,3
P112	2+600.000	25,000	1,01	195,36	25,3	4895,9	10727,2	324293,2
P113	2+625.000	25,000	1,02	195,86	25,6	4907,4	10752,7	329200,6
P114	2+650.000	25,000	1,00	193,87	25,1	4856,6	10777,8	334057,2
P115	2+675.000	24,631	1,04	189,74	25,6	4685,3	10803,4	338742,5
P116	2+699.263	22,375	0,99	139,44	22,2	3129,0	10825,7	341871,5
P117	2+719.750	12,869	0,91	125,21	11,7	1616,0	10837,4	343487,5
P118	2+725.000	15,125	0,94	129,66	14,2	1967,2	10851,6	345454,8
P119	2+750.000	25,000	0,97	172,66	24,3	4324,3	10875,8	349779,1
P120	2+775.000	25,000	0,99	176,81	24,6	4429,3	10900,5	354208,4
P121	2+800.000	25,000	0,99	176,21	24,7	4414,4	10925,2	358622,8
P122	2+825.000	25,000	1,00	174,49	24,9	4370,2	10950,1	362993,0
P123	2+850.000	25,000	0,99	165,54	24,8	4145,7	10974,8	367138,7
P124	2+875.000	25,000	0,99	158,97	24,8	3981,9	10999,6	371120,6
P125	2+900.000	22,115	1,08	153,77	23,9	3406,4	11023,5	374527,0
P126	2+919.230	12,500	0,99	146,30	12,3	1830,9	11035,8	376358,0
P127	2+925.000	15,385	0,98	142,74	15,1	2198,8	11050,9	378556,7
P128	2+950.000	23,433	1,00	126,40	23,5	2965,1	11074,5	381521,8
P129	2+971.865	12,500	1,00	112,30	12,5	1405,1	11087,0	382927,0
P130	2+975.000	14,067	1,00	109,80	14,1	1545,9	11101,0	384472,9
P131	3+000.000	22,783	0,95	88,95	21,6	2027,6	11122,6	386500,5
P132	3+020.565	12,500	1,05	88,18	13,1	1102,7	11135,7	387603,2
P133	3+025.000	14,717	1,04	89,34	15,4	1315,2	11151,1	388918,4
P134	3+050.000	25,000	1,00	88,21	25,1	2205,5	11176,2	391124,0
P135	3+075.000	25,000	1,02	87,66	25,6	2191,6	11201,8	393315,5
P136	3+100.000	25,000	1,01	88,75	25,2	2218,9	11227,0	395534,4
P137	3+125.000	25,000	1,01	90,18	25,3	2254,5	11252,3	397788,8

P138	3+150.000	25,000	1,00	93,40	24,9	2335,0	11277,2	400123,9
P139	3+175.000	25,000	1,00	99,75	24,9	2493,4	11302,1	402617,3
P140	3+200.000	25,000	0,99	101,78	24,7	2543,4	11326,8	405160,6
P141	3+225.000	25,000	0,99	104,45	24,6	2608,5	11351,5	407769,1
P142	3+250.000	24,904	0,98	106,11	24,4	2638,1	11375,9	410407,2
P143	3+274.809	12,500	0,96	99,32	12,0	1238,3	11387,9	411645,5
P144	3+275.000	12,596	0,96	99,27	12,1	1246,8	11400,0	412892,3
P145	3+300.000	25,000	0,95	89,54	23,9	2230,5	11423,8	415122,8
P146	3+325.000	25,000	0,97	81,49	24,2	2028,4	11448,0	417151,2
P147	3+350.000	25,000	0,98	76,59	24,6	1904,7	11472,6	419055,8
P148	3+375.000	25,000	0,99	71,84	24,7	1786,2	11497,3	420842,1
P149	3+400.000	22,184	0,98	67,06	21,9	1478,9	11519,2	422320,9
P150	3+419.369	12,500	0,95	67,35	11,9	836,5	11531,1	423157,5
P151	3+425.000	15,316	0,95	67,56	14,6	1027,9	11545,6	424185,4
P152	3+450.000	25,000	0,96	67,12	24,1	1666,2	11569,7	425851,6
P153	3+475.000	25,000	1,09	64,08	27,4	1590,1	11597,1	427441,7
P154	3+500.000	25,000	1,15	65,70	29,0	1629,7	11626,1	429071,5
P155	3+525.000	25,000	0,96	69,56	24,1	1725,8	11650,2	430797,3
P156	3+550.000	17,499	0,97	70,86	17,0	1230,9	11667,1	432028,2
P157	3+559.998	12,500	0,97	76,13	12,1	944,9	11679,3	432973,1
P158	3+575.000	11,992	0,97	83,97	11,7	1000,3	11691,0	433973,3
P159	3+583.982	12,500	0,97	88,61	12,2	1100,4	11703,2	435073,8
P160	3+600.000	20,509	1,01	94,96	20,8	1935,0	11724,0	437008,8
P161	3+625.000	25,000	1,05	98,33	26,3	2441,8	11750,3	439450,5
P162	3+650.000	25,000	0,97	88,44	24,2	2194,3	11774,5	441644,8
P163	3+675.000	25,000	1,00	80,81	25,2	2006,5	11799,7	443651,3
P164	3+700.000	25,000	1,39	78,18	35,1	1939,3	11834,8	445590,6
P165	3+725.000	25,000	1,17	73,82	29,4	1829,9	11864,2	447420,5
P166	3+750.000	25,000	0,95	83,97	23,8	2083,8	11888,0	449504,3
P167	3+775.000	25,000	0,91	91,40	22,8	2269,2	11910,9	451773,5
P168	3+800.000	25,000	0,89	95,91	22,3	2382,4	11933,2	454156,0
P169	3+825.000	25,000	0,95	101,50	23,8	2523,0	11956,9	456679,0
P170	3+850.000	25,000	0,91	100,06	22,9	2491,5	11979,9	459170,5
P171	3+875.000	25,000	0,97	116,75	24,3	2909,8	12004,1	462080,3
P172	3+900.000	25,000	0,91	118,52	22,8	2957,1	12026,9	465037,4
P173	3+925.000	25,000	0,92	126,89	23,1	3167,3	12050,0	468204,7
P174	3+950.000	25,000	0,98	140,88	24,5	3519,7	12074,5	471724,4
P175	3+975.000	25,000	0,99	156,03	24,8	3900,3	12099,3	475624,7
P176	4+000.000	16,381	0,95	161,04	15,6	2638,0	12114,9	478262,8
P177	4+007.762	12,500	0,44	173,07	5,5	2163,4	12120,5	480426,1
P178	4+025.000	21,119	0,95	172,92	20,0	3651,9	12140,4	484078,0
P179	4+050.000	25,000	1,00	190,18	24,9	4754,6	12165,3	488832,6
P180	4+075.000	25,000	1,03	230,99	25,8	5774,9	12191,1	494607,5
P181	4+100.000	25,000	1,27	215,66	31,7	5391,6	12222,8	499999,0
P182	4+125.000	25,000	1,24	219,11	31,1	5477,8	12253,9	505476,8
P183	4+150.000	25,000	1,21	215,77	30,2	5394,3	12284,0	510871,1
P184	4+175.000	25,000	1,24	260,51	31,1	6512,8	12315,1	517383,9
P185	4+200.000	25,000	1,13	172,83	28,3	4320,8	12343,4	521704,7
P186	4+225.000	25,000	0,89	159,50	22,2	3987,6	12365,6	525692,3
P187	4+250.000	25,000	0,86	129,25	21,6	3231,2	12387,1	528923,5
P188	4+275.000	25,000	0,97	143,75	24,1	3593,8	12411,3	532517,3
P189	4+300.000	25,000	1,12	99,80	27,9	2495,0	12439,1	535012,2

P190	4+325.000	25,000	0,96	72,23	23,9	1807,3	12463,0	536819,5
P191	4+350.000	25,000	1,35	67,04	33,7	1676,0	12496,7	538495,6
P192	4+375.000	25,000	0,97	29,88	24,3	747,1	12521,0	539242,7
P193	4+400.000	25,000	2,06	23,67	51,2	592,8	12572,3	539835,4
P194	4+425.000	25,000	5,83	5,18	144,6	130,2	12716,9	539965,6
P195	4+450.000	25,000	16,32	1,13	407,1	28,3	13124,0	539994,0
P196	4+475.000	25,000	18,70	7,66	463,7	192,4	13587,7	540186,3
P197	4+500.000	25,000	17,37	10,32	430,6	259,7	14018,4	540446,1
P198	4+525.000	25,000	13,22	16,66	327,5	419,0	14345,9	540865,0
P199	4+550.000	25,000	22,97	11,08	569,3	278,9	14915,2	541143,9
P200	4+575.000	25,000	16,86	9,74	418,0	245,2	15333,2	541389,1
P201	4+600.000	25,000	16,57	6,55	410,5	164,8	15743,6	541553,9
P202	4+625.000	25,000	34,03	0,75	844,9	18,9	16588,5	541572,8
P203	4+650.000	25,000	26,50	0,43	657,8	10,8	17246,4	541583,6
P204	4+675.000	25,000	11,18	7,65	277,1	192,2	17523,4	541775,8
P205	4+700.000	25,000	5,39	10,62	134,0	267,0	17657,4	542042,8
P206	4+725.000	25,000	1,52	19,46	37,9	487,2	17695,3	542530,0
P207	4+750.000	25,000	0,92	16,76	23,1	419,0	17718,4	542949,0
P208	4+775.000	16,431	3,32	47,56	54,5	781,4	17772,9	543730,4
P209	4+782.861	3,931	6,00	43,28	23,6	170,1	17796,5	543900,5