République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العمومية
فرنســيس جانســون
Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics
National School of Built and Ground Works Engineering
Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

Etude en APD de la pénétrante relient port de GHAZAOUET (TLEMCEN) à l'Autoroute Est-Ouest PK (40+000) PK-(50+000)

Présenté par :
MEKOUAR Hoceme Eddine

Encadré par :
Mr HATRI Amer

Proposé par :
ADA

Promotion 2023/2024

© ENSTP-FJ - Garidi – Vieux Kouba

Résumé.

Ce travail consiste à étudier un projet routier, sous-titre étude en APD de la pénétrante reliant le port de GHAZAOUAT (TLEMCEN) a l'autoroute EST-OUEST. La longueur totale de ce projet est de 50km.

Dans cette étude l'ADA (Algérienne Des Autoroutes) proposé le dernier tronçon de 10km du PK 40+000 au PK 50+000 avec la conception d'un 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.

Mots clés : étude en APD, Autoroute Trafic, géométrie, tracé routière, chaussé, Pénétrante autoroutière.

الملخص :

يتكون هذا العمل من دراسة مشروع طريق، عنوان فرعي دراسة APD *للمنفذ الذي يربط ميناء غزوات (تلمسان) بالطريق السيار شرق-غرب. ويبلغ الطول الإجمالي لهذا المشروع 50 كلم.*

في هذه الدراسة اقترحت ADA *(الطرق السريعة الجزائرية) مقطع الـ 10 كلم الأخير مع تصميم تقاطع.*

يتضمن العمل : دراسة مرورية لتبرير فائدة التطوير المخطط له؛ التصميم الهندسي: تخطيط المخطط، والشكل الطولي، والمقطع العرضي، واللافتات المناسبة؛ دراسة الجزء الجيوتقني وتفسير النتائج؛ تصميم أجسام الطرق دراسة الصرف الصحي على الطرق. دراسة تأثير المشروع على البيئة وأخيراً تقدير التكلفة الإجمالية للمشروع.

الكلمات المفتاحية: *دراسة* APD*، حركة المرور على الطرق السريعة، الهندسة، تخطيط الطريق، الرصيف، اختراق الطريق السريع.*

Abstract:

This work consists of studying a road project, subtitle study in APD of the penetrating linking the port of GHAZAOUAT (TLEMCEN) to the EAST-WEST highway. The total length of this project is 50km.

In this study the ADA (Algerian Autoroutes) proposed the last 10km section from PK 40+000 to PK 50+000 with the design of an interchange.

The work includes: A traffic study to justify the usefulness of the planned development; the design of the geometry: the plan layout, the longitudinal profile, the cross section and appropriate signage; the study of the geotechnical part and the interpretation of the results; the design of road bodies; the study of road sanitation; the study of the impact of the project on the environment and finally an estimate of the total cost of the project.

Key words: APD study, Highway Traffic, geometry, road layout, pavement, Motorway penetrating.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ALLAH Azza Wa Jal pour donner-moi le souffle de vie, la force, la santé et l'intelligence nécessaires pour accomplir ce travail.

Je voudrais tout d'abord remercier mon encadreur Monsieur HETRI amer d'avoir aidé et ses conseils durant ce travail.

Je remercie également aussi mes parents pour leur soutien moral et financier pendant mes études. A tous mes collègues, amis, et tous ceux qui m'ont aidé et soutenu de près ou de loin.

En second lieu, on tient à remercier tous les enseignants pour leurs efforts qu'ils n'ont cessé à fournir durant toute notre formation.

En fin, nous tenons également à remercier tout le personnel administratif de notre école pour les efforts qu'ils ont fourni pour nous assurer le bon déroulement de notre formation

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À ceux qui ont éclairé ma vie, ma très chère mère et mon cher père pour leur aide et leur soutien tout au long de mes études, et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. J'espère qu'un jour je serai capable de leur donner au moins le minimum, car quoi qu'on fasse, on n'arrivera jamais à leur rendre tout.

Je tiens également à dédier ce mémoire à mes frères Abd El Ouahid et Mohamed Amine,

À mes amis et à tous ceux qui me connaissent et qui m'ont toujours soutenu.

Aux amis de l'École des Travaux Publics.

SOMMAIRE

INTROODUCTION GENERALE 1
I)Présentation de projet 2
1)Introduction 2
2)Présentation de la wilaya de Tlemcen : 2
a)Situation géographique : 2
b)Relief : 3
c)Climat : 4
d)Hydrographie : 4
e)Démographie : 4
f)Réseau routier : 4
g)La zone d'influence du projet : 4
h)Démographie de la zone d'influence du projet : 5
3)Présentation du projet: 6
a)Site de projet 6
4)Objectifs du projet 6
5)Conclusion : 7
II)ETUDE DE TRAFIC 9
1)INTRODUCTION : 9
2)DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE RECENSEMENT DE TRAFIC : 9
a)Les comptages : 9
b)Les comptages automatiques : 9
c)Les comptages manuels : 9
d) Enquête Origine / Destination : 10
3)Résultats de l'étude de trafic : 10
a)Resultat Comptage automatique : 12
b)Resultat comptage manuel : 13
4)Calcul de capacité : 13
a)Calcul du TJMA mise en service : 14
b)Calcul du (TJMA) horizon : 15
c)Calcul de trafic effectifs à l'année mise en service 2025 : 15
d)Calcul du trafic effectif à l'année horizon 2045 : 15
e)Débit de pointe horaire normale en mise en service : 15
f)Débit de pointe horaire normale de l'année horizon : 16
g)Débit horaire admissible : 16
h)Calcul du nombre des voies : 16

i)Calcul de l'année de saturation : 17
5)Conclusion : 17
III)ETUDE GEOMETRIQUE 19
1)Introduction 19
2)L'objectif de l'ICTAAL 19
3)Choix de la catégorie 19
a)Paramètres géométriques. 19
4)Trace en plan 19
a)Règles à respecter dans le tracé en plan 20
b)Valeur des rayons 20
c)Enchainement des éléments du trace en plan 20
d)Raccordements progressifs 21
e)Application au projet : 21
5)PROFIL EN LONG 22
a)Introduction 22
b)Règles à respecter dans le profil en long 22
6)Les éléments géométriques du profil en long 23
a)Les alignements 23
b)Déclivité 23
c)Raccordement 23
d)Coordination de tracé en plan et profil en long 23
7)Application au projet 23
8)Profil en travers 24
a)Introduction 24
b)Profil en travers type 25
c)Profil en travers courant 25
d)Dévers 25
9)Les éléments du profil en travers 25
a)CHAUSSÉE 25
b)Le terre-plein central 25
c)Bande dérasée de gauche (B.D.G) 25
d)La bande médiane BM 25
e)Accotements 25
f)La bande d'arrêt d'urgence BAU 25
g)La berme 26
10)Application au projet 26
IV)CHAPITRE IV LES CUBATURES 28

1)INTRODUCTION 28
2)Définitions 28
3)Méthode de calcul utilisée 28
4)Les résultats du calcul des cubatures sont joints en annexe .....
V)ETUDE GEOTECHNIQUE 31
1)INTRODUCTION : 31
2)Objectifs de l'étude géotechnique 31
3)CONTEXTE GEOLOGIQUE : 31
a)Description des principaux terrains 31
b)Climat et hydrogéologie : 31
c)Sismicité et Degré de vulnérabilité : 31
4)Les moyens de la reconnaissance 33
a)In-Situ : 33
b)En laboratoire : 34
5)Résultats et interprétations des essais Géotechnique 35
a)In-Situ : 35
b)En laboratoire : 37
6)UNITES GEOTECHNIQUES DU TERRAIN 43
7)Conditions de réutilisation 45
8)CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 45
VI)Dimensionnement du corps de chaussée 48
1)Introduction : 48
2)Structure de la chaussée 48
3)Facteurs a considéré dans le dimensionnement 48
4)Méthode du catalogue du dimensionnement des chaussées neuves : 48
5)Application de la méthode dans notre projet : 50
a)Choix du niveau de réseau principal : 50
b)Détermination de la classe de trafic TPLi : 51
6)Détermination de la portance de sol-support de chaussée : 51
a)Sur classement de sol support : 52
7)Choix de la couche de roulement : 52
a)Donnée de dimensionnement : 52
8)Les données climatiques 52
9)Prédimensionnement de la chaussée : 53
10)Calcul du trafic cumule équivalent : 54
11)Calcule de déformation admissible sur le sol-support (εz, ad) : 55
12)Calcul de sollicitation admissible des MTB (εt, ad) : 55

13)Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC 56
14)Ajustement des épaisseurs : 57
15)Conclusion 58
VII)Assainissement 60
1)Introduction 60
2)Objectifs de l'assainissement routier 60
3)Les réseaux de canalisation longitudinaux 60
4)Les ouvrages transversaux 61
5)Critère de choix 61
6)Dimensionnement des ouvrages d'assainissement 62
a)Le débit d'apport : 62
b)Détermination de l'intensité 62
c)La période de retour 63
d)Le temps de concentration 64
e)Coefficient de ruissellement 'C' 64
7)Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet : 65
a)Caractéristiques des bassins versants 65
b)Données climatiques 66
c)Calcul du débit d'apport 66
d)Coefficient de Ruissellement 66
8)Dimensionnement des buses 67
a)Le débit de saturation 67
b)Les conditions d'auto-curage : 68
9)Dimensionnement des dalots 69
a)Prédimensionnement 69
b)Application au projet : 70
10)Tableau récapitulatif des ouvrages d'assainissement transversal : 71
11)Dimensionnement des fossés à projeter sur le projet 71
a)Calcul de débit d'apport Qa : 72
b)Calcul du débit de saturation (Qs) 72
VIII)CONCEPTION D'ECHANGEUR 75
1)Introduction 75
2)Les Types d'échangeur 75
a)Echangeur majeur 75
b)Echangeur mineur 75
3)Choix du type de l'échangeur 75
4)Caractéristiques géométriques des bretelles 76

5)Tracé en plan des bretelles 76
a)Enchainement des éléments du tracé en plan 76
b)Raccordement progressif 76
6)Profil en long des bretelles 76
7)Profil en travers des bretelles 77
8)Raccordement avec l'autoroute 78
9)La zone de décélération 78
a)Le dispositif de sortie comporte successivement : 78
b)La zone d'accélération 78
10)Visibilité 79
a)Visibilité sur une entrée d'autoroute 79
b)Visibilité sur une sortie d'autoroute 79
IX)SIGNALISATION 82
1)Introduction 82
2)Règle et l'objectif de la signalisation routière 82
a)Règle à respecter pour la signalisation 82
b)L'objectif 82
3)Catégories de signalisation 82
4)Types de signalisation 83
a)Signalisation horizontale 83
b)Signalisation verticale 85
X)ETUDE D'IMPACT 88
1)INTRODUCTION 88
2)Cadre juridique : 88
3)OBJECTIFS D'UNE ÉTUDE D'IMPACT 88
4)Composantes environnementales et enjeux locaux : 88
a)MILIEU PHYSIQUE 88
b)MILIEU BIOLOGIQUE 88
c)MILIEU HUMAIN 89
5)Impact du projet sur l'environnement 89
a)Impacts positifs 89
b)Impacts négatifs 89
6)Mesures prises pour minimiser les impacts : 89
a)Mesure prévue pendant la phase de construction 90
b)Mesure prévue pendant la phase d'exploitation 90
7)CONCLUSION 90
XI)Devis quantitative estimative 92

XII)Conclusion générale..... 95
XIII)BIBLIOGRAPIE 96

LISTE FIGURES

Figure-I-1 Localisation de la wilaya de Tlemcen. 2
Figure I-2 Localisation de la wilaya de Tlemcen. 2
Figure -I-3 Carte de limites administratives (wilaya de Tlemcen). 3
Figure -I-4 Croissance démographique de la zone d'influence du projet 5
Figure-I-5 Localisation du projet 6
Figure 2- 1 Programme de la campagne de recensement de trafic dans la ZIP 10
Figure 2- 2 Localisation des postes de comptages et d'enquêtes OD 12
Figure 2- 3 Comptage manuel dans la zone d'influence du projet 13
Figure 3- 1 Les éléments du tracé en plan. 20
Figure 3- 2 Eléments de profil en travers type. 26
Figure 4- 1 Schématisation des surface déblais et remblai sur Profil en travers mixte. 28
Figure 5- 1 Carte de zonage sismique de territoire national – RPA99 32
Figure 6- 1 La demarche de catalogue 50
Figure 6- 2 Choix de dimensionnement de la chaussée avec le fascicule 3 54
Figure 6- 3 Valeurs du coefficient d'agressivité A. 55
Figure 6- 4 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC). 57
Figure 6- 5 ajustement des épaisseurs avec le logiciel ALIZE III 58
Figure 7- 1 Les ouvrages transversaux 61
Figure 7- 2 Courbes IDF de la station pluviométrique de TLEMCEN 63
Figure 7- 3 Dimensions d'un Dalot 69
Figure 7- 4 schémas des caractéristiques géométrique du faussée 73
Figure 7- 5 Dimensions d'un fossé. 73
Figures 8- 1 les différents types d'échangeurs 75
Figures 8- 2 Profile en travers type Bretelle d'échangeur 1 voie 77
Figures 8- 3 Profile en travers type Bretelle d'échangeur 2 voie bidirectionnelle 78
Figures 8- 4 Dispositif de sortie de l'autoroute 78
Figures 8- 5 Dispositif d'entrée de l'autoroute 79
Figures 8- 6 conception en plan d'échangeur 80
Figures 9- 1 Modulation des lignes discontinues 84
Figures 9- 2 Les caractéristiques des lignes discontinues 84
Figures 9- 3 Types de marquages longitudinaux 85
Figures 9- 4 panneaux de signalisation d'obligation et interdiction 85
Figures 9- 5 panneaux triangulaires de danger 85
Figures 9- 6 panneaux de signalisation de direction 86

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1 Réseaux routiers dans la wilaya de Tlemcen 4
Tableau 2- 1 Programme de la campagne de recensement de trafic dans la ZIP 11
Tableau 2- 2 Comptage automatique dans la zone d'influence du projet 12
Tableau 2- 3 Coefficient d'équivalence. 14
Tableau 2- 4 Les valeurs de K1. 14
Tableau 2- 5Les valeurs de K2. 14
Tableau 2- 6 Les valeurs de la capacité théorique 16
Tableau 3- 1 les valeurs limites des rayon (trace en plan) 20
Tableau 3- 2 tableau récapitulatif de tracer 21
Tableau 3- 3 Tableau de la position des ouvrages d'art 22
Tableau 3- 4 Valeur limites des paramètres de profil en long 24
Tableau 3- 5 Tableau récapitulatif de projet 24
Tableau 3- 6 caractéristiques géométriques de profil en travers 26
Tableau 5- 1 Liste des viaducs 32
Tableau 5- 2 Lithologie des sondages carottés (Route) 35
Tableau 5- 3 Résultats de puits de reconnaissance 36
Tableau 5- 4 Résultats des essais physiques 37
Tableau 5- 5 Résultats des essais œdométriques 40
Tableau 5- 6 Résultats de l'essai Proctor 40
Tableau 5- 7 Résultats des essais de cisaillement direct 41
Tableau 5- 8 Résultats de CBR 42
Tableau 5- 9 Résultats de analyse chimique des sols 42
Tableau 5- 10 Caractéristiques géotechniques des alluvions 43
Tableau 5- 11 Caractéristiques géotechniques de Marne 44
Tableau 6- 1 Classe de trafic poids lourd 51
Tableau 6- 2 Classe de sol support 51
Tableau 6- 3 tableaux de sur classement de sol support 52
Tableau 6- 4 Choix des températures équivalents 53
Tableau 6- 5 tableau récapitulatif des résultats de calcul de sollicitation 56
Tableau 6- 6 Résultat de calcul et vérification 57
Tableau 7- 1 La station de TLEMCEN. 63
Tableau 7- 2 valeurs des coefficients de Strickler. 65
Tableau 7- 3 Caractéristiques des bassins versants. 65
Tableau 7- 4 Valeurs des paramètres de Montana 66
Tableau 7- 5 Valeurs des Coefficient de Ruissellement 66
Tableau 7- 6 Résultats de calcul des débits. 67
Tableau 7- 7 Les ouvrages proposés 69
Tableau 7- 8 Les solutions proposées 71
Tableau 7- 9 tableau récapitulatif de tous les ouvrages hydrauliques 71
Tableau 7- 10 les sous basins versant de la chausse 72
Tableau 7- 11 Résultats des calculs 72
Tableau 8- 1 Valeurs du profil en long 76
Tableau 11- 1 Devis quantitative estimative 92

INTROODUCTION GENERALE

En Algérie, le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de **80%** du trafic marchandises et voyageurs. La croissance socio-économique impose la préservation et la rénovation de ses moyens de communication notamment dans le domaine des infrastructures routières.

Dans ce cadre, plusieurs projets de routes sont en cours de réalisation au niveau national, Donc, le présent projet sujet d'étude est « La pénétrante autoroutière Port de Ghazaouat - L'autoroute Est-Ouest »

Cette pénétrante permettra de réaliser un développement équilibré du territoire national en favorisant le développement économique régional.

Notre sujet de projet de fin d'étude a été proposé par l'Algérienne Des Autoroutes « **ADA** » consiste à faire un tracé routier de la liaison autoroutier reliant le port de Ghazaouat à l'autoroute Est-Ouest sur un tronçon de **10 km** (à partir de **PK 40+000** jusqu'à **PK 50+000**)

En conclusion, cette mémoire de fin d'études vise à approfondir les connaissances sur l'étude d'un tronçon routier spécifique en prenant en compte ses caractéristiques, ses contraintes et ses perspectives d'amélioration. À travers une approche multidisciplinaire, cette recherche contribuera à l'amélioration des infrastructures routières et à la promotion d'un développement durable et équilibré

Chapitre 1
Présentation de projet

I) Présentation de projet

1) Introduction

Le développement d'un pays est tributaire de la qualité de ses infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale, pour faciliter les déplacements et assurer les différents échanges commerciaux soit dans la wilaya même, soit avec les autres wilayas voisines.

Dans ce cadre l'Algérienne des autoroutes réalise la nouvelle liaison autoroutière entre le port de Ghazaouat (La wilaya de Tlemcen) et l'autoroute Est-Ouest plus précisément au niveau de la région de Hammam Boughrara

2) Présentation de la wilaya de Tlemcen :

a) Situation géographique :

La wilaya de Tlemcen se situe au Nord-Ouest de l'Algérie et dispose d'une façade maritime de 74 Km. Elle a une superficie totale de 9017,69 km² (qui représente 0,38% de la superficie totale du pays). Elle est l'une des plus importantes du pays par sa position géographique.

La wilaya de Tlemcen est délimitée par :

-La côte méditerranéenne au nord ;
-Le Maroc à l'ouest ;
-La wilaya de Nàama au sud ;
-Les wilayas de Sidi Bel-Abbes et Ain Timouchent à l'est.

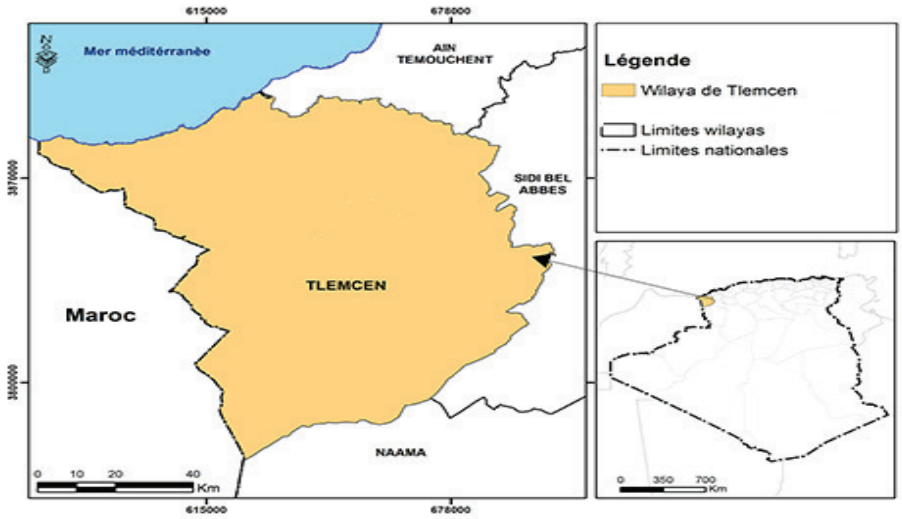


Figure-I-1 Localisation de la wilaya de Tlemcen.

La wilaya de Tlemcen est composée de 20 Daïras réparties en 53 communes. Les daïras les plus importantes sont justement situées dans la zone d'influence du présent projet, à savoir : Ghazaouat, Hennaya, Fellaoucène et Nadroma

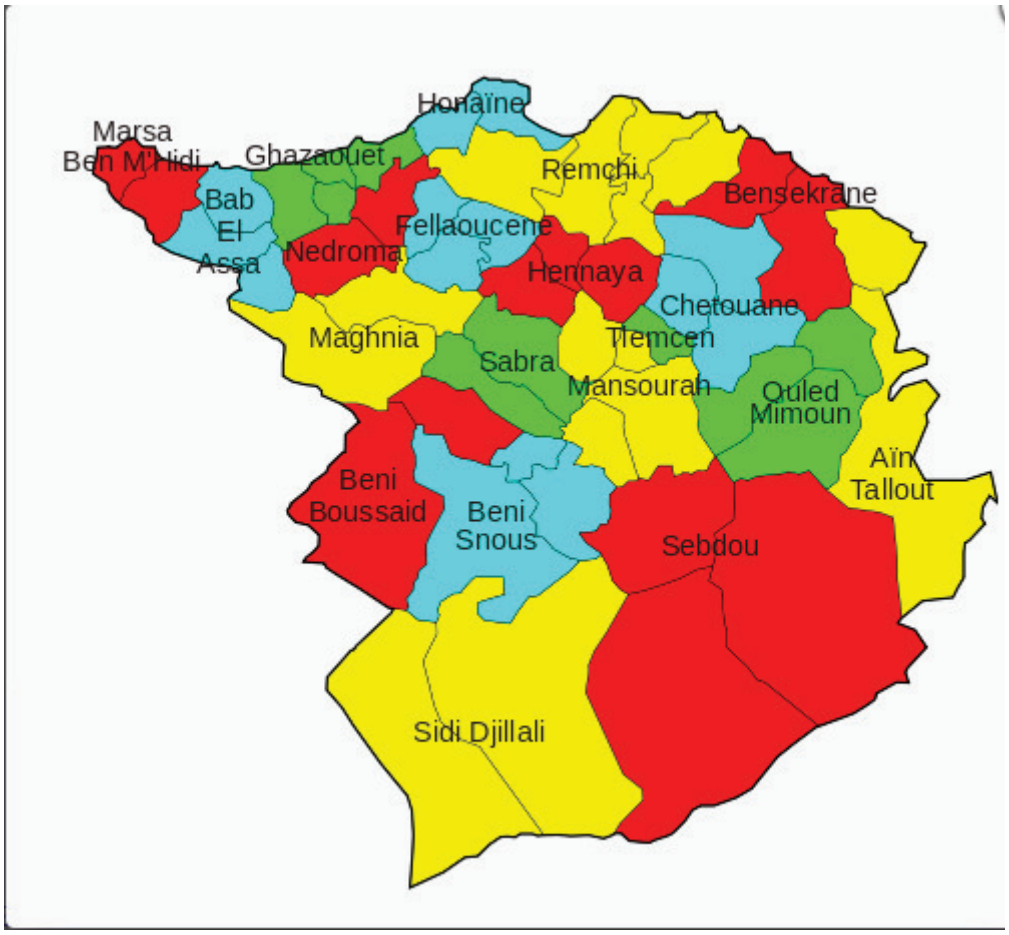


Figure -I-3 Carte de limites administratives (wilaya de Tlemcen).

b) Relief :

De par sa situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente des grandes unités des paysages du nord au sud. Elle est composée :

-Au Nord-Ouest, par une zone des Traras, constituée par une chaine côtière de montagnes très peuplées. Les forêts sont rares et des reboisements occupent la partie centrale autour du Mont Fillaoucène.

-A l'Est de la Tafna se trouvent les Monts de Sebaa Chioukh, régions des collines cultivées à faible densité de population.

-Le centre de la wilaya est occupé d'Est en Ouest par une zone montagneuse boisée : les monts de Tlemcen, ces montagnes constituent à la fois une réserve forestière relativement importante avec des forêts de chêne liège, de chêne zens, de pin d'Alep et de château d'eau de l'Algérie occidentale grâce à son sous-sol constitué de grés et de dolomies calcaires. Cette zone montagneuse et forestière représente avec ses vallées et des dépressions 28 % de la superficie de la wilaya. Entre ces deux massifs montagneux s'étend d'ouest en Est une succession de plaines et de plateaux drainés par des cours d'eau importants prenant naissance pour la plupart dans les monts de Tlemcen.

-A l'Ouest, la plaine de Maghnia est bordée au Nord par Oued Mouilah. Constituée en majorité de bons sols, cette plaine de faible altitude (400 m) protégée de l'influence marine par les Traras, bénéficie d'un climat continental aride (pluviométrie inférieure à 400 mm), mais elle dispose d'une nappe importante

- Enfin, au Sud une zone steppique, géographiquement rattachée aux Hauts plaines occidentales.

c) Climat :

La zone du projet est caractérisée par un climat méditerranéen, repose sur l'opposition entre froid et humide en hiver, tempéré en printemps et chaud et sec en été.

Elle se subdivise en deux parties :

- La plaine côtière de Ghazaouet jusqu'aux hauteurs de Nedroma dispose d'un climat méditerranéen maritime où les précipitations annuelles sont de l'ordre de 400 à 500 mm par an.
- La deuxième partie correspondant à l'autre versant de la montagne ou le tracé traverse la vallée de l'oued Tafna peut être classée en climat méditerranéen à caractère semi-aride où les précipitations annuelles sont de l'ordre de 250 à 450 mm par an.

d) Hydrographie :

La Wilaya de Tlemcen dispose d'un réseau hydrographique significatif composé de cours d'eau et de ressources en eaux souterraines et de surface.

Les principaux cours d'eau sont l'Oued Tafna, l'Oued Isser.

e) Démographie :

La population totale de la wilaya est de **949 135** habitants, soit une densité de **106,6** habitants/Km2.

f) Réseau routier :

La wilaya de Tlemcen compte 4188 km de routes, réparties comme suit :

Tableau I-1 Réseaux routiers dans la wilaya de Tlemcen

Désignation	KM
Autoroute Est-Ouest	100
Route Nationales	764
Chemins de Wilaya	1190
Chemins communaux	2134

g) La zone d'influence du projet :

La zone d'Influence du Projet (ZIP), regroupe le territoire géographique délimité par les infrastructures routières fonctionnelles, elle s'étend aux wilayas avoisinant la wilaya de Tlemcen à proximité de la connexion avec l'autoroute Est-Ouest.

Dans la zone d'influence du projet, la RN 98 est le principal axe routier Est-ouest qui relie Tlemcen à Ghazaouet. Entre Ghazaouet jusqu'à Hennaya, la RN 98 affiche une longueur de 59,2Km.

Les traversées d'agglomérations sont nombreuses, de l'est à l'Ouest, les plus importantes (Ghazaouet, Hennaya, Nedroma, Fellaoucène). La RN 98 traverse notamment les localités suivantes :

- Sidi Amar.
- Dar Bentata.
- Boukio
- Zenata
- Hennaya.

Ces traversées d'agglomérations influent sur les temps de parcours, la sécurité et les nuisances de circulation en ville.

La zone d'influence du projet est traversée verticalement par des routes nationales telles que :

- **RN 7AA :** relie Ghazaouet à Maghnia (AEO), en passant par Souhlia.
- **RN 35 :** relie Remchi à l'Autoroute est Ouest.
- **RN 99 :** relie Ghazaouet à Maghnia, en passant par Nedroma.

Notre zone d'influence directe, elle s'étend à la région où le trafic majeur émis et reçu par la future liaison de raccordement est observé, ce qui nous mène à limiter à la wilaya de Tlemcen, plus particulièrement les agglomérations les plus importantes (Ghazaouet, Hennaya, Nadroma, Fellaoucène), et d'analyser ses caractéristiques socioéconomiques en vue de constater l'évolution des paramètres démographiques et économiques qui influent l'état de l'infrastructure en projet.

h) Démographie de la zone d'influence du projet :

La population des daïras de la zone d'influence du projet, à savoir les daïras de : Ghazaouet, Nedroma, Hennaya et Fellaoucène, représentent 17% de la population totale de la wilaya.

Ghazaouet est la daïra la plus peuplée de la ZIP, près de 68 485 habitants en 2015, la daïra s'étend sur 177 km² soit 394 habitants par 1 km².

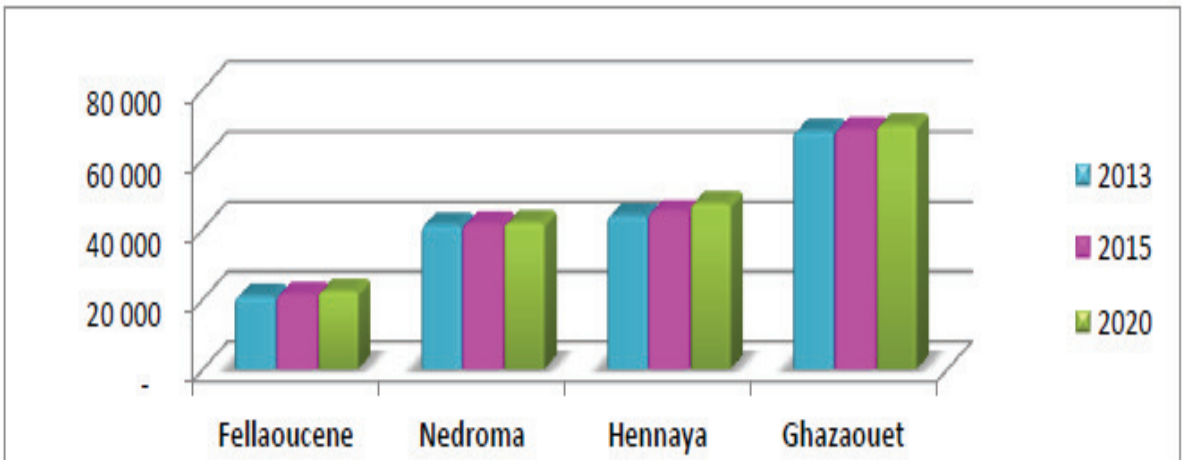


Figure -I-4 Croissance démographique de la zone d'influence du projet

3) Présentation du projet:

a) Site de projet

Le présent projet dénommé Réalisation de la liaison autoroutière relient le port de Ghazaouet a l'autoroute Est-Ouest, le projet est divisé en deux tranches, une 1ère tranche du PK0+000 au PK 11+600 et une 2ème tranche du PK 11+600 au PK 50+068, en assurant le raccordement avec l'AEO, à travers un nouvel échangeur projeté au niveau du PK50+068 « Ouled Rayah », selon l'APD initial. Notre étude concernant la clôture du projet global de la liaison autoroutière qui débute au PK40+000 et se prolonge jusqu'au PK50+000 sur un linéaire de 10 km, il se trouve parallèle au village du Ouled Rayah.



Figure-I-5 Localisation du projet

4) Objectifs du projet

L'objectif principal de la réalisation de la pénétrante autoroutière est :

- Offrir une capacité suffisante répondre à la demande de transport
- Assurée la sécurité et diminuer le nombre d'accidents.
- Stimuler le développement économique des régions de Tlemcen.

- Réduire considérablement les temps de parcours en assurant le confort des usagers
- La construction de cette liaison autoroutière favorisera le développement socio-économique des zones desservies
- Réaliser le meilleur tracé possible.

5) Conclusion :

Après avoir savoir toutes les caractéristiques de wilaya en générale et le site de projet, il faut concevoir l'infrastructure en tenant compte les données géotechniques et hydrologique et hydraulique pour éviter les problèmes techniques qui pourront trouver durant l'exécution des travaux.

Chapitre II
ETUDE DE TRAFIC

II) ETUDE DE TRAFIC

1) INTRODUCTION :

L'objectif de l'étude de trafic est de déterminer le trafic actuel et futur sur le réseau routier de la zone d'influence du projet dans les situations « sans et avec projet », et de définir la structure et la nature des échanges entre les principaux pôles d'émission et d'attraction de la région.

Elle s'appuiera d'une part sur les données du trafic antérieur disponibles, réalisés régulièrement dans la zone d'influence du projet.et d'autre part sur les résultats d'une campagne de recensement de trafic réalisée sur les principaux axes routiers de la zone d'influence du projet.

2) DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE RECENSEMENT DE TRAFIC :

Pour les besoins de l'étude, une campagne de recensement de trafic a été organisée sur les principaux axes d'accès de la zone d'influence du projet, cette campagne a pour objectif de déterminer le volume et la composition du trafic actuel et d'établir des matrices (origine /destination).

Le programme de la campagne de recensement de trafic a comporté :

- Des comptages automatiques
- Des comptages manuels
- Des comptages directionnels aux carrefours
- Et des enquêtes (Origine – Destination)

a) Les comptages :

C'est l'élément le plus important de l'étude de trafic, on distingue :

b) Les comptages automatiques :

Le comptage routier automatique consiste à recenser les véhicules sur un axe routier simple ou double sens. Les résultats de ces comptages sont fournis par sens, par classe de véhicule et sont échantillonnés toutes les heures.

Le comptage routier automatique en section est le plus souvent effectué sur une période de plusieurs jours, de l'ordre de 1 à 2 semaines à l'aide des matériels de mesure.

Afin d'avoir des éléments fiables sur le Trafic Moyen Journalier les jours de pointes, le week-end, etc...

c) Les comptages manuels :

En parallèle au comptage automatique, des agents recenseurs effectuent un comptage manuel de classification à différentes périodes de la journée, ils sont équipés de feuilles de comptage sur lesquelles ils reportent le nombre de véhicules par catégorie, qui permet donc de connaitre le pourcentage du poids lourd.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

d) Enquête Origine / Destination :



Figure 2- 1 Programme de la campagne de recensement de trafic dans la ZIP

L'enquête qui s'est déroulée sur une période de 12 heures (de 08 h à 20 h), a consisté essentiellement à déterminer :

- Les origines et destinations des déplacements
- Les motifs de déplacement des conducteurs et passagers
- Taux d'occupation des véhicules
- Le nombre d'échange interzone en termes de passagers

Un comptage manuel en section courante, distinguant le sens, type et la tranche horaire, a été placé en même temps que le déroulement de l'enquête pour extrapoler les résultats de la matrice primaire de l'enquête. Ces résultats par poste nous permettent d'analyser les pôles attracteurs et générateurs de trafic et les couples origine – destination les plus significatifs.

Durant le traitement des formulaires, deux (02) enregistrements seulement ont été rejetés au motif : origine du voyage non précisée.

3) Résultats de l'étude de trafic :

Le programme de la campagne prévu était préliminaire, une fois sur terrain et après une reconnaissance détaillée du réseau de la zone d'influence du projet, un programme a été arrêté.

Ci-après, la localisation des postes :

Tableau 2- 1 Programme de la campagne de recensement de trafic dans la ZIP

Localisation du poste	
Axe	**Position du poste**
A. Comptages automatiques	
RN 98	A l'entrée de Ghazaouet
RN 7AA	Au niveau de Souahlia
RN 99	Entre Ghazaouet et Nedrouma
RN 98	Au PK 29
RN 35	Au niveau de Ain El Fetah
RN 98	Au niveau de Zenata
RN 22	Au niveau de Hennaya
B. Enquêtes O/D + comptage manuel en ligne	
RN 7AA	Au niveau de Souahlia
RN 98	Au niveau de Boukiou
RN 35	Au sud de l'intersection N35-N98
C. Comptage manuel en ligne	
RN 7AA	Au niveau de Souahlia
RN 98	Au niveau de Boukiou
RN 35	Au sud de l'intersection N35-N98
RN 35	Au nord de l'intersection N35-N99

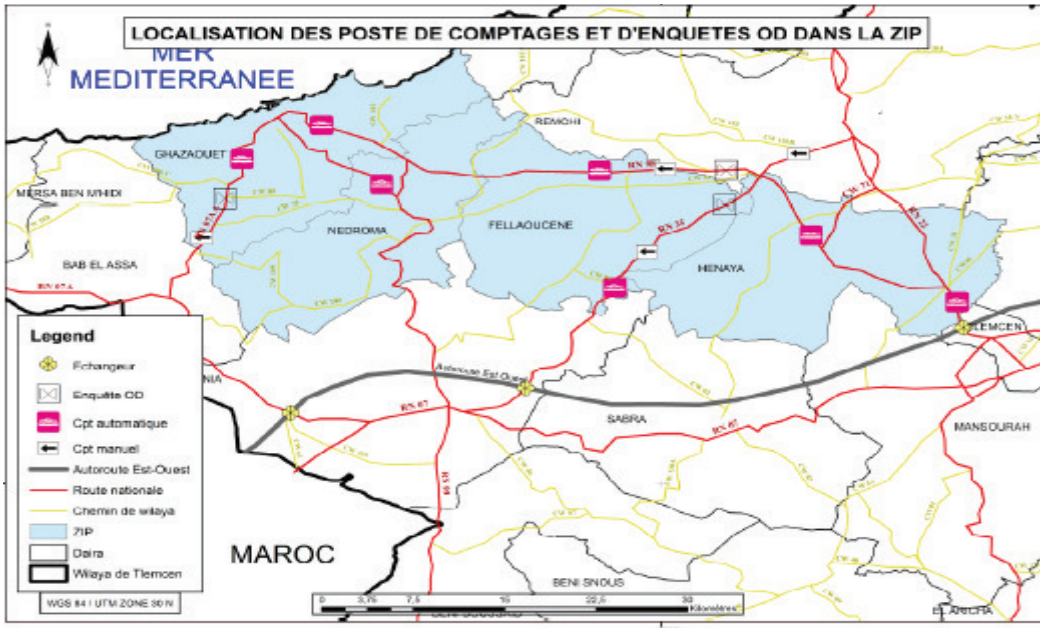


Figure 2- 2 Localisation des postes de comptages et d'enquêtes OD

a) Resultat Comptage automatique :

Tableau 2- 2 Comptage automatique dans la zone d'influence du projet

Poste	Localisation	Sens de circulation	Trafic journalier moyen	Trafic sur la section
A1	RN 98 (Ghazaouet)	Vers Ghazaouet	5 004	**11 424**
		Vers Tlemcen	6 421	
A2	RN 7AA	Vers l'AEO	3 425	**7 790**
		Vers Ghazaouet	4 365	
A3	RN 98 (Ghazaouet)	Vers Ghazaouet	1 932	**4 293**
		Vers Nedroma	2 361	
A4	RN 98 (PK 29)	Vers Ghazaouet	5 411	**10 663**
		Vers Tlemcen	5 253	

A5	RN 35 (Ain El Fettah)	Vers Maghnia	2 654	**7 165**
		Vers Remchi	4 511	
A6	RN 98 (Zenata)	Vers Tlemcen	5 402	**11 029**
		Vers Ghazaouet	5 627	
A7	RN 22 (Hennaya)	Vers Remchi	9 016	**17 671**
		Vers Tlemcen	8 655	

b) Resultat comptage manuel :

Poste	Localisation	Direction	Véhicule Particulier	Véhicule utilitaire	Min ibus	Autocar	Petit Camion	Grand Camion	E-A	Total / Sens	% PL
01	RN 7AA - Souhlia	Vers AEO	1 664	340	263	12	129	84	93	**2 585**	**12%**
		Vers Ghazaouet	1 751	263	158	21	105	66	16	**2 380**	**09%**
02	RN 98 - Boukiou	Vers Ghazaouet	2 389	790	35	29	268	138	171	**3 820**	**16%**
		Vers Tlemcen	2 533	226	22	59	155	145	258	**3 398**	**18%**
03	RN 35 - Au sud de l'intersection avec	Vers Maghnia	1 362	283	143	29	145	61	51	**2 074**	**14%**
		Vers Tlemcen	1 769	292	135	18	127	87	53	**2 481**	**11%**
04	RN 35 - Au nord de l'intersection avec N98	Vers Tlemcen	1 849	249	74	32	119	91	67	**2 481**	**12%**
		Vers Remchi	1 945	179	68	37	134	87	87	**2 537**	**14%**

Figure 2- 3 Comptage manuel dans la zone d'influence du projet

4) Calcul de capacité :

D'après le rapport de trafic fait par la compagne spécialisée, le comptage a donné les résultats suivants :

$TJMA_{2022}$ =12800 v/j/sens
Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ = 4.0% ;
Le pourcentage de poids lourd Z=16% ;
L'année de mise en service sera en 2025 ;
La durée de vie estimée de 20 ans ;
Environnement E2 ;
Catégorie C3

Tableau 2- 3 Coefficient d'équivalence.

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

Coefficient d'équivalence P = 5 %

Tableau 2- 4 Les valeurs de K1.

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Coefficient lié à l'environnement K1 = 0.85

Tableau 2- 5Les valeurs de K2.

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

Coefficient de réduction de capacité K2 = 0.99

a) Calcul du TJMA mise en service :

TJMA (2025) = $(1+\tau)^3$ x TJMA (2022)

$= (1+0.04)^3$ x 12 800 véh/j

= 14 398véh/j

b) Calcul du (TJMA) horizon :

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

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.
$TJMA_0$: le trafic à l'année de référence « année de comptage ».
n : nombre d'année.
τ: taux d'accroissement du trafic (%).

$$TJMA_{2045} = TJMA2025 \times (1+0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 14\ 398 \times (1+0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2045} = 31\ 548\ V/J/sens$$

c) Calcul de trafic effectifs à l'année mise en service 2025 :

$$Teff = [(1 - Z) + PZ].\ TJMAh$$

Teff : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
Z: pourcentage de poids lourds (%).
P: coefficient d'équivalence

$$Teff_{2025} = [(1 - 0.16) + 5 \times 0.16].\ 14\ 398$$

$$Teff_{2025} = 23\ 613\ UVP/J/sens$$

d) Calcul du trafic effectif à l'année horizon 2045 :

$$Teff = [(1 - Z) + PZ].\ TJMAh$$

$$Teff2045 = [(1-0.16) + 5\times0.16] \times 31\ 548$$

$$Teff_{2045} = 51\ 738\ UVP/J$$

e) Débit de pointe horaire normale en mise en service :

$$Q = (1/n).\ Teff$$

1/n=0.12
Q: débit de pointe horaire
n: nombre d'heure.

$Q_{2025}=1n\times Teff_{2025}$

$Q_{2025}=0.12\times 23\ 613$

$\boldsymbol{Q_{2025}}=2\ 834$ UVP/h

f) Débit de pointe horaire normale de l'année horizon :

$Q_{2045}=1/n\times Teff_{2045}$

$Q_{2045}=0.12\times 51\ 738$

$Q_{2045}=6\ 209$ UVP/h

g) Débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K_1.K_2.\ C_{th}$$

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

Tableau 2- 6 Les valeurs de la capacité théorique

TYPE	Capacité théorique (UVP/h)
Route à 2 voies de 3.5 m	**1500 à 2000**
Route à 3 voies de 3.5 m	**2400 à 3200**
Route a chaussée séparée	**1500 à 1800**

pour une chaussée séparée C=1800 UVP/h

$Q_{adm}=0.85\times 0.99\times 1800$

$Q_{adm}=1515$ UVP/h/sens

h) Calcul du nombre des voies :

Pour déterminer le nombre de voie par chaussée, on prend le nombre le plus proche du rapport :

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

S : coefficient de dissymétrie = 2/3.
Q adm : débit admissible par voie

N= (2/3)×6 209/1515= 2.73 Voies /sens

N= 3 Voies /sens

i) Calcul de l'année de saturation :

Q_{sat} =$N \times Q_{adm}$ = 3×1515
$\boldsymbol{Q_{sat}}$=**4 545** UVP/h/sens

$Qsat$=$(1+\tau)^n \times Q_{2025}$ $\quad n = \frac{\log(\frac{Qsat}{Q2025})}{\log(1+\tau)} = \frac{\log(\frac{4545}{2834})}{\log(1+0.04)} = 12$ ans 1 mois

Notre route sera saturée après 12 ans de sa mise en service.

Année de saturation 2037

5) Conclusion :

Après le calcul de trafic, notre route sera donc de 2×3 voies avec une largeur de chaussée de 10.5m pour chaque sens.

CHAPITRE III
ETUDE GEOMETRIQUE

III) ETUDE GEOMETRIQUE

1) Introduction

Tout projet routier définie géométriquement par trois groupes d'élément qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Profil en long.
- Profil en travers.

Pour la conception des routes, il existe des normes et des règles nécessaires qui ont été la base de l'approfondissement de l'APD. Pour notre conception géométrique nous avons utilisé la norme « Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison » (ICTAAL 2015).

2) L'objectif de l'ICTAAL

L'ICTAAL traite de la conception des autoroutes interurbaines, qu'il s'agisse de la réalisation d'infrastructures urbaines nouvelles ou de l'aménagement du réseau existant.

L'ICTAAL Contient les principes généraux et les règles techniques fondamentales sur ces routes, qui sont généralement dotées du statut d'autoroute ou de route express.

Elle ne s'applique pas

- Aux autres types de routes principales
- Aux routes à chaussées séparées comportant chacune une seule voie de circulation
- Aux autoroutes situées en milieu urbain

3) Choix de la catégorie

On distingue :

- **La catégorie L1**

  Appropriée en région de plaine ou vallonnées ou les contraintes de relief sont modérées.

- **La catégorie L2**

  Mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique.

a) Paramètres géométriques.

Pour notre projet la catégorie de la route et **L2** avec une vitesse maximale **(V=110Km /h)**.

4) Trace en plan

Le trace en plan est constitué par la projection horizontale sur un repère topographique. Il est défini par une vitesse de référence, à partir de laquelle on détermine les caractéristiques géométriques nécessaires pour garantir les conditions de sécurité et de confort.

Le tracé en plan d'une route est constitué :

- Des alignements droits.

- Des arcs de cercle.
- Des arcs à raccordement progressive : des arcs de clothoïde.

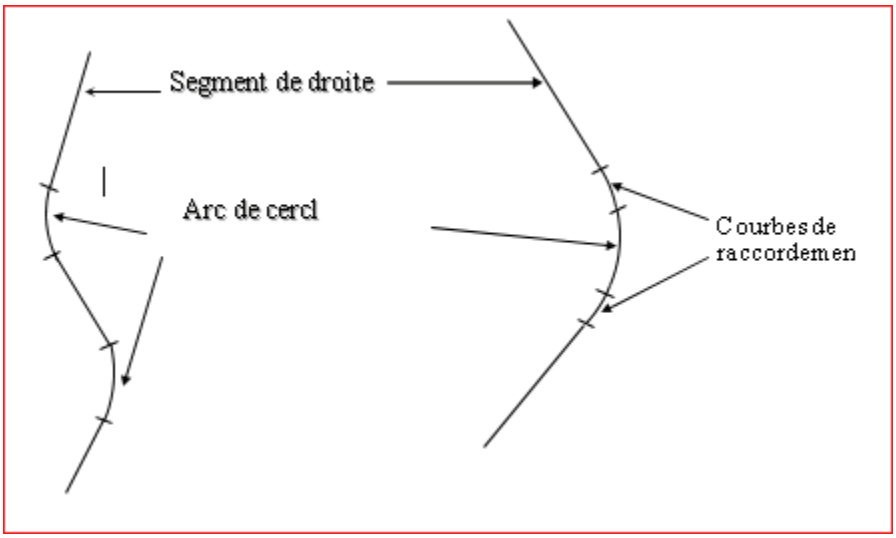


Figure 3- 1 Les éléments du tracé en plan.

a) Règles à respecter dans le tracé en plan

Lors de la conception d'un tracé en plan, il est recommandé de respecter les normes techniques d'aménagement des routes (ICTAAL).

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences :

L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements.

- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Chercher le plus court chemin du point de vue technique et du point de vue économique.
- Eviter au maximum les propriétés privées.

b) Valeur des rayons

Les rayons doivent respecte les valeurs minimales résumé dans le tableau

Tableau 3- 1 les valeurs limites des rayon (trace en plan)

Categories	L1	L2
Rayon minimal (Rm)	600 m	400 m
Rayon minimal au devers normal (Rdn)	1000 m	650 m

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons, L'emploi des rayons supérieurs ou égaux à 1.5 Rdn est souhaitable dans la mesure où cela n'induit pas de surcout sensible a fin d'amélioré le confort et facilite le respect des règles de visibilité.

c) Enchainement des éléments du trace en plan

Des courbes circulaires de rayon modère (<1.5Rnd) ne peuvent être pas utilisées qu'en respectant les règles d'enchainement de la trace en plan ci-après :

Introduire de telle courbe sur une longueur de 500 à 1000 m a l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successifs doivent satisfaire la condition :

- $R_1 < 1{,}5R_2$, ou R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2(<1.5Rnd) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section a risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.

- Séparé deux courbes successifs par un alignement droit d'au moins 200m sauf pour deux courbes de sens contraire introduit par des raccordements progressifs.

d) Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inferieurs a 1.5Rnd sont introduit par des rayons de raccordement progressive (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14|\Delta\delta|$ et R/9. Où :

- R note le rayon de courbure (en m)

- $\Delta\delta$ la déférence des pentes transversal (en %) des éléments du trace raccordes.

e) Application au projet :

Le tableau IV.1 représente les valeurs des rayons choisis pour l'axe en plan :

Tableau 3- 2 tableau récapitulatif de tracer

Description	Tracé
Longueur	10.024 Km

Nombre d'alignement droit	8
Plus long alignement droit	1619.352 m
Plus court alignement droit	163. 038 m
Nombre de courbe	7
Plus grand rayon de courbe	2 200 m
Plus petit rayon de courbe	1 000 m
Nombre d'ouvrages d'art	03

Tableau 3- 3 Tableau de la position des ouvrages d'art

Ouvrage d'art	PK de début	PK de fin	Longueur m
Viaduc 1	40+953	41+400	446.57
Viaduc 2	43+440	43+820	380
Viaduc 3	49+260	49+420	160

-

5) PROFIL EN LONG

a) Introduction

Le profil en long est la projection de l'axe de la route sur un plan vertical, il est constitué d'une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes à rayons parabolique.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et les pentes est choisie de manière à :

- Assurer une circulation, sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possibles aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plate-forme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :
  - Rayon en angle saillant.
  - Rayon en angle rentrant.

Son but est d'assurer pour une continuité dans l'espace de la route afin de permettre de prévoir l'évolution du tracé et la bonne perception des points singuliers, en assurant toujours l'assainissement.

b) Règles à respecter dans le profil en long

- Adaptation au relief et à l'environnement.
- Suivre le terrain naturel afin d'optimiser les mouvements de matériaux.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Adaptation aux réseaux divers (réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...).
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Utilisation des grands rayons verticaux.
- Respecter la valeur maximale et minimale de déclivité.
- Introduire franchement une forte pente en évitant les pentes augmentant¬ progressivement.

6) Les éléments géométriques du profil en long

a) Les alignements

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

b) Déclivité

Déclivité minimum :

Afin d'assurer l'évacuation des eaux pluviales, La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec une pente **minimum 0.5%**

Déclivité maximale :

La déclivité maximum dépend de :

- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

Toute fois dans les sinuosités (dans une courbe en plan), il est nécessaire de réduire de déclivité maximum. Déclivité maximum : **Imax= 6%.**

c) Raccordement

En profil en long, deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

On distingue deux types de raccordements :

- Raccordement saillant
- Raccordement rentrant

d) Coordination de tracé en plan et profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent à :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

Rvertical > 6Rhorizontal, pour éviter un défaut d'inflexion.

- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

7) Application au projet

Valeurs limites :

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau IV.3

Tableau 3- 4 Valeur limites des paramètres de profil en long

Catégorie	L2
Déclivité minimal	0.5%
Déclivité maximal	6%
Rayon minimal en angle saillant	6000 m
Rayon minimal en angle rentrant	3000 m

Tableau 3- 5 Tableau récapitulatif de projet

Description	Profil en long
Plus grande déclivité	4.89
Plus petite déclivité	0.609
Hauteur max du remblais	25.377 m
Hauteur max du déblais	26.7 m

8) Profil en travers

a) Introduction

Le Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc.…).

Ils permettent de calculer les paramètres suivants :

- La position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- L'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- Les cubatures (volumes des déblais et ceux des remblais).

b) Profil en travers type

C'est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs ses couches. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, on distingue trois types de profils en travers :

- Profil en Travers en déblai.
- Profil en Travers en remblai.
- Profil en Travers mixte (remblai et déblai).

c) Profil en travers courant

Il s'applique au PK considéré, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route à ce PK, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet et devers de la chaussée.

d) Dévers

Le dévers de la chaussée joue le double rôle de l'évacuation des eaux superficielle de la chaussée vers les dispositifs de drainage latéraux de la plate-forme et aussi, contribue à l'équilibre dynamique des véhicules dans les courbes de rayons faibles afin d'assurer la sécurité en circulation et le confort.

9) Les éléments du profil en travers

a) CHAUSSÉE

Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

b) Le terre-plein central

Le T.P.C. assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants :

Les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

c) Bande dérasée de gauche (B.D.G)

Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité, elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1m.

d) La bande médiane BM

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et, le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers.

e) Accotements

Sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés.il comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U.) bordée à l'extérieur d'une berme.

f) La bande d'arrêt d'urgence BAU

Partie de l'accotement, Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussé d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

g) La berme

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

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum

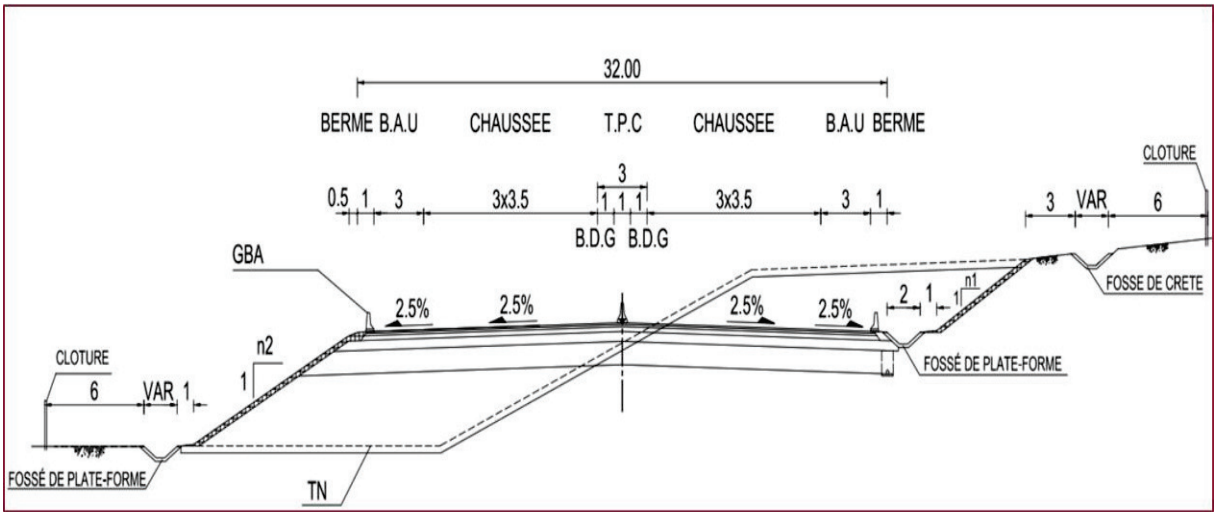


Figure 3- 2 Eléments de profil en travers type.

10) Application au projet

Le profil en travers type de la pénétrante autoroutière (2×3) projetée est composé de deux chaussée de trois voies unidirectionnelles séparées par un terre-plein central de 3.00 m avec des bermes de 1.00 m. Les éléments composante le profil en travers type D'après les normes de l'ICTAAL2015 serait comme suite :

Tableau 3- 6 caractéristiques géométriques de profil en travers

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale(m)
Voie de circulation 2x3	3.5	6	21
Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1	2	2
Bande médiane (B.M)	1	1	1
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	3	2	6
La berme	1	2	2
Totale(m)		32	
dévers en section droite			
Chaussée		2,5 % vers l'extérieur.	
Bande dérasée de gauche (B.D.G)		Identique à celle de la chaussée.	
Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)		2.5 % vers l'extérieur.	
Berme		8% vers l'extérieur	

CHAPITRE IV LES CUBATURES

IV) CHAPITRE IV LES CUBATURES

1) INTRODUCTION

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures).

2) Définitions

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et de remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Les profils en long.
- Les profils en travers.
- Les distances entre les profils.

3) Méthode de calcul utilisée

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Il existe plusieurs méthodes de calcul le volume de terrassement (remblai-déblai). Parmi ces méthodes on citera :

- La méthode SARRAUS (méthode des moyennes des aires).
- La méthode linéaire.
- La méthode GULDEN.

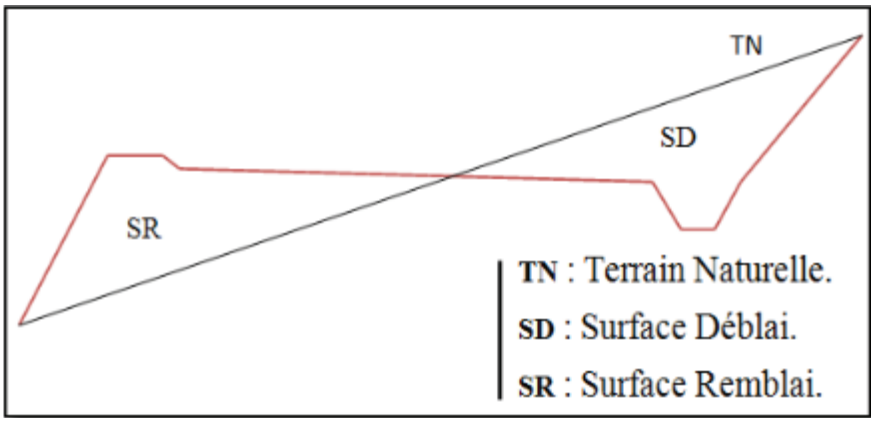


Figure 4- 1 Schématisation des surface déblais et remblai sur Profil en travers mixte.

Le travail consiste à calculer les surfaces de déblais (SD) et de remblais (SR) pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section correspondant à notre projet.

Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide du logiciel « COVADIS 16 » qui nous donne :

- Volume total de déblai : 1963831,3 m3.
- Volume total de remblai 1024904,7 m3.

CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE

V) ETUDE GEOTECHNIQUE

1) INTRODUCTION :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre des différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs. Elle est essentielle pour mesurer dès l'avant-projet sommaire, l'influence des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de coût. L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés, Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

Une étude géotechnique vise à reconnaître au droit d'un aménagement existant ou à construire :

- Prolongation de l'évolution passée.
- La nature et la répartition des terrains.
- Les caractéristiques et comportements des matériaux.
- Les caractéristiques hydrauliques du site (présence d'eau, nature des écoulements, etc..).

2) Objectifs de l'étude géotechnique

La géotechnique permet la classification des matériaux provenant des déblais pour étudier la possibilité de leur réutilisation en couches de remblais et la détermination de la classe du sol support permettant la définition et le dimensionnement du corps de chaussée**.** Par ailleurs, pour les déblais importants, les essais de laboratoire permettront de déterminer les caractéristiques géotechniques nécessaires à l'étude de leur talus. Les objectifs de l'étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.

3) CONTEXTE GEOLOGIQUE :

a) Description des principaux terrains

Unité de collines : cette unité se rapproche de l'unité à reliefs montagneux mais à déclivité moins importante, avec des sols hétérogènes alternant les sols à encroutements calcaires caillouteux avec des sols rouges plus profonds, cette unité représente la section du tracé du PK32+600 jusqu'à la fin en raccrochant avec l'Autoroute Est-ouest.

b) Climat et hydrogéologie :

La wilaya de Tlemcen et caractériser un climat méditerranéen, froid et humide en hiver, tempéré au printemps et chaud et sec en été, le tracé traverse la vallée de l'oued TAFNA peut être classé en climat méditerranéen à caractère semi-aride où les précipitations annuelles sont de l'ordre de 250 à 450mm par an.

c) Sismicité et Degré de vulnérabilité :

Selon la carte de zonage sismique de l'Algérie établi par le Centre National de Recherches Appliquées en Génie Parasismique (CGC), la région du tracé autoroutier appartient à la zone sismique (I) à sismicité faible.

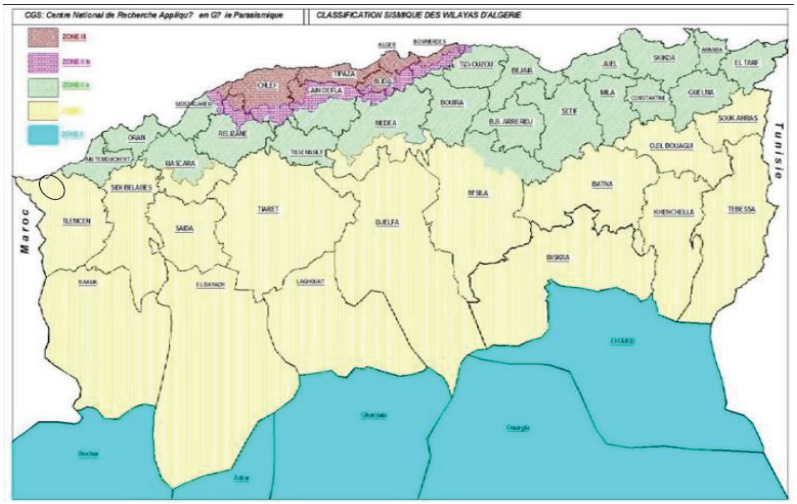


Figure 5- 1 Carte de zonage sismique de territoire national – RPA99

Le document RPA 99 (REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES) du CGS, divise le territoire national en quatre zones de sismicité croissante, soit :

- Zone 0 : Sismicité négligeable
- Zone II : Sismicité moyenne
- Zone III : Sismicité élevée

Le niveau minimal de protection sismique accordé à un ouvrage dépend de sa situation et de son importance vis-à-vis des objectifs fixés par la collectivité. Tout ouvrage qui relève du domaine d'application des règles parasismiques algériennes RPA 99 doit être classé dans l'un des quatre (04) groupes définis ci-après :

- Groupe 1 A : Ouvrages d'importance vitale (Sécurité-Hôpitaux)
- Groupe 1 B : Ouvrages de grande importance (Scolaire et Culte)
- Groupe 2 : Ouvrages courants ou d'importance moyenne (Habitations- Bureaux)
- Groupe 3 : Ouvrages de faible importance (Hangars)

Tableau 5- 1 Liste des viaducs

ZONE				
Groupe	**I**	**IIa**	**IIb**	**III**
1A	0,15	0,25	0,30	0,40
1B	0,12	0,20	0,25	0,30
2	0,10	0,15	0,20	0,25
3	0,07	0,10	0,14	0,18

Sur la base de ce qui précède, le site étudié entre dans la catégorie de la zone I soit une zone à faible sismicité avec un coefficient d'accélération de 0,12.

4) Les moyens de la reconnaissance

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

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site et les essais « **in-situ** ».
- Les essais de laboratoire

a) In-Situ :

Sondages carottés (XP P 94-202)

Les sondages carottés ont été implantés et exécutés, ces sondages servent au prélèvement d'échantillons intacts pour les essais en laboratoire avec la réalisation d'essais SPT tous les 1.5m et la pose de piézomètre pour la mesure des niveaux d'eau.

Levé piézométrique (NF P 94-157-1)

La détermination du niveau piézométrique permet d'avoir les données nécessaires et qui rentrent dans la vérification de la stabilité des talus, le choix et le dimensionnement des fondations des ouvrages d'art et d'effectuer des prélèvements d'eau pour la vérification de l'agressivité de cette dernière. Cela à l'aide de l'installation des tubes en PVC dans lessondages carottés et d'effectuer des levés durant la durée du chantier.

Essais de pénétration standard SPT (NF P 94-116)

L'essai de pénétration au carottier est réalisé lors de l'exécution des sondages, il consisteà enfoncer dans le sol par battage un carottier à partir du fond d'un forage.

La valeur SPT correspond au nombre de coups nécessaire à un enfoncement du carottier de 30cm par battage à l'aide d'un mouton de 63,5kg tombant d'une hauteur de 75 cm. Le carottier est d'abord enfoncé de 15 cm dans le sol et le nombre de coups nécessaire est de N1, puis, sont notés les nombres de coups N2 et N3 nécessaires pour pénétrer deux fois de suite de 15 cm supplémentaire dans la couche étudiée, la valeur SPT étant étale à la somme de N2 et N3

Essais de pénétration dynamique PDL (NF P 94-114)

L'essai de pénétration dynamique consiste à déterminer la résistance dynamique opposée par le sol sur une pointe enfoncée

L'essai est réalisé au moyen d'un appareil pour battage à tige métallique à l'aide d'un mouton. Cet essai permet de mesurer le nombre de coup nécessaire pour un enfoncement 0,20 m qui permet de déterminer à partir de la formule de battage, la résistance à la pointe. Les essais seront poussés jusqu'au refus. Les résultats des essais sont donnés sous forme

de profil de variation de la résistance en pointe avec la profondeur.
Cet essai est valable pour tous les sols fins et les sols grenus dont la dimension moyenne des éléments ne dépasse pas de 60mm.
L'essai au pénétromètre dynamique permet de déterminer ce qui suit :

-La succession des différentes couches de sol
-l'homogénéité d'une couche de sol et la présence d'anomalie
-La position d'une couche résistante

L'essai peut servir à l'évaluation de la capacité portante à partir de la résistance à la pointe lorsqu'on dispose d'informations complémentaires

Puits de reconnaissance (XP P 94-011)

Les puits de reconnaissance seront réalisés mécaniquement jusqu'à une profondeur de 2,8m, sauf si des roches apparaissent ou si les caractéristiques du terrain ou la présence d'eau l'en empêche. Ces puits auront les dimensions nécessaires pour permettre l'inspection et la description des formations constituant le terrain ainsi que l'obtention d'éventuels prélèvements en sac pour chaque niveau lithologique différencié afin d'effectuer des essais d'identification en laboratoire.

b) En laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire ont été effectués conformément aux normes, les échantillons intacts et remaniés prélevés de sondages et puits de reconnaissance ont fait l'objet d'un programme d'essais en laboratoire afin de définir les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques.

Essais physiques :

- Analyse granulométrique de sol par tamisage
- Sédimentométrie
- Teneur en eau naturelle
- Limites d'atterberg
- Masse volumique de particules solides pour sol
- Masse volumique sèche pour roche
- Valeur de bleu de méthylène (VBS)

Essais mécaniques :

- Essai Oedométrique
- Cisaillement
- Compression simple (RC)

- Proctor normal
- Indice CBR

Essais chimiques :

- Agressivité de l'eau et de sol
- Teneur en carbonate CaCo3

5) Résultats et interprétations des essais Géotechnique

a) In-Situ :

Sondages carottés

Tableau 5- 2 Lithologie des sondages carottés (Route)

N°	PK	Lithologie	
		Profondeur	Description
RC-40-1	PK40+265	0,00-1,50	Terre végétale, constituée d'argile limoneuse, de couleur noirâtre, Renfermant de la matière organique.
		1,50-4,00	Limon peu sableux de couleur rougeâtre, à consistance ferme, Renfermant des fragments de grés.
		4,00-4,50	Sable fin peu argileux de couleur jaunâtre.
		4,50-12,8	Argile sableuse, à consistance ferme, de couleur rougeâtre, intercalée par des passages centimétriques de graves et cailloux de nature gréseuse.
		12,8-15,8	Marne, à consistance ferme, de couleur brunâtre, à quelques traces d'oxydation.
SC-40-1	PK40+558	0,00-4,00	Sable argileux de couleur beige renfermant des fragments rocheux de nature gréseuse.
		4,00-9,00	Argile sableuse, de couleur jaunâtre à rougeâtre.
		9,00-22,5	Marne argileuse, de couleur rougeâtre, moyennement compact à compact à légère trace d'oxydation.
SC 41-1	PK41+500	0,00-7,60	Sable grossier argileux : brique, blanc grisâtres, humide, les carottes sont lâches, sol hétérogène, une couche superficielle de 0,3m d'épaisseur est en terre végétale
		7,60-8,90	Cailloux : bariolée, un peu humide, dense, bien arrondi, rempli par L'argile limoneuse
		8,90-30,0	Marne fortement altérée : livide, noire grisâtre, altération forte, Structure marneuse, formation stratifiée, molle
SC 42-1	PK42+200	0,00-0,50	Tuf calcaire : blanc grisâtre, terre végétale, contenant quantité de Racines et tiges des plantes, cimentation calcaire
		0,50-3,80	Argile sableuse peu plastique : blanc grisâtre, brique, un peu Humide, plastique

		3,80-5,80	Sable grossier argileux : blanc-gris, un peu humide, dense
		5,80-30,0	Argile peu plastique : brique, un peu humide et raide
RC 42-1	PK42+751	0,00-6,70	Argile sableuse peu humide et peu plastique de couleur rouge brique à brune jaunâtre.
		6,70-30,0	Marne molle, fortement altérée de couleur brun jaunâtre, elle se fissure en exposition à l'ensoleillement
RC 44-1	PK44+357	0,00-5,20	Argile sableuse très plastique humide et peu plastique de couleur marron, contenant des racines végétales
		5,20-30,0	Marne totalement altérée, de couleur grise verdâtre, de consistance élevée
SC-44-1	PK44+860	0,00-3,90	Tuf calcaire : brique, blanc grisâtre, un peu humide, sol hétérogène, Contenant des blocs, raide.
		3,90-17,6	Marne totalement altérée : vert grisâtre, humide, la roche est altérée totalement et sous forme de sol, plastique-raide.
		17,60-20,0	Marne fortement altérée : vert grisâtre, altération forte, diaclases et fissures développées, les carottes sont sous forme de colonne Courte, roche molle.
SC45-1	PK45+800	0,00-3,00	Tuf calcaire : brique, blanc grisâtre, un peu humide, plastique, une couche superficielle de 0,3m d'épaisseur est la terre végétale
		3,00-30,0	Marne totalement altérée : vert grisâtre, humide, la roche est altérée totalement et sous forme de sol, raide, la haute teneur en grains argileux, localement, les carottes ne sont pas complètement altérées et sont sous forme de colonne courte.
RC 46-1	PK46+955	0,00-2,00	Argile sableuse peu plastique : brun jaunâtre, plastique, un peu humide
		2,00-5,00	Argile sableuse très plastique : brun jaunâtre, plastique, raide, un peu humide, il y'a quantité de sables fins à la profondeur de 4,2- 5,0m
		5,00-30,0	Conglomérat blanc grisâtre, structure graveleuse, formation massive, cimentation calcaire, les carottes sont sous forme de fragment ou de colonne courte.
RC-49-1	PK49+092	0,00-4,70	Limon sableuse peu plastique : roux, un peu humide, lâche, contenant des blocs calcaires
		4,70-15,0	Conglomérat : brun jaunâtre, structure graveleuse, formation massive, les carottes sont sous forme de fragment et de colonne courte. Le taux de prélèvement des carottes est relativement bas et les carottes sont concassées mécaniquement.

Puits de reconnaissance

Tableau 5- 3 Résultats de puits de reconnaissance

N°	PK	Matériaux	
		Prof (m)	Description
PM-41-1	PK41+855	0,00~1,00	0.0-0.30m : terre végétale. 0.3--1.00 : Tuf calcaire graveleux caillouteux très

			dur de couleur blanchâtre. Refus à 1.00m
PM-43-1	PK43+155	0,00~1,50	0.0-0.4 : Terre végétale. 0.4-1.5 : Tuf calcaire peu humide blanchâtre donnant l'aspect d'un sol sableux contenant de gros blocs de diamètre compris entre 10 à 20cm
		1,50~2,80	Marne totalement altérée de couleur Grise verdâtre contenant des blocs de gravier et cailloux.
PM-44-1	PK44+087	0,00~1,50	Argile sableuse peu plastique de couleur rouge brique, humide.
		1,50~2,40	Marne totalement altérée de couleur grise verdâtre, humide.
PM-46-1	PK46+255	0,00~0,90	0.0-0.3 : Terre végétale. 0.3-0.9 : Tuf calcaire, de cimentation en calcaire a certains niveaux.
PM-47-1	PK47+589	0,00~2,40	0.0-0.3 : Terre végétale. 0.3-2.4 : Tuf calcaire : livide, altération forte, les carottes répandus, contenant localement des blocs.
PM-48-1	PK48+635	0,00~1,80	Argile sableuse peu plastique : jaunâtre, avec une forte altération.
		1,80~2,30	Marne fortement altérée ferme de couleur brune jaunâtre à grisâtre.
PM-49-1	PK49+752	0,00~1,80	Tuf calcaire graveleux caillouteux très dur de couleur blanchâtre. Refus à 1.80m.

b) En laboratoire :

Essais physiques :

Tableau 5- 4 Résultats des essais physiques

pk	Remarque
PK40+265 RC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et marne peu à légèrement humide avec une teneur en eau varié entre 7.68 à 14.65% et humide à la profondeur de 5.70-5.90m - $\gamma_h$de1.83 à 2.06 g/cm^3 indiquant un mauvais sol en surface qui devient de qualité moyenne à bonne en profondeur avec une $\gamma_d$de1.44g/cm^3 qui correspond au mauvais de 5.70-5.90, enprofondeur le sol est très dense. - L'indice de plasticité $\mathbf{I_P}$ est compris entre 16.20 à 38.79% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile $\mathbf{A_c}$ est comprise entre 0.44 à 0.50, inférieur à 0.75 ce qui traduit une argile inactive. - L'indice de consistance $\mathbf{I_c}$est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant.

	L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK40+558 SC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et marne peu à légèrement humide avec une teneur en eau varié entre 7.68 à 14.65% et humide à la profondeur de 5.70-5.90m - $\gamma_h$de1.83 à 2.06 g/cm^3 indiquant un mauvais sol en surface qui devient de qualité moyenne à bonne en profondeur avec une $\gamma_d$de1.44g/cm^3 qui correspond au mauvais de 5.70-5.90, enprofondeur le sol est très dense. - L'indice de plasticité $\mathbf{I_P}$ est compris entre 16.20 à 38.79% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile $\mathbf{A_c}$ est comprise entre 0.44 à 0.50, inférieur à 0.75 ce qui traduit une argile inactive. - L'indice de consistance $\mathbf{I_c}$ est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK41+500 SC	- Le sondage est caractérisé par un sable argileux et marne humide en profondeur avec une teneur en eau de25.60%. - $\gamma_h$de1.89 g/cm^3 indiquant un mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.50g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité $\mathbf{I_P}$ est compris entre 34.57 à 38.40% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile $\mathbf{A_c}$ est comprise entre 4.87 à 6.83 pour le sable argileux ce qui traduit une argile active, la marne présente une valeur de 0.58 indiquant un état inactif. - L'indice de consistance $\mathbf{I_c}$ est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% pour la marne indiquant un sol fin et varie entre 2.7 et 39.6% ce quiindique un sol sableux graveleux très argileux.
PK42+200 SC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et sable argileux légèrement humide avec une teneur en eau 17.60%. - L'indice de plasticité $\mathbf{I_P}$ est compris entre 10.38-26.72% traduisant une argile peu plastique à plastique. - L'activité de l'argile $\mathbf{A_c}$ est comprise entre 0.54 à 1.60, ce qui traduit une argile inactive à active par certain niveau. - L'indice de consistance $\mathbf{I_c}$ est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK42+751 RC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et marne altérée légèrement humide avec une teneur en eau de 16.4 à 20.70%. - $\gamma_h$de1.70 g/cm^3 indiquant un très mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.41g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité $\mathbf{I_P}$ est compris entre 16.65 à 21.93% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile $\mathbf{A_c}$ est comprise entre 0.94 à 1.53ce qui traduit une

	argile normale à active. - L'indice de consistance I_c est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK44+357 RC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et marne altérée légèrement humide à humide avec une teneur en eau varié entre 18.80 à 27.90%. - $\gamma_h$de1.75 à 1.88 g/cm^3 indiquant un mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.44 à 1.50g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité I_P est compris entre 30.57-37.30% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile A_c est comprise entre 0.65 à 1.39, ce qui traduit une argile inactive à active par certain niveau. - L'indice de consistance I_c varié entre 0.98-1.27 ce qui caractérise un sol consistant à très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK44+357 SC	- Le sondage est caractérisé par un tuf argileux en surface et marne altérée humide avec une teneur en eau varié entre 28.50 à 28.80%. - $\gamma_h$de1.84 à 1.86 g/cm^3 indiquant un mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.43 à 1.45g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité I_P est compris entre 32.5 à 45.83% traduisant une argile plastique à très plastique. - L'activité de l'argile A_c est supérieur à 1.25, ce qui traduit une argile active. - L'indice de consistance I_c est supérieur à 1.0 ce qui caractérise un sol consistant à très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm variés entre 4.6 et 32.2 indiquant un sol sableux graveleux avec des fines.
PK45+600 SC	- Le sondage est caractérisé par un tuf argileux en surface et marne altérée humide avec une teneur en eau de 25.30%. - $\gamma_h$de1.77 g/cm^3 indiquant un très mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.41g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité I_P est compris entre 18.70-28.76% traduisant une argile plastique. - L'activité de l'argile A_c est comprise entre 0.67-1.50 ce qui traduit une argile inactive à active en surface. - L'indice de consistance I_c est supérieur à 1.0, ce qui caractérise un sol très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK46+955 RC	- Le sondage est caractérisé par une argile sableuse et conglomérat en profondeur, peu à légèrement humide avec une teneur en eau de 14.10 à 20.40%. - γ_h est de 1.91 g/cm^3 indiquant un mauvais sol avec une $\gamma_d$de1.59g/cm^3 qui correspond à un sol peu dense. - L'indice de plasticité I_P est compris entre 21.98-32.91% traduisant une

	argile plastique. - L'activité de l'argile A_c est comprise entre 1.01 - 1.17 ce qui traduit une argile normale. - L'indice de consistance I_c varié entre 0.98 et 1.52, ce qui caractérise un sol consistant à très consistant. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.
PK45+600 RC	- Le sondage est caractérisé par un limon sableux en surface et conglomérats en profondeur. - L'indice de plasticité I_P est compris entre 10.95-11.40% traduisant un sol peu plastique. - L'activité de l'argile A_c est inférieure à 0.75, ce qui traduit une argile inactive. - L'analyse granulométrique indique une valeur de Dmax inférieure à 50mm avec des passants à 0.08mm supérieur à 35% indiquant un sol fin.

Essais mécaniques :

Essai œdométrique

Tableau 5- 5 Résultats des essais œdométriques

N⁰ Sondage	PK	PROF (m)	Lithologie	Pc (kPa)	Cc	Cg
RC-40-1	PK40+265	2,05-2,32	Limon peu sableux	254	0,120	0,044
		5,70-5,90	Argile sableuse	246	0,137	0,042
		9,35-9,55		321	0,140	0,046
		10,80-10,95		192	0,040	0,015
		13,80-14,00	Marne	411	0,107	0,018
RC-42-1	PK42+751.2	3.80~4.00	Marne molle	150	0,219	0,044
RC-44-1	PK44+357.1	3.10~3.30	Argile sableuse	153	0,246	0,030
		5.00~5.20		254	0,218	0,081
		7.50~7.70	Marne argileuse	145	0,250	0,023
		9.00~9.20		240	0,197	0,074
		14.00~14.20		296	0,198	0,084
RC-46-1	PK46+955.5	11.50~11.70	Conglomérat	250	0,137	0,052

- **Pc** : Pression de consolidation
- **Cc** : Coefficient de compressibilité
- **Cg** : Coefficient de gonflement

Essais de Proctor :

Tableau 5- 6 Résultats de l'essai Proctor

N° sondage	profondeur	W (%)	densité (T/m3)
PM43-1	1,50-2,80	8,28	1,56
		11,58	1,58
		13,45	1,58
		14,74	1,57
		16,25	1,56
PM44-1	1,70-1,90	8,7	1,64
		10,8	1,77
		12,7	1,72
		14,3	1,66
		16,9	1,55
PM47-1	0,30-0,50	6,7	1,74
		10,2	1,81
		12,9	1,77
		15,2	1,74
		18,4	1,7

Essai cisaillement direct

Tableau 5- 7 Résultats des essais de cisaillement direct

N0 Sondage	PK	PROF(m)	Lithologie	Cuu kPa	Φuu (deg)	Ccd (kPa)	Φcd (deg)
RC40-1	PK40+265	5,70-5,90	Argile sableuse	139	4,8		
SC-41-1	PK41+500	11.00~11.2	Marne			71	14,6
RC-42-1	PK42+751	3.80~4.00	Argile sableuse	21	25,4		
RC-44-1	PK44+357	5.00~5.20	Argile sableuse			45	14,6
		7.50~7.70	Marne argileuse				
		9.00~9.20				40	12,4
		14.00~14.2				44	16,8
SC-44-1	PK44+360	4.50~4.70	Marne argileuse	42	17,0		
		7.30~7.50				7	20,0

RC-45-1	PK45+600	4.60~4.80	Marne argileuse			33	19,0
RC-46-1	PK46+955.5	11.50~11.7	Conglomérat			52	14,6

Essai CBR

Tableau 5- 8 Résultats de CBR

N° sondage	compacité (%)	Γd (g/cm3)	CBR(%)
PM43-1	92	1,45	0,56
	94	1,49	0,59
	98	1,55	0,64
	100	1,58	0,68
PM48-1	92	1,63	0,57
	94	1,66	0,66
	98	1,73	0,78
	100	1,77	0,9

Les indices CBR sont compris entre 0.56 et 0.9, le faciès est de faible portance.

Essais chimiques :

Les analyses chimiques des sols et des eaux ont été réalisés pour déterminer les contenus des éléments agressifs ainsi la teneur en carbonates pour les formations carbonatées.

Les résultats sont présentés ci-dessous :

Tableau 5- 9 Résultats de analyse chimique des sols

N° Sondage	Prof	Sulfates(SO4--)	Chlorures(Cl-)	Carbonates (CaCo3)
SC40-1	11,34	/	/	20,4%
	17,30	/	/	21,1%
SC41-1	11,20	/	/	31,0%
	21,40	/	/	56,0%
SC42-1	5,00	/	/	80,0%
	7,00	/	/	38,0%
	14,00	/	/	59,0%

RC44-1	1,20	0mg/kg	0,16%	/
SC44-1	1,00	0mg/kg	0,27%	75,0%
	2,50	0mg/kg	0,25%	70,0%
	12,80	/	/	38,0%
	17,20	/	/	25,0%
PM42-1	2,50	/	/	47,0%
PM32-1		0mg/kg	0,18%	/
PM44-1	0,50	0mg/kg	0,17%	/
PM47-1	1,20	/	/	80,0%
	2,20	/	/	76,0%
PM48-1	1,00	/	/	29,0%
PM49-1	1,20	/	/	76,0%

Les résultats obtenus montrent que l'agressivité des sols est **nulle**

6) UNITES GEOTECHNIQUES DU TERRAIN

La reconnaissance géotechnique de la présente étude APD a mis en évidence, à travers les essais IN-SITU et en laboratoire, une diversité lithologique des terrains traversés par le tracé.

Pour identifier les caractéristiques physiques et mécaniques des différentes formations géotechniques constituants les terrains, une étude comparative est menée concernant les résultats obtenus, et qui a permis d'identifier les unités géotechniques suivantes :

- **Unité 01** : Graves et sables des alluvions actuelles et récentes
- **Unité 02** : Argile
- **Unité 03** : Marne

UNITE 01 : Graves et sables des alluvions actuelles et récentes

Cette unité épaisse entre 4.0 et 23.0m, localisée principalement sur la vallée de oued Tefna, elle est constituée essentiellement de graves sub arrondies englobées dans une matrice argilo-sableuse.

Les paramètres d'identification de cette unité sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5- 10 Caractéristiques géotechniques des alluvions

Paramètres	désignation	Nombre de valeurs	Valeur minimale	Valeur Maximale	Valeur Moyenne
Granulométrie	Grave (%)	2	18,20	35,30	26,80
	Sable (%)		15,60	16,50	16,00
	Fine (%)		5,70	8,90	7,30
Paramètres Pressiométrique	Em (bars)	9	85.59	435.71	216.57
	Pl (bars)		16.60	20.97	18,68

A la base des caractéristiques géotechniques de cette unité, il a été constaté que ces alluvions

UNITE 02 ARGILE

Avec des épaisseurs différentes qui varie entre 2.5 et15.0m. est constituée principalement d'argile sableuse à proportions variables de graves et cailloux.

UNITE 03 : MARNE

Cette unité représente la formation de base de ce tronçon, elle est constituée principalement d'une marne argileuse à la limite avec l'unité d'argile et devient plus ferme avec un aspect rocheux par endroit.

Les paramètres géotechniques déterminés sur site et au laboratoire qui caractérisent cette marne sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 5- 11 Caractéristiques géotechniques de Marne

Paramètres	désignation	Nombre de valeurs	Valeur minimale	Valeur Maximale	Valeur Moyenne
Teneur en eau	W (%)	8	16,50	27,90	22,78
Densité humide	γh (g/cm3)	8	1,80	1,91	1,85
Densité sèche	γd (g/cm3)	8	1,45	1,58	1,51
Limites d'Atterberg	WL (%)	6	51,24	63,92	55,04
	Wp (%)		22,49	29,43	25,72
	Ip (%)		23,59	34,49	29,32
Granulométrie	Grave (%)		100,00	100,00	100,00
	Sable (%)		100,00	100,00	100,00
	Fine (%)		90,60	98,20	95,50
Compressibilité à l'œdomètres	Pc (kPa)	5	130,00	296,00	191,00
	Cc		0,139	0,25	0,198
	Cg		0,023	0,084	0,061
Résistance à la compression	Rc (Mpa)	13	0,38	2,06	0,81
Résistance à la pénétration	Rp (bars)	9	126,60	258,40	158,81
Indice de pénétration standard	N (nombre de coups/30cm)	1	50	50	50
Paramètres Pressiométrique	Em (bars)	35	226,73	2575,08	1243,69
	Pl (bars)		15,82	73,98	50,1

Aux caractéristiques géotechniques de cette unité, il a été constaté ce que suit :

-Les poids volumiques secs (γd) varient entre 1.45 et 1.58g/cm3 avec une moyenne de 1.51g/cm3, ce qui traduit l'état peu dense de ces marnes.

-La teneur en eau varie entre 15.50 et 27.90% avec une moyenne de 22.78%, ce qui indique que l'état de cette unité est légèrement humide

-L'analyse granulométrique effectuée sur cette unité a mis en évidence un pourcentage moyen de la fraction fine passante à 0.08mm de 95.5% et un taux moyen des passants à 2mm de 100.0%, ce qui traduit un sol fin.

-Les limites d'Atterberg montent une valeur moyenne de la limite de liquidité (W_L) de 55.04%, un indice de plasticité (I_P) variable entre 23.59 et 34.49% avec une valeur moyenne de 29.32%,ce qui traduit le comportement plastique de cette marne.

-Les paramètres de compressibilité mesurés à partir des essais œdométriques indiquent une valeur moyenne de la contrainte de pré-consolidation (Pc) de 191 KPa, un coefficient de compressibilité (Cc) de 0.198 et un indice de gonflement (Cg) de l'ordre de 0.061 en indiquant une marne moyennement compressible et gonflante.

-L'essai de la compression simple présente une valeur moyenne de 0.81MPa, ce qui indique larésistance faible de ces marnes

-En ce qui concerne les paramètres pressiométriques, la valeur moyenne du module pressiométrique de (Em) de 1243.69bars et une valeur moyenne de la pression limite (Pl) de l'ordre de 50.10bars, ce qui confirme l'état consolidé de cette unité.

7) Conditions de réutilisation

Sur la base de la classification GTR par les résultats des sondages carottés et des puits de reconnaissance, L'évaluation de la réutilisation des matériaux a été faite comme suit :

-En ce qui concerne les puits de reconnaissance, et puisqu'ils sont réalisés à une profondeur maximale de 2.8m, ainsi que la plupart ont reconnus un refus, les caractéristiques des matériaux identifiées ont indiqués des sols de classe GTR type A2 et A3 qui ne sont pas réutilisables en remblai du fait de leur faible portance.

-Toutefois, les sondages carottés réalisés sur les déblais de différentes hauteurs ont indiqué ce que suit :

1-Matériaux de classe A2 et A3 avec différents états hydriques (th ou ts), ces matériaux s'agissent en particulier des argiles et marnes qui se trouvent en différentes profondeurs et qui ne peuvent être réutilisés en remblai. Ces matériaux de marnes et argiles devront être mis en dépôt définitif.

2-Matériaux de classe B3, B6, s'agissent des tufs argileux graveleux, des graves et cailloux dans une matrices argileuse issus de l'altération des grès et des brèches. Ces matériaux peuvent être réutilisés au sens du GTR, selon l'état hydrique qui est nécessaire de leur humidification souvent pour l'état sec à très sec.

8) CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les recommandations géotechniques à considérer pour la réalisation du projet de la liaisonautoroutière entre le port de ghazaouet et l'autoroute Est-ouest, sont les suivant :

1- Selon la topographie de la région d'étude, il est indispensable de prendre les dispositifs nécessaire vis-à-vis la maitrise de circulation des eaux de surface dans la période pluviale en cours des travaux de remblais afin d'éviter la stagnation de ces eaux sous les assiettes de remblai.

2- Selon les résultats des sondages réalisés sur les zones de grands remblais, dont la majorité présentent des sols argileux moyennement compressible, un compactage intense de l'assiette de remblai est nécessaire pour assurer sa stabilité.

3- Pour une éventuelle remontée de la nappe phréatique dans les zones des remblais, une assiette drainante sous le corps de remblai s'avère nécessaire pour assurer sa stabilité.

4- La stabilité des talus des déblais et remblais doit être vérifier

5- La possibilité de réutilisation des matériaux est proposée en déterminant les caractéristiques sommaires des formations sur la base des résultats des sondages réalisés, cela nécessite une étude détaillée pour chaque type de matériaux au cours des travaux par des essais spécifiques pour une meilleure identification du domaine de réutilisation.

Chapitre VII

Dimensionnement du corps de chaussée

VI) Dimensionnement du corps de chaussée

1) Introduction :

Après avoir achevé les études techniques relatives à la fixation des principaux paramètres de conception géométrique de la route, nous abordons maintenant la phase de dimensionnement de la structure de la chaussée. Notre objectif est de sélectionner la structure de chaussée la plus économique et adaptée au projet, en se basant sur des données telles que la nature du sol traversé, les types de matériaux disponibles et les conditions climatiques.

Le dimensionnement du corps de la chaussée est essentiel pour assurer sa capacité à supporter le trafic pendant une durée déterminée. Il se réfère à l'épaisseur des différentes couches et des matériaux qui seront utilisés pour constituer le corps de la chaussée. Lors de ce processus, il est important de prendre en compte non seulement le trafic actuel, mais aussi le trafic prévu à l'avenir.

Trois paramètres fondamentaux influencent le dimensionnement d'une chaussée :

- L'intensité du trafic de poids lourds.
- La capacité portante du sol, indiquée par son indice CBR.
- La durée de vie souhaitée de la chaussée.

2) Structure de la chaussée

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.

3) Facteurs a considéré dans le dimensionnement

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- La portance du sol.
- Trafic.
- Climat et environnement.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser la méthode de catalogue de dimensionnement Algérien.

4) Méthode du catalogue du dimensionnement des chaussées neuves :

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches dedimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà précalculées. Ces structures pré calculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de Documents

d'accompagnement (normes, guide techniques, recommandations…).

L'utilisation du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fait appel aux paramètres suivants :

- Type de réseau principal ;
- Durée de vie ;
- Les données climatiques ;
- Le trafic ;
- Le sol support de chaussée ;
- Les caractéristiques des matériaux.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'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.

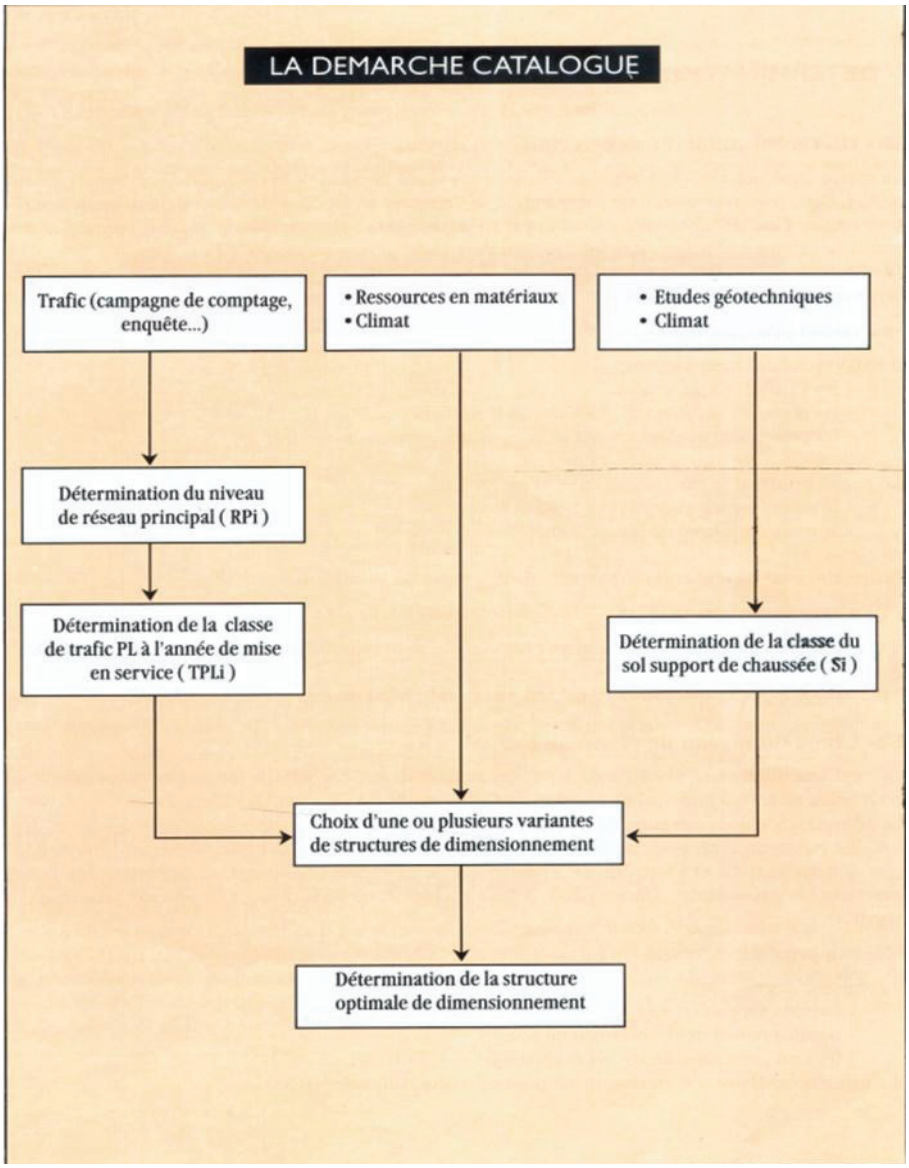


Figure 6- 1 La demarche de catalogue

5) Application de la méthode dans notre projet :

a) Choix du niveau de réseau principal :

On a les résultats suivants obtenues d'après le dimensionnement qui a été

- $TJMA_{2022} = 12800$ v/j.
- $TJMA_{2025} = 14\ 398$ v/j.
- $TJMA_{2040} = 31\ 548$ v/j.

On a :
$TJMA_{2022} = 12800$v/j > 1500 v/j.

Donc le réseau principal est : RP1.

b) Détermination de la classe de trafic TPLi :

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

- chaussées unidirectionnelles à 3 voies donc **80% du trafic de PL ce situe dans la fille lente de la droite.**
- Année de mise en service :2025
- Pourcentage de poids lourds : 16%
- Trafic journalier a l'année de mise en service : TJMA2025=14 398V/J

$$TPLi = 0.16 * 0.8 * 14\,398 = 1\,843 V/J$$

Tableau 6- 1 Classe de trafic poids lourd

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

- **Alors on a un trafic de classe TPL6**

6) Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

La classe de portance du sol est en fonction de l'indice CBR **(ICBR),** dans notre présente étude l'indice CBR compris **entre 0.56 et 0.9**, donc la classe de portance du sol support de la chaussée est **S4** suivant le fascicule de dimensionnement des chaussées neuves algérien (Fascicule 1).

Notre sol nécessite une couche de forme car S4 est de mauvaise portance.

Tableau 6- 2 Classe de sol support

Portance SI	CBR

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

a) Sur classement de sol support :

Et comme notre sol nécessite une couche de forme, d'après le fascicule, on surclasser le sol S4 visé à S2 et on choisit une couche de forme de 60 cm sur deux couches d'épaisseur de 30 cm en Tuf.

Tableau 6- 3 tableaux de sur classement de sol support

Classe de sol-support	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée
S4	Matériaux non traites	60 cm (En deux couches)	**S2**

Après le sur-classement de le sol-support, nous avons obtenu une portance de dimensionnement comme suit :

$$E=5*CBR=50MPA$$

7) Choix de la couche de roulement :

D'après le catalogue de dimensionnement on a les structures suivantes :

- GB/GB
- GB/GNT
- GL/GL
- BCg/GC

Pour la structure de type GB/GB. Le choix de la couche de roulement se fait en fonction de niveaux de réseau principale.

RP1 **: 6BB à 8BB** pour les structures traitées au bitume

a) Donnée de dimensionnement :

On a un réseau principal (**RP1**), une zone climatique **II**, une durée de vie de **20 ans**, le risque est de 5% (r=5%) une portance de sol **(S2)** et une classe de trafic (**TPL6)**.

8) Les données climatiques

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistance, c'est-à-dire température équivalente θeq, en tenant compte de cycle de variation de température de chaque année.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site, d'après le " catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**CCTP 2001**)" le site du projet est (la wilaya de Tlemcen) classé en **ZONE II (Fascicule 1).**

Tableau 6- 4 Choix des températures équivalents

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

Donc on prend une température équivalente égale à **20°** comme montré dans le tableau

9) Prédimensionnement de la chaussée :

On a : - réseau de classe RP1

- durée de vie de 20 ans,
- trafic poids lourd de classe TPL6,
- réalisé avec des MTB (matériaux traités aux liants hydrauliques),

Le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves propose les prédimensionnements suivants :

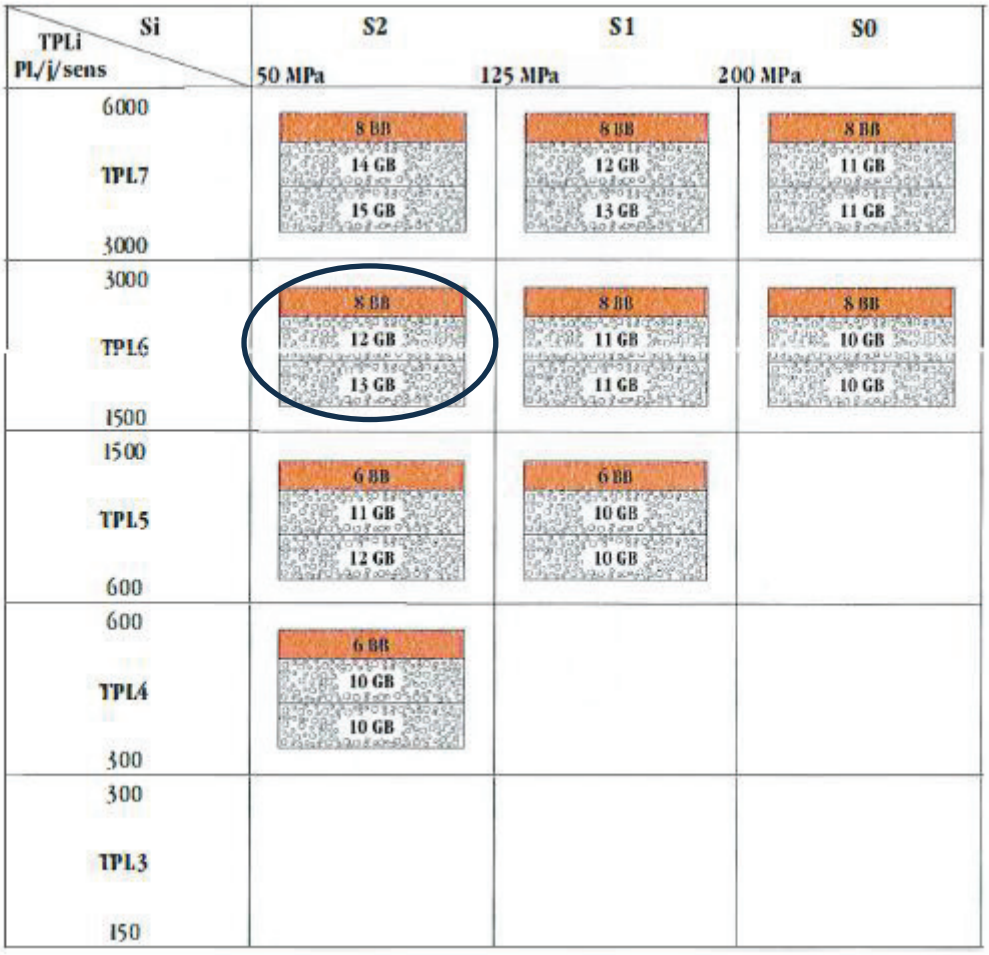


Figure 6- 2 Choix de dimensionnement de la chaussée avec le fascicule 3

D'après le catalogue de dimensionnement des corps de chaussée (fascicule 1 ,2,3)

Alors on prendre : - Une couche de BB de 8cm,

- Première couche de GB de 12cm,
- Deuxième couche de GB de 13cm,
- Première couche GNT de 30cm,
- Deuxième couche de GNT de 30cm.

10) Calcul du trafic cumule équivalent :

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

A : Coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes, dans notre cas A=0.6

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 6- 3 Valeurs du coefficient d'agressivité A.

i : taux de croissance de trafic égale à 4.0%

n : durée de vie de dimensionnement (20 ans)

$TECi = 0.6 \times 365 \times 1\,843 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} = 1.202 \times 10^{7} (essieux\ de\ 13t)$

11) Calcule de déformation admissible sur le sol-support (εz, ad) :

$\varepsilon z,ad = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235} = = 22 \times 10^{-3} \times (1.202 \times 10^{7})^{-0.235}$

$\varepsilon z,ad = 4.771 \times 10^{-4}$

12) Calcul de sollicitation admissible des MTB (εt, ad) :

Avec : εt,adm = ε6(10° ,25HZ) × Kne × Kθ × Kr × Kc

Où:

- **ε6(10° ,25HZ)** : Déformation limitée à 10^6 cycles. avec une probabilité de rupture de50% à 10°C et 25Hz.
- ***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.

Avec :

$$kne = \left(\frac{10^6}{\text{TCEi}}\right)^b ; k\theta = \sqrt{\frac{E(10°C)}{E(\theta_{eq})}} ; kr = 10^{-tb\delta} ; \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} S_h\right)^2}$$

- **b** : Pente de la droite de fatigue.
- **E (10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- **E(θeq)** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

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

- **δ** : La dispersion
- **SN** : dispersion sur la loi de fatigue.
- **Sh** : dispersion sur les épaisseurs.
- **C** : coefficient égal à 0.02.
- **t** : fractile de la loi normale, qui est en fonction du risque adopté (r%).

Voici un tableau récapitulatif des résultats obtenu :

Tableau 6- 5 tableau récapitulatif des résultats de calcul de sollicitation

ε6(10° ,25HZ)	B	SN	SH	c	t	δ	Kne	Kθ	Kr	Kc
100×10^{-6}	-0.146	0.45	3	0.02	-1.645	0.609	1.437	1.336	0.714	1.3

Alors $\varepsilon t,ad$=$100\times10^{-6}\times1.437\times 1.336\times0.714*1.3$

$\varepsilon t,ad$=1.781×10^{-4}

13) Vérification des résultats de calcul par Alize-LCPC

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

$$\xi t < \xi tadm$$
$$\xi z < \xi zad$$

épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	4000,0 collé	0,350	0,000	42,7	0,335	19,8	0,658
			0,080	17,1	0,270	66,9	0,568
0,120	7000,0 collé	0,350	0,080	17,1	0,441	28,9	0,568
			0,200	-20,0	-0,109	36,1	0,193
0,130	7000,0 collé	0,350	0,200	-20,0	-0,109	36,1	0,193
			0,330	-78,9	-0,777	73,9	0,016
infini	50,0	0,350	0,330	-78,9	0,003	266,9	0,016

Figure 6- 4 Résultats de la simulation (ALIZE-LCPC).

Tableau 6- 6 Résultat de calcul et vérification

	Déformations calculées	Déformations admissibles
εz sol support	2.66×10^{-4}	4.771×10^{-4}
εt à la base de GB	0.78×10^{-4}	1.781×10^{-4}

$\varepsilon t < \varepsilon t,ad$ et $\varepsilon z,ad > \varepsilon z$

La structure est **virifié**

14) Ajustement des épaisseurs :

Suite aux résultats précédents, nous avons observé une grande différence entre les déformations admissibles et celles calculées.

Donc, il est possible d'optimiser les épaisseurs des couches proposées.

Alors on vérifie pour : - Une couche de BB de 6cm,

- Première couche de GB de 10cm,
- Deuxième couche de GB de 10cm,
- Première couche GNT de 30cm,
- Deuxième couche de GNT de 30cm.

épaiss. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	71,4	0,527	-9,9	0,658
	collé		0,060	35,0	0,388	48,5	0,600
0,100	7000,0	0,350	0,060	35,0	0,663	8,5	0,600
	collé		0,160	-27,5	-0,173	46,8	0,233
0,100	7000,0	0,350	0,160	-27,5	-0,173	46,8	0,233
	collé		0,260	-113,8	-1,094	104,2	0,023
infini	50,0	0,350	0,260	-113,8	0,004	388,6	0,023

Figure 6- 5 ajustement des épaisseurs avec le logiciel ALIZE III

Après avoir vérifié les déformations, nous avons conclu que l'épaisseur minimale des couches admissible est : - 6 cm pour le BB

- 20 cm pour le GB devisé sur 2 couches de 10cm

Cependant, par mesure de sécurité lors de la réalisation, nous avons choisi d'ajouter 2 cm à chaque couche.

15) Conclusion

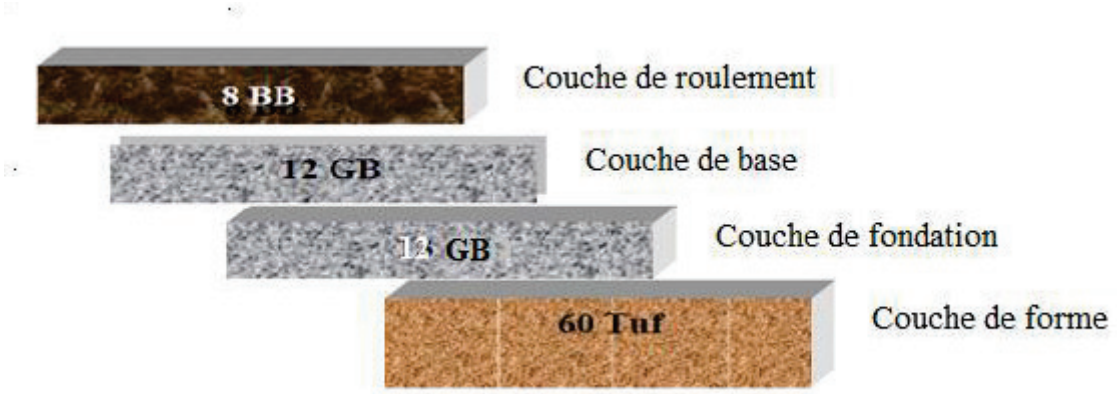
En conclusion les résultats obtenus indiquent les dimensions suivantes concernant les différentes couches de la chaussée :

Couche de roulement : Une épaisseur de 8 cm de béton bitumineux (BB).

Couche de base : Une épaisseur de 12 cm de grave bitume (GB).

Couche de fondation : Une épaisseur de 12 cm de grave bitume (GB).

Couche de forme : Une épaisseur de 60 cm de grave non traité (GNT), répartie sur deux couches.



Figures VIII.14 : La structure finale du corps de chaussée.

Chapitre VII
Assainissement

VII) Assinissement

1) Introduction

L'assinissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates-formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

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

Les différents ouvrages utilises peuvent être regroupées en :

- Réseaux longitudinaux (pieds de talus de déblai, crêtes de remblai, etc.…)
- Liaisons transversales (descentes d'eau traversées sous chaussée).
- Les regards et ouvrages de raccordement.

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

2) Objectifs de l'assainissement routier

L'étude hydraulique d'un projet autoroutière vise à atteindre principalement les objectifs suivants :

- Maintenir l'écoulement naturel des eaux
- Assurer le drainage des eaux
- Assurer le fonctionnement et la durabilité de tous les éléments de plate-forme autoroutière en fonction des contraintes hydrauliques.
- L'estimation du débit de pointe d'une fréquence donnée.
- Réduction du coût d'entretien.
- Éviter les problèmes d'érosions.

3) Les réseaux de canalisation longitudinaux

➢ Fossé de pied talus en déblai

Ces fossés sont prévus au pied des talus en déblai afin de drainer la plate forme et les talus vers les exutoires. Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale, ils sont bétonnés lorsque la pente en profile en long dépasse les **3%**.

➢ Fossé de crête de talus de déblai

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblai des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

- **Fossé de pied de talus en remblai**

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de la vitesse d'écoulement). Ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme, ils permettent de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai par l'intermédiaire des descentes d'eau.

- **Fossé de crête de talus de remblai**

Ce type de fossé pour rôle d'éviter l'érosion du talus due au ruissellement des eaux de pluie lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

4) Les ouvrages transversaux

- **Les buses et dalots**

Les buses et les dalots jouent un rôle prépondérant dans la préservation de la chaussée et la prévention des risques d'inondation. L'emplacement et la dimension des buses et dalots sont déterminés au terme d'une enquête détaillée portant sur les conditions topographiques du site et les cours d'eau environnants, ainsi qu'au calcul de débit.

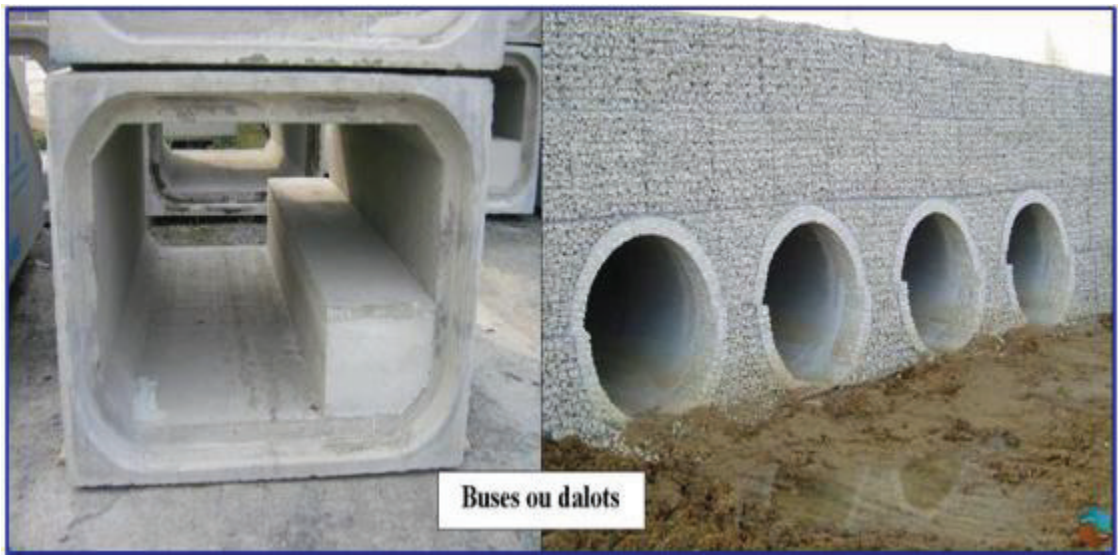


Figure 7- 1 Les ouvrages transversaux

5) Critère de choix

Le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur 4 critères :

- Sa capacité hydraulique.

- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie prend en compte l'aspect sécurité de l'usager.
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux.
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

6) 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 (m^3/s).

Qs : débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

a) Le débit d'apport :

Pour calculer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par les exutoires, on à plusieurs méthodes ont étés élaborés :

- Méthode Rationnelle.
- Méthode de Caquot.
- Méthode Linéaire.

Pour notre cas, on va utiliser la méthode rationnelle, elle est donnée par la formule

$$Q_a = K \times C \times I \times A$$

Avec :

Qa : débit d'apport du bassin versant en en m^3/s.

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

K : coefficient t de conversion des unités (mm/h en L/S) K = 0.278

C : coefficient de ruissellement.

A : aire de la surface drainée (bassin versant) (Km^2).

b) Détermination de l'intensité

Afin d'effectuer l'étude hydrologique et hydraulique des ouvrages et des dispositifs d'assainissement à prévoir sur la liaison autoroutière entre le port de GHAZAOUET et TLEMCEN, nous avons collecté auprès de l'ANRH (l'agence nationale des ressources en eau) les données des stations pluviométriques localisées à proximité du tracé.

Le dépouillement des enregistrements des pluies de ces stations et leurs ajustements statistiques par des lois mathématiques, effectué par les services de l'ANRH nous donne les valeurs des intensités de pluie sous forme des courbes IDF (Intensité – Durée - Fréquence)

Les données et les résultats sont donnés par la station pluviométrique de TLEMCEN

Nom de la station	TLEMCEN
X(Lambert)	132.965
Y(Lambert)	183.714
Altitude (m)	806

Tableau 7- 1 La station de TLEMCEN.

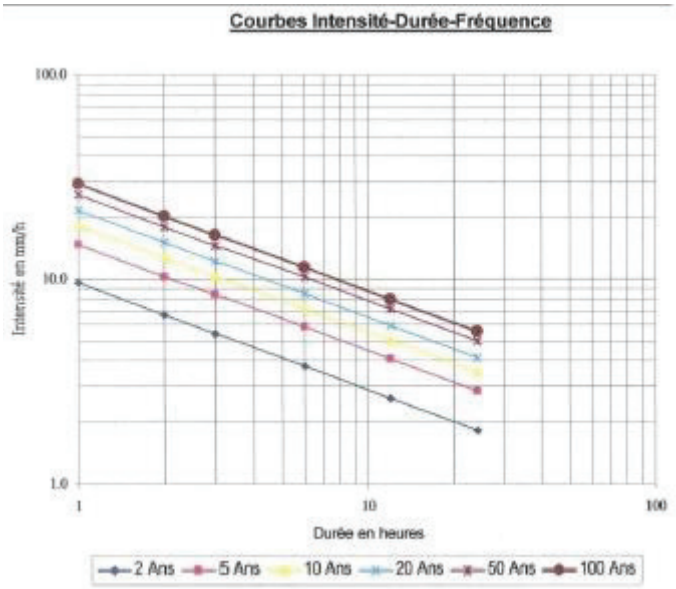


Figure 7- 2 Courbes IDF de la station pluviométrique de TLEMCEN

Pour la détermination de l'intensité on peut également utiliser la formule suivante :

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

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.

c) 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.

d) 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.

Plusieurs formules empiriques existent pour l'estimation du temps de concentration selon la morphologie des bassins versant et leurs caractéristiques géométriques. Selon les surfaces de ces bassins les formules applicables sont les suivantes :

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad \Longrightarrow \text{Si A} < 5 \text{ km}^2\text{, selon (Ventura).}$$

$$Tc = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}} \Longrightarrow \text{Si 5 km}^2 < \text{A} < 25 \text{ km}^2 \text{ (Passini).}$$

$$Tc = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{Hmoy - Hmin}} \Longrightarrow \text{Si 25 km}^2 < \text{A} < 200 \text{ km}^2$$

(Giandotti).

Avec :

Tc : temps de concentration

(heures).

A : surface du bassin versant

(Km^2).

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).

e) Coefficient de ruissellement 'C'

Le coefficient de ruissellement indique le pourcentage de l'eau ruisselante sur un sol saturé par des précipitations antérieures, par rapport à la totalité de l'eau de l'averse. Pour notre cas, on va utiliser la méthode permet l'estimation de ce coefficient C en cumulant trois coefficients partiels :

$$C = C1 + C2 + C3$$

C1 : Dépend de la pente longitudinale du talweg
C2 : Dépend de la nature du sol (perméabilité)
C3 : Dépend de la couverture végétale du bassin versant

Le débit de saturation

L'ouvrage est saturé lorsqu'il coule à plein section. La relation de **MANNING STRICKLER** donne le débit capable à plein section **QS** de l'ouvrage :

$$Q_s = Kst \times sm \times Rh^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

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

Sm : section mouillée.

RH : rayon hydraulique (m).

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

Tableau 7- 2 valeurs des coefficients de Strickler.

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

7) Dimensionnement des ouvrages à projeter dans le projet :

a) 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 7- 3 Caractéristiques des bassins versants.

Bassin versant	PK	Aire (Km2)	Z max (m)	Z min (m)	Longueur (Km)	La pente (m/m)
BV 01	PK40+265	0.244	271	258	0.29	0.05
BV 02	PK40+860	1.002	270	214	1.13	0.05
BV 03	PK41+099	1.954	320	210	2.46	0.04
BV 04	PK42+749	1.43	330	252	1.91	0.04

BV 05	PK43+600	10.32	430	244	7.68	0.02
BV 06	PK44+087	0.049	296	288	0.18	0.04
BV 07	PK44+438	3.449	371	261	3.63	0.03
BV 08	PK46+965	0.177	368	346	0.33	0.07
BV 09	PK47+224	0.038	367	361	0.1	0.06
BV 10	PK47+589	0.31	366	361	0.17	0.03
BV 11	PK48+256	0.111	389	374	0.23	0.07
BV 12	PK48+635	0.112	392	385	0.14	0.05
BV 13	PK49+106	0.201	407	393	0.21	0.07

b) Données climatiques

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

L'indice climatique pour la région de TLEMCEN **b = 0.52**.

Tableau 7- 4 Valeurs des paramètres de Montana

T	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
a (T)	9.6	14.8	18.3	21.6	25.9	29.2

La période de retour pour le dimensionnement des ouvrages est comme suit :

- Les fossés et les buses sont dimensionne avec une période de 10 ans
- Les dalots sont dimensionnés avec une période de 50 ans

c) Calcul du débit d'apport

Par exemple, pour le bassin versant **BV 08**, on a :

$$A = 0.177 \text{ Km}^2$$

$$Tc = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{I}} = 0{,}127 \times \sqrt{\frac{0.177}{0.07}} = 0.202$$

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

$$I = \frac{18.3}{0.2^{0.52}} = 42.26 \text{ mm/h}$$

d) Coefficient de Ruissellement

Tableau 7- 5 Valeurs des Coefficient de Ruissellement

C1	C2	C3
0.08	0.15	0.25

C= C1 + C2+ C3

C= 0.48

$\rightarrow Qa$=0.278 × 0.48 × 42.26 ×0.177=0.998 $m3/s$

Tableau 7- 6 Résultats de calcul des débits.

BV	PK	Surface du BV (Km^2)	Coefficient de ruissellement	Tc (h)	I (mm/h)	Q (m^3/s)
BV01(T=10ans)	40+265	0,244	0,48	0,28	35,44	1,15
BV02(T=50ans)	40+860	1,002	0,48	0,57	34,74	4,64
BV03(T=100ans)	41+099	1,954	0,48	0,89	31,07	8,10
BV04 (T=50ans)	42+749	1,43	0,48	0,76	29,89	5,70
BV05(T=100ans)	43+600	1,032	0,43	0,91	30,63	3,78
BV06(T=10ans)	44+087	0,049	0,48	0,14	50,76	0,33
BV07(T=50ans)	44+438	3,449	0,43	1,36	22,06	9,09
BV08(T=10ans)	46+965	0,177	0,48	0,20	42,05	0,99
BV09(T=10ans)	47+224	0,038	0,48	0,10	60,26	0,31
BV10(T=10ans)	47+589	0,31	0,48	0,41	29,16	1,21
BV11(T=10ans)	48+256	0,111	0,48	0,16	47,47	0,65
BV12(T=10ans)	48+635	0,112	0,48	0,19	43,39	0,6
BV13(T=10ans)	49+106	0,201	0,48	0,22	40,68	1,03

Dimensionnement des ouvrages d'assainissement transversal :

Du au nombre des bassin versants traverser par notre tracer, nous allons prendre deux exemples de dimensionnement avec un calcul détailler : un dalot et une buse

8) Dimensionnement des buses

a) Le débit de saturation

$$Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times Rh^{2/3}.$$

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

- Kst : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriquées).
- Sm : surface mouillée tel que : $\boldsymbol{s_m = \pi \times R^2}$
- Rh : rayon hydraulique tel que : $R_h = \frac{s_m}{P_m} = \frac{1}{2} \times R$= D/4

On a :

$$Q_a = K \times C \times I \times A$$

$$Q_s = Kst \times sm \times Rh^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

$$Q_a = Q_s = k_{st} \times \frac{1}{2}\pi R^2 \times \left(\frac{1}{2}R\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

$$R = \left(\frac{2^{\frac{5}{3}} \times Q_a}{\pi \times k_{st} \times \sqrt{I}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

Pour le BV08 on a :

$$R = \left(\frac{2^{\frac{5}{3}} \times 0.998}{\pi \times 80 \times \sqrt{0.07}}\right)^{\frac{3}{8}} = 0{,}46$$

D= 2 R$\times\frac{100}{80}$ = 2×0.46×1.25 = 1.15m

Alors on prend une buse de **D=1200 mm**

b) Les conditions d'auto-curage :

a) Le débit en plein section :

Qps = ($K_{st} \times J^{1/2} \times \pi\ R^2 \times (R/2)^{2/3}$) = 80 × $0.01^{1/2}$ × π *0.600^2 *$0.300^{2/3}$) = 4.04 $m3/s$

$$Vps = Q_{ps}/S = 4.04 / 1.13 = 3.571\ m/s$$

$$Rq = Q/Qps = 0.99/4.04 = 0.24 \times RV = V/Vps = 0.83$$

$$V = 0.83 \times Vps = 0.83 \times 3.571 = 3.113\ \text{m/s} < 4m/s$$

Condition vérifiée

b) V ≥ 0.6m/s pour Q= 0.1 Qps :

$$Rq = 0.1 \rightarrow Rv = V/Vps = 0.64 \rightarrow V = 0.64 \times 3.571 = 2.285\ \text{m/s} > 0.6\text{m/s}$$

Condition vérifiée.

c) V≥ 0.3m/s pour Q = 0.01Qps :

$Rq = 0.01 \rightarrow Rv = V/Vps = 0.32 \rightarrow V = 0.32 \times 3.571 = 1.143$ m/s >0.6m/s

Condition vérifiée

Tableau 7- 7 Les ouvrages proposés

BV	PK	Qa (m^3 /s)	Diamètre calculé (m)	Diamètre standard (m)	Condition D'auto curage
BV 01	40+265	1,15	1,21	1Ø1500	Vérifiée
BV 06	44+087	0,33	0,76	1Ø800	Vérifiée
BV 08	46+965	0,99	1,15	1Ø1200	Vérifiée
BV 09	47+224	0,31	0,74	1Ø800	Vérifiée
BV 10	47+589	1,21	1,24	1Ø1500	Vérifiée
BV 11	48+256	0,65	0,98	1Ø1000	Vérifiée
BV 12	48+635	0,6	0,95	1Ø1000	Vérifiée
BV 13	49+106	1,03	1,16	1Ø1200	Vérifiée

9) Dimensionnement des dalots

Pour ce dimensionnement nous prenons le cas du BV 12 :

a) 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 ρ = 0.8h

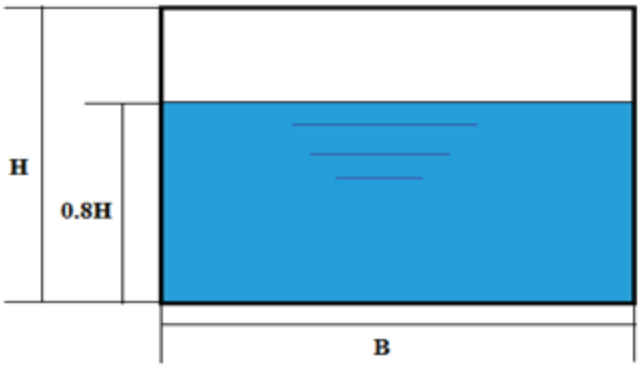


Figure 7- 3 Dimensions d'un Dalot

On a :

- Périmètre mouillé : $P_m = 2 \times 0.8 \times (H + B)$
- Section mouillée : $s_m = 0.8 \times H \times B$
- Rayon hydraulique : Rh = $\frac{0.8H*L}{2*0.8H+L}$
- Pente longitudinale de l'ouvrage i

$$Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times R_H^{2/3}$$

$$Q_s = K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8H \times L \times \frac{0.8H*L}{0.8H*2+L}$$

Dans notre cas K_{st} = 70 (béton) et J 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. $Q_s \leq Q_a$

$$Q_a \leq K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8 \times h \times L * \left(\frac{0.8H*L}{2*0.8H+L}\right)^{\frac{2}{3}}$$

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

b) Application au projet :

BV 07 :

Le calcul hydrologique du bassin versant numéro 7

on a trouvé un débit de Qa=9.09 m^3/s ; et donc :

$$Q_a \leq K_{st} \times J^{1/2} \times 0.8 \times H \times L \times \left(\frac{0.8 \times H \times L}{2 \times 0.8H+L}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H \geq \frac{1}{0.8 \times L} \times \left(\frac{Qa}{Kst \times J^{0.5}}\right)^{\frac{3}{5}} \times (1.6H+L)$$

On fixe B = 2 et par calcul itératif, on trouve : H = 1.43 m ;

Alors on prend un dalot de 2 m de hauteur et 2 m de largeur **(2m×2m)**.

La vérification

Vérification de la vitesse :

$V=\frac{9.09}{3.2}$=2.84 m/s < 4m/s

Condition vérifiée.

Vérification de la hauteur critique :

$hc=\sqrt[3]{\frac{Qa^2}{g \times B^2}}$ = 1.273 m < 2 m

Condition vérifiée

Tableau 7- 8 Les solutions proposées

BV	PK	Qa	Dimensions (m)
BV 02	40+860	4.64	2m×1.5m
BV04	42+749	5.70	2m×1.5m
BV 07	44+438	9.09	2m×2m

10) Tableau récapitulatif des ouvrages d'assainissement transversal :

Voici un tableau récapitulatif des ouvrages d'assainissement, note que certains bassins versant sont traversés par des ouvrage d'art :

Tableau 7- 9 tableau récapitulatif de tous les ouvrages hydrauliques

Bassin versant	PK	Type	Nombre	Dimension
BV 01	PK40+265	Buse	1	Φ1500
BV 02	PK40+860	Dalot	1	2x1.5
BV 03	PK41+099	OA	/	/
BV 04	PK42+749	Dalot	1	2x1.5
BV 05	PK43+600	OA	/	/
BV 06	PK44+087	Buse	1	Φ800
BV 07	PK44+438	Dalot	1	2x2
BV 08	PK46+965	Buse	1	Φ1200
BV 09	PK47+224	Buse	1	Φ800
BV 10	PK47+589	Buse	1	Φ1500
BV 11	PK48+256	Buse	1	Φ1000
BV 12	PK48+635	Buse	1	Φ1000
BV 13	PK49+106	Buse	1	Φ1200

11) 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 40 + 265 au PK 40 + 750 de longueur 485 m.

On dimensionne que pour le coté talus déblai.

Tableau 7- 10 les sous basins versant de la chausse

SBV	Longueur (m)	Aire (Km)	Pente
BDU+ Chausse	13.5	0.0065475	2.5 %
Bermes	1	0.000485	8 %
Talus	25	0.01152269	50%

a) Calcul de débit d'apport Qa :

Toute les surface des SBV sont inférieure à 5 km2, donc :

SBV	Tc	I(mm/h)	Q (m3/s)
BDU+ Chausse	0.065	75.81	0.066
Bermes	0.011	190.95	0.012
Talus	0,0193	142,548	0,2191

Le temps de concentration de chaque SBV est calculé en utilisant la formule de VENTURA, tandis que l'intensité est déterminée par la formule de Montana pour une période de retour de 10 ans. Le débit est évalué à l'aide de la méthode rationnelle. Tous les résultats obtenus sont résumés dans le tableau.

Tableau 7- 11 Résultats des calculs

Qa=Q1+Q2+Q3=0.2971(m3/s)

b) Calcul du débit de saturation (Qs)

Calcul de la surface mouillée :

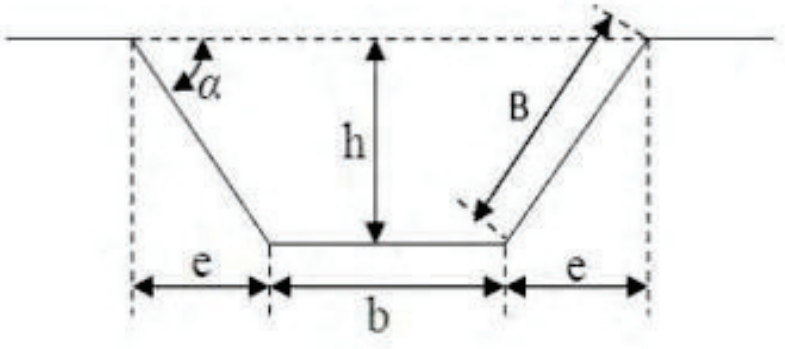


Figure 7- 4 schémas des caractéristiques géométrique du faussée

$S_m = h.\ (b + \tan(\alpha).\ h)$

Calcul du périmètre mouille :

$P_m = b+2h.\sqrt{1 + tan(\alpha)^2}$

Calcul du rayon hydraulique :

$$R_H = \frac{Sm}{Pm} = \frac{h.(b+tan(\alpha).h)}{b+2h.\sqrt{1+tan(\alpha)^2}}$$

On suppose un fossé en béton (KST=70) de pente de terrain naturel J=1% avec les dimensions suivantes :
b=0.5m, h=0.5m et α=45°.

$Qs = K_{st} \times J^{1/2} \times Sm \times R_H^{2/3}$

$Qs = 70 \times 0.01^{1/2} \times 0.5 \times 0.26^{2/3}$

$\boldsymbol{Qs = 1.42(m3/s)}$

On a :
Qs = 1.42m3/s > Qa= 0.2971 m3/s, **condition vérifiée**

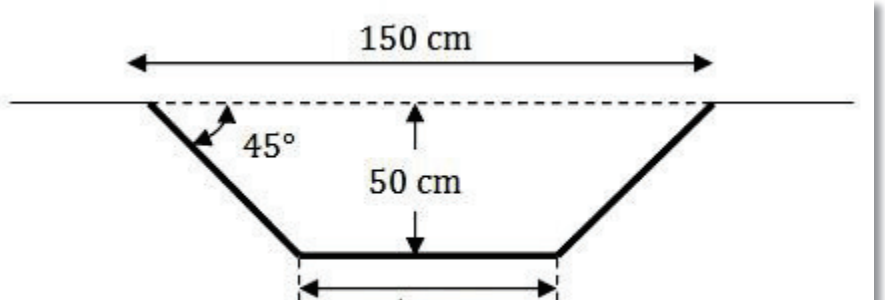


Figure 7- 5 Dimensions d'un fossé.

CHAPITRE VIII
CONCEPTION D'ECHANGEUR

VIII) CONCEPTION D'ECHANGEUR

1) Introduction

Un échangeur autoroutier est un système de routes interconnectées qui permet aux conducteurs de passer d'une voie rapide à une autre ou de quitter l'autoroute pour emprunter un autre type de route. Les caractéristiques principales de ces échangeurs incluent un faible risque d'accident et un transit facile des véhicules sans aucun croisement au niveau de la route. En effet, la majorité des échangeurs autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre. Ces échangeurs jouent un rôle majeur dans le transit automobile et la sécurité des routes.

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.

2) Les Types d'échangeur

Le type d'échangeur est fonction de :

- La catégorie et les classes des routes en croisement
- L'implantation des différents courants tournants avec leurs volumes (débits) respectifs.

Les principaux types d'échangeurs sont :

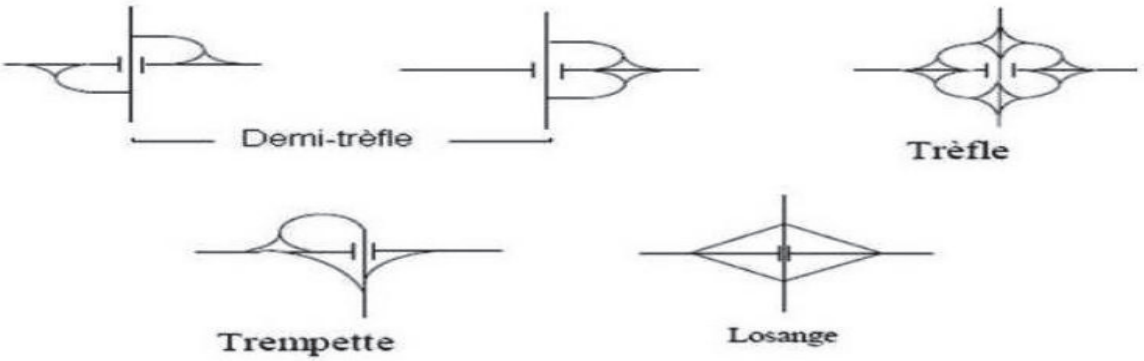
a) Echangeur majeur

Échangeur majeur : raccordement Autoroute- Autoroute. (Trèfle complet, bifurcation).

b) Echangeur mineur

Raccordement d'une autoroute a une route ordinaire on a 3 types :

- Losange
- Demi-trèfle
- Trompette



Figures 8- 1 les différents types d'échangeurs

3) Choix du type de l'échangeur

Les choix d'un type d'échangeur et sa conception dépendent de certaines considérations dont les plus importantes sont :

- La catégorie de la route.
- La vitesse sur l'autoroute est de 130km/h.
- La vitesse sur la route pénétrante est de 110km/h.
- La vitesse sur l'échangeur : On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=70 Km/h

C'est un échangeur situe dans le Pk 50+068, qui relie la pénétrante autoroutière avec l'autoroute Est-Ouest.

Donc l'échangeur le plus adéquate est de type trempette.

4) Caractéristiques géométriques des bretelles

Pour les diffuseurs, généralement, les bretelles sont à 1 voie (d'après l'ICTAAL 2015).

5) Tracé en plan des bretelles

Valeurs limites des rayons :

Par convention, un rayon en plan est mesuré par rapport au bord intérieur de la chaussée.

Le rayon minimal est de 40 m. Mais, à l'exception des boucles, le rayon de la première courbe

rencontrée en sortie doit être au moins de 100 m.

En boucle, il n'est pas conseillé de recourir à des rayons excédant 60 m.

Le rayon minimal non déversé (Rnd) est de 300 m.

a) Enchainement des éléments du tracé en plan

Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes.

Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition : $R1 \leq 2R2$, où R1et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrée.

b) Raccordement progressif

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : 6R0.4 et $7|\Delta\delta|$; où R note le rayon de courbure (en m), et $\Delta\delta$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'usager

6) Profil en long des bretelles

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont :

Tableau 8- 1 Valeurs du profil en long

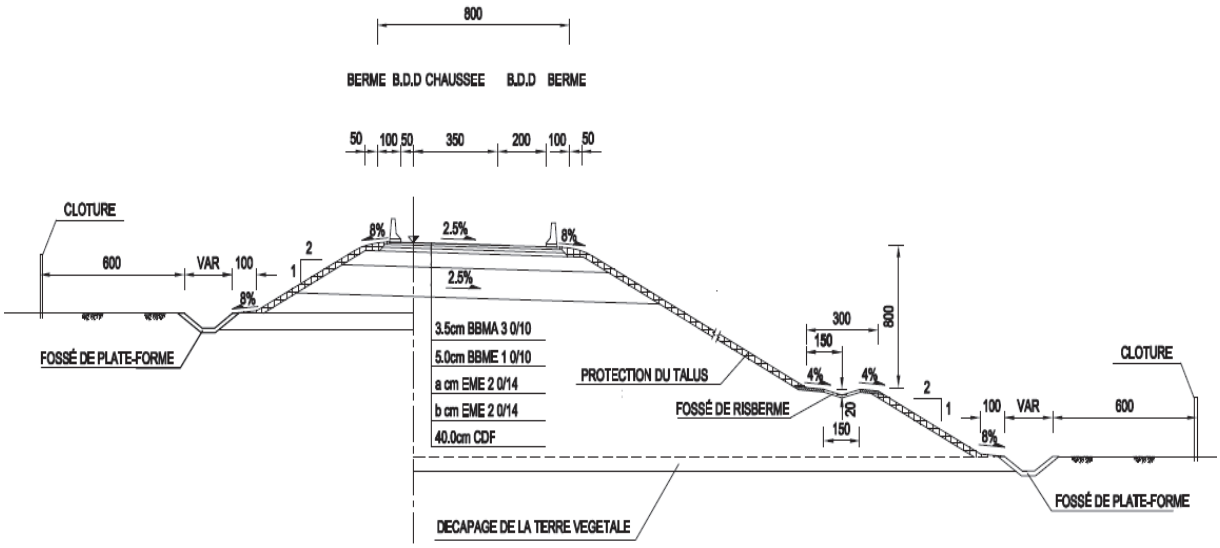
Déclivité maximale	**6 %**
Rayon minimal en angle saillant	1500 m
Rayon minimal en angle rentrant	800 m

7) Profil en travers des bretelles

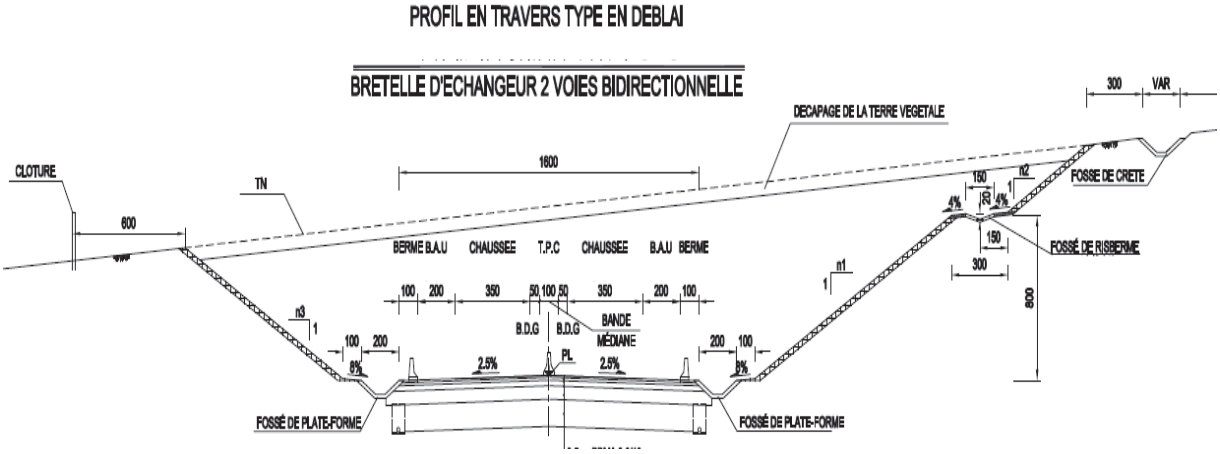
Largeur des éléments du profil en travers

Pour les diffuseurs, les bretelles unidirectionnelles sont constituées de : (COMPLEMENTS à l'ICTAAL, 2015) [3]

- Une voie de 3,5m (Dans une courbe de rayon inférieur à 100 m, une sur largeur de 50/R par voie est à introduire).
- Une bande dérasée de gauche BDG de 0,5m.
- Une bande dérasée de droite BDD de 1m (Lorsque l'enjeu le justifie, fort trafic PL par exemple, l'accotement peut être aménagé pour offrir une largeur roulable de 6 m : on prend BDD revêtue de 2 m).



Figures 8- 2 Profile en travers type Bretelle d'échangeur 1 voie



Figures 8- 3 Profile en travers type Bretelle d'échangeur 2 voie bidirectionnelle

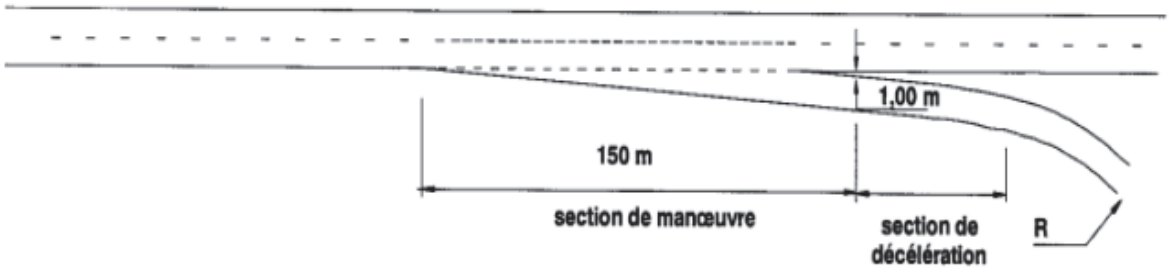
8) Raccordement avec l'autoroute

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'accélération, et en sortie par une voie de décélération.

9) La zone de décélération

a) Le dispositif de sortie comporte successivement :

La section de manœuvre est un biseau situé à proximité de l'autoroute, mesurant 150 mètres de long. Jusqu'à ce que le musoir de divergence atteigne 1 m de large.
À la fin de la section de manœuvre, une section de décélération permet de passer de la vitesse normale (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la vitesse correspondant au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de 1,5 m/s2.
En sortie, il est vivement recommandé d'utiliser un rayon supérieur à 120 mètres (pour le premier rayon rencontré).

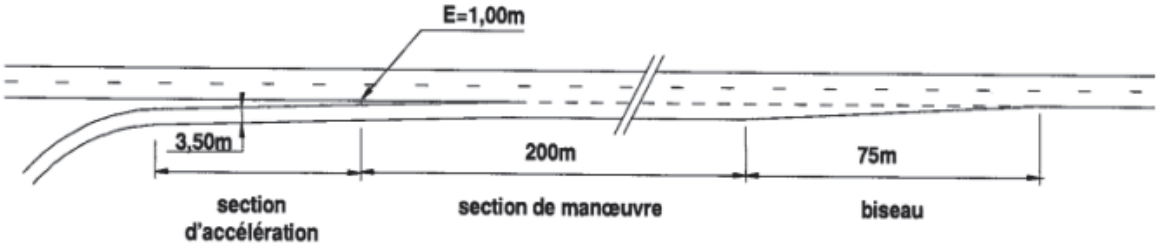


Figures 8- 4 Dispositif de sortie de l'autoroute

b) La zone d'accélération

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération doit permettre d'amener le véhicule à une vitesse conventionnelle d'au moins 55km/h au niveau du point E=1.00m pour une accélération de 1m/s². Sa longueur dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle.
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m.
- Un biseau long de 75 m.



Figures 8- 5 Dispositif d'entrée de l'autoroute

10) Visibilité

a) Visibilité sur une entrée d'autoroute

La distance de visibilité pour la voie de droite de l'autoroute doit être au moins égale à la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule entrant.

Distance d'arrêt (da)= distance de freinage + distance de perception/réaction.

da= 2V+V2 /2g (γ(v) +p)

Avec :

V en m/s

γ (v) : décélération moyenne exprimée en fraction de g.

p : la déclivité, en valeur algébrique

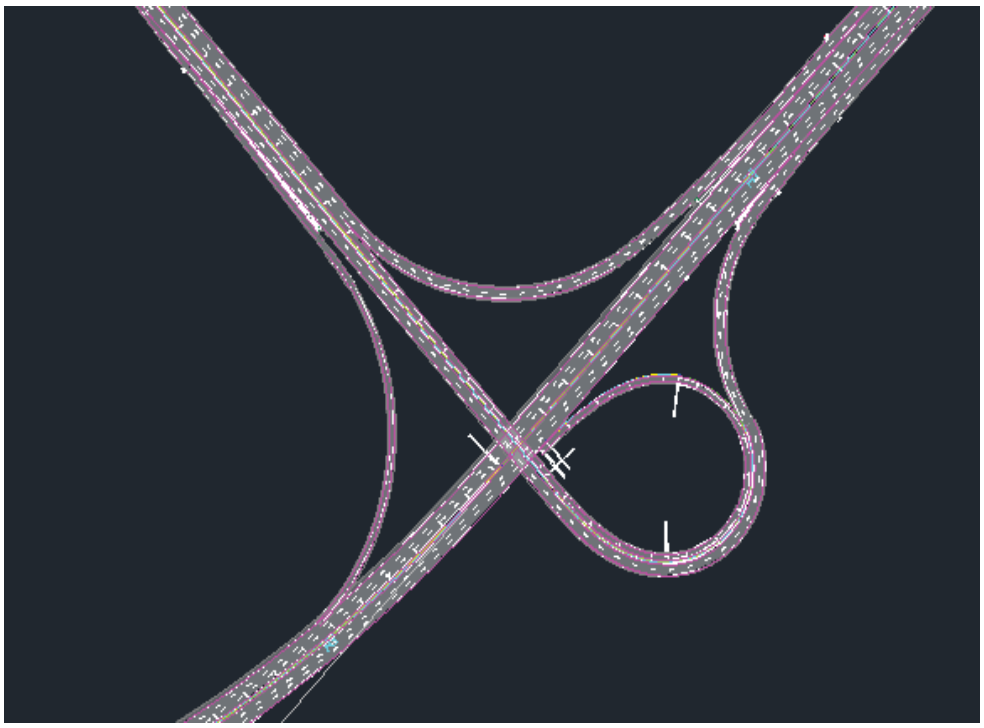
Pour les rayons R<5V, (V en Km/h et R rayon de courbe en m) : la distance de farinage est majorée de 25%.

b) Visibilité sur une sortie d'autoroute

Distance de manœuvre de sortie dms : Qui permet de définir également les changements de files en section courante : dms = 6V (V en m/s).

Distance De Visibilité Sur Marquage : une distance de visibilité dvm est nécessaire sur les marquages limitant sa voie au début de l'arc de circulation : dvm = 3v (v en m/s)

Distance de lecture Lc : définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation : Lc = 5v (v en m/s).



Figures 8- 6 conception en plan d'échangeur

CHAPITRE IX
SIGNALISATION

IX) SIGNALISATION

1) Introduction

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, elle permet d'assurer le guidage des usagers en leur donnant des informations d'aide à la conduite et au déplacement sur un itinéraire donné, dans le but de réduit les causes d'accident et faciliter la circulation et de la rendre plus sûre.

La signalisation doit être homogène, rapidement visible et compréhensible, suffisante et non sur abondante.

La circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous.

2) Règle et l'objectif de la signalisation routière

a) Règle à respecter pour la signalisation

- L'homogénéité : cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Respecter les règles d'implantation et de pose.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

b) L'objectif

La signalisation routière a pour rôle :

- De rendre plus sure et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indique et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

.

3) Catégories de signalisation

a - Lorsqu'on considère les types de dispositifs utilisés par la signalisation, on distingue :

- Signalisation par panneaux
- Signalisation par feux
- Signalisation par marquage des chaussées

- Signalisation par balisage

b - Lorsqu'on considère les fonctions assurées par la signalisation, on distingue :

- La signalisation permanente.
- La signalisation temporaire.
- La signalisation dynamique.

4) Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.

- Signalisation horizontale.

a) Signalisation horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tousles 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 :

Marquages longitudinaux :

- 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

Marquages transversaux :

- Lignes d'arrêt.
- Lignes céder le passage.
- Passage pour piétons.

Modulation des lignes discontinues

Modulation	Désignation des marques	Largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à troisvoies, 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 oud'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T2"	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T3"	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans lesbretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U

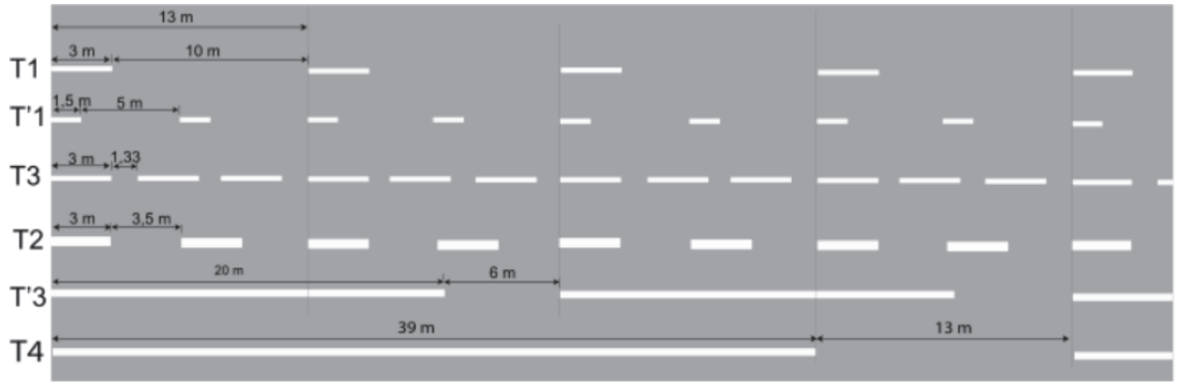
Figures 9- 1 Modulation des lignes discontinues

Types de marquages longitudinaux

Les modulations des lignes discontinues sont recapitalisées dans la figure suivant :

Type de marquage	Type de modulation	Largeur de trait (en cm)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapports pleins vides
Axial longitudinal	T_1	3	10	1/3
	T'_1	1,5	5	1/3
	T_3	3	1,33	3
rive	T_2	3	3,5	1
	T'_3	20	6	3
	T_4	39	13	3
Transversal	T'_2	0,5	0,5	1

Figures 9- 2 Les caractéristiques des lignes discontinues



Figures 9- 3 Types de marquages longitudinaux

b) Signalisation verticale

Lors de chaque déplacement, les usagers croisent des panneaux de signalisation, aussi nommés “éléments de signalisation verticale”. Ce type de signalisation répond à trois missions fondamentales :

- Avertir des dangers à l'aide des panneaux triangulaires
- Signaler une interdiction ou une obligation à l'aide des panneaux ronds
- Donner des indications et des informations lors d'un trajet.

• Signalisation d’obligation et interdiction :



Figures 9- 4 panneaux de signalisation d'obligation et interdiction

• Signaux de danger :



•

Figures 9- 5 panneaux triangulaires de danger

Signaux de direction :



Figures 9- 6 panneaux de signalisation de direction

• Signaux de priorité ;

- Signaux routiers de prescriptions particulières ;
- Signalisation routière d'information, d'installation ou de service ;
- Signaux de direction, de jalonnement ou d'indication ;

Remarque :

Pour les signaux de danger ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée). Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

CHAPITRE X
ETUDE D'IMPACT

X) ETUDE D'IMPACT

1) INTRODUCTION

La réalisation d'une construction de l'autoroute encourage le développement économique et social d'un pays d'un côté, de l'autre côté, elle exerce des impacts négatifs en long terme sur l'environnement le long du tracé.

L'étude d'impact sur l'environnement a pour objectif de mesurer les effets du projet sur l'environnement, vise à déterminer l'insertion du projet dans son environnement, et de proposer des mesures d'atténuation adéquates pour réduire, supprimer les effets nocifs et vérifier la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement.

2) Cadre juridique :

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie se fait conformément au décret n90-78 du 27 février 1990, une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaille du projet
- Une analyse de l'état initiale de site et de son environnement
- Analyse des conséquences due au projet et essayer de réduire, supprimer l'impact négatif

3) OBJECTIFS D'UNE ÉTUDE D'IMPACT

L'étude d'impact sur l'environnement permet d'identifier et d'évaluer les effets directs et indirects à court et à long terme d'un projet et d'essayer de proposer des mesures d'atténuation pour réduire au maximum les effets négatifs de ce projet

Cette étude vise à :

- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- 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.

4) Composantes environnementales et enjeux locaux :

La description de l'état initial du milieu d'insertion a permis d'identifier les principales composantes environnementales susceptibles d'être affectées par le projet. Ces composantes comprennent notamment les éléments suivants :

a) MILIEU PHYSIQUE

- Sols et relief
- Eaux de surface et souterraines

- Qualité de l'air

b) MILIEU BIOLOGIQUE

- Faune terrestre et son habitat
- Végétation terrestre

c) MILIEU HUMAIN

- Milieu bâti
- Circulation routière
- Infrastructures publiques
- Climat sonore
- Paysage

5) Impact du projet sur l'environnement

On a deux types d'impacts sur l'environnement

a) Impacts positifs

- Le développement du tourisme dans la région.
- Sur les activités socio-économiques par la création de nouveaux emplois par la création d'emplois temporaires (la construction du projet au profit de la main d'ouvre locale) et permanents (pour les besoins d'entretien).
- L'amélioration des conditions de circulation.
- Amélioré la sécurité routière avec le Transfer du trafic de les routes nationaux vers l'autoroutes qui présentes de meilleures caractéristiques géométriques et moins accidentelles.
- Développement de l'économie de la région et de la paye avec la liaison du port
- Développement de réseau routier de la région

b) Impacts négatifs

- Risque de pollution des oueds et les eaux souterraines
- Risque sur l'agriculture notre projet est implanté sur un site agricole, qui présente une activité économique importante pour la région.
- Coupures temporaires des réseaux lors de déroulement des travaux (route, gaz, électricité…)
- La nuisance génère à la circulation des véhicules
- Changement de la qualité esthétique du paysage et de l'environnement.

- Impact lié à l'installation de chantier et de base de vie :
- Impact lié aux travaux d'aménagement de site : Comme l'ouverture des pistes d'accès au chantier, les zones de stockage des déblais.

6) Mesures prises pour minimiser les impacts :

Il est important de définir les mesures qui peuvent être prises pour prévenir ou limiter les effets négatifs du projet sur l'environnement.

a) Mesure prévue pendant la phase de construction

- ✓ Organisation des heures de circulation des engins et équipement hors heure des pointes.
- ✓ Choisir les lieux d'installation de la centrale d'enrobage loin des zones d'habitation et d'exploitation.
- ✓ Arrêter les moteurs des équipements électriques ou mécaniques non utilisés, incluant également les camions en attente d'un chargement afin de réduire la perturbation du milieu par le bruit.
- ✓ Préalablement aux travaux et selon un délai suffisant, aviser la population de la date de début des travaux.
- ✓ Prévoir la mise en place d'une signalisation routière adaptée informant les usagers de la route des travaux en cours et, au besoin prévoir et afficher des trajets alternatifs.
- ✓ Éviter d'endommager ou de blesser les arbres situés à proximité de la zone immédiate des travaux.
- ✓ Identifier les arbres à abattre à l'aide de repères et procéder à la récupération des branches et du bois en vue de leur disposition.
- ✓ Maintenir les véhicules de transport et la machinerie en bon état de fonctionnement afin d'éviter les fuites d'huile, de carburant ou de tout autre polluant.
- ✓ Récupération et évacuation régulière des déchets du chantier.
- ✓ À la fin des travaux, nettoyer le site, niveler les sols remaniés et procéder rapidement à la plantation d'arbres ou d'arbustes afin de contrôler l'érosion des sols.

b) Mesure prévue pendant la phase d'exploitation

- Aménager des regards séparateurs d'huile et de graisse afin de limiter la pollution générée par les eaux pluviales, en captant les huiles et les sédiments, dans les portions plus sensibles**.**

- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs afin de réduire la perturbation du milieu par les gaz d'échappement, la fumée, la poussière ou toute autre nuisance.
- Recouvrir à l'aide d'une bâche fixée solidement les camions transportant les matériaux granulaires.
- Protection et préservation de la faune par la réalisation de passage
- Établir l'horaire de travail de façon à réaliser les travaux bruyants
- Végétalise les pentes afin de stabiliser les talus pour éviter l'érosion et favoriser la végétation
- En plantant des arbres et des plantes le long de la route, on peut aider à restaurer l'écosystème local et à améliorer la qualité de l'air

7) CONCLUSION

La réalisation de n'importe quel projet routier engendre des effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de construction et durant son exploitation mais ces effets sont minimes par rapport aux avantages que cette route va offrir.

Le but de notre étude est de minimiser l'impact négatif sur l'environnement de la région, ce qui rendre cette étude indispensable dans tout un début de projet afin de minimiser le maximum les impacts négatifs dans tous les milieux (physique, biologique, humaine).

Chapitre XI
Devis quantitative estimatif

XI) Devis quantitative estimative

Tableau 11- 1 Devis quantitative estimative

NO	Désignation des Travaux	Unité	Prix unitaire	Quantité	Prix Total DA
1	**Opérations préliminaires**				
1.1	Acquisition de terrain	m^2	850	560000	476,000,000.00
1.2	Installation et repliement du chantier et repliement	Forfait	3%		545,858,985.30
1.3	Etude d`exécution	Forfait	0.2%		36,390,599.02
S/Total 1					**1,058,249,584.32**
2	**Terrassements**				
2.1	Déblais de grandes masses y compris transport à la Décharge publique	m^3	650	654610.433	425,496,781.70
2.2	Déblais réutilisables en remblais, y compris transport au niveau du dépôt	m^3	800	137848	110,278,880.00
2.3	Remblai en provenance y compris transport	m^3	950	887056.7	842,703,865.00
S/Total 2					**1,378,479,527.70**
3	**Ouvrage d'art**				
3.1	Réalisation ouvrages d'art type viaducs (Linéaire) V1=430 ml; V2=380 ml; V3=120ml;	ml	2125000	930	1,976,250,000.00
S/Total 3					**1,976,250,000.00**

4	**Chaussée**				
4.1	Fourniture et mise en œuvre d'une couche deforme en GNT 1.8t/m3	t	1850	183512,3	339,497,755.00
4.2	Fourniture et mise en œuvre des couches de GB	t	8000	66754,9	534,039,200.00
4.3	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de roulement en BB	t	8600	21280,5	183,012,300.00
4.4	Couche d`imprégnation en cut-back	t	80000	379	30,320,000.00
4.5	Emulsion	t	100000	87	8,700,000.00
S/Total 4					**1,095,569,255.00**
5	**Assainissement etdrainage**				
5.1	Construction de fossé latéral trapézoïdal	ml	7000	20000	140,000,000.00
5.2	Fourniture et pose de buses de diamètre 1500mm	ml	48000	120	5,760,000.00
5.3	Réalisation dalot en béton armé Dim 3,00 X 2,00	U	641250	27	17,313,750.00
5.4	Réalisation dalot en béton armé Dim 2,00 X 2,00	U	492750	54	26,608,500.00
S/Total 5					**189,682,250.00**
6	**Signalisation etéquipements**				
6.1	Marquage longitudinal de délimitation de TPC	ml	10000	90	900,000.00
6.2	Marquages longitudinauxde délimitation de voies sur chaussée type Tl de largeur 2U	ml	6415	40	256,600.00
6.3	Marquages longitudinaux de	ml	20850	40	834,000.00

	délimitation d'une BAU de type T4 de largeur 3U				
6.4	Autres marquages sur chaussée (Flèches de direction)	Unité	25	300	7,500.00
6.5	Marquages des points de divergence et de convergence par hachures	m^2	575	260	149,500.00
6.6	Fourniture et pose de portiques de signalisation	Unité	4	4,000,000.00	16,000,000.00
6.7	Fourniture et pose de panneaux très grande gamme(TGG) pour autoroute	Unité	30	20,000.00	600,000.00
6.8	Fourniture et pose de panneaux grande gamme (GG) pour l'échangeur	Unité	15	7,000.00	105,000.00
6.9	Mise en œuvre des glissières en béton armée	ml	10000	45000	450,000,000.00
S/Total 6					**568,852,600.00**
7	**Environnement et paysage**				
7.1	Fourniture et installation des murs anti-bruit	ml	300	6300	1,890,000.00
S/Total 7					**1,890,000.00**
THT					**6,268,973,216.32**
TVA 19%					**1,191,104,911.1008**
MONTANT TTC					**7,460,078,127.42**
Montant TTC/KM					**746,007,812.74**

On a estimé que le projet va couter à peu près : Sept milliards quatre cent soixante millions soixante-dix-huit mille cent vingt-sept dinars algériens avec toutes taxes comprises.

XII) Conclusion générale

A la fin de ce travail, nous avons exposé les différentes étapes de réalisation d'une autoroute selon les différents guides et normes algériennes tels que le guide des terrassements routiers (**GTR- fascicules 1** et **2**), le catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves **CTTP** et **L'ICTAAL**, et en utilisant des logiciels de calcul importants dans le domaine de la construction routière, qui sont : **covadis**, **Alizée LCPC** et **Autocad**. L'étude est basée sur la géométrie de la route, en effet à travers les différents profils en long et en travers ainsi que le tracé en plan qui doit être en équilibre entre les besoins en visibilité et les contraintes spécifiques du projet, nous avons pu :

- Identifier et choisir la forme et l'allure de notre autoroute.
- Mettre en évidence les largeurs des voies, des accotements, des fossés et de l'emprise.
- Limiter les pentes de talus qui conditionnent la stabilité, les pentes transversales de la chaussée et des accotements indispensables pour un bon écoulement des eaux.

A partir de l'étude géotechnique, nous avons classé le sol support de chaussé qui est un sol de faibles caractéristiques mécaniques de classe **S4**, ce qui justifie l'emploi et l'ajout d'une couche de forme de 60 cm de Tuf mise en place en 2 couches et qui donnera au sol une meilleure portance. Ainsi, la chaussée obtenue comporte :

- Couche de roulement 8 cm en BB
- Couche de base 12 cm en GB
- Couche de fondation 12 cm en GB
- Couche de forme 60 cm en Tuf

Concernant les travaux d'assainissement et les équipements de notre projet, nous avons proposé les différents moyens utilisés pour assurer un bon écoulement des eaux et bien sûr assurer le confort et la sécurité des futurs usagers.
Ce projet était une expérience pleine de connaissance, et une première étape pour entrer dans le monde du travail, nous avons appris à gérer les problèmes techniques qui nous seront confrontés sur le terrain, nous avons également appris que la maitrise des techniques et de la programmation joue un rôle majeur pour la facilitation et la réalisation des études.

XIII) BIBLIOGRAPIE

- ICTAAL 2000 : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- Rapport explicatif de l'étude du trafic (document de l'ADA)
- Rapport hydraulique (document de l'ADA)
- Rapport explicatif de signalisation (document de l'ADA)
- Rapport explicatif SUR L'impact sur l'environnement (document de l'ADA)
- Le rapport géotechnique (document de l'ADA)
- Ancien mémoire de fin d'étude
- Les cours de l'école pendant 3ans (hydraulique, Route, Esquisse, GTR, MDS…)
- Catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1,2 et 3 (CTTP 2001)
- Guide des terrassements routiers GTR
- Site internet; SCRIBD; google scholar
- Logiciels utilisés : Covadis. Autopiste 2016 ; Autocade 2016 ; ALIZE –LCPC ; GLOBAL MAPPER
- Pour les image: google earth; google maps; google image

ANNEXE

Axe En Plan

Nom du dessin HM GHAZAOUA BL CUBATE.dwg
Nom de l'axe Projet Ghazaouat - ENSTP
Table associée Aucune...
Date du listing 12/04/2024 à 22:33:35

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	144.32gr	111,038	0,000	630978,317	3873066,752
Arc 1	Rayon	-1000.000 m	176,768	111,038	631063,512	3872995,540
	Centre X	630422.177 m				
	Centre Y	3872228.278 m				
Droite 2	Gisement	155.58gr	407,970	287,806	631188,440	3872870,805
Arc 2	Rayon	2000.000 m	257,651	695,776	631450,572	3872558,193
	Centre X	632983.098 m				
	Centre Y	3873843.247 m				
Droite 3	Gisement	147.38gr	590,527	953,427	631628,361	3872371,959
Arc 3	Rayon	-1000.000 m	46,406	1543,954	632062,779	3871971,955
	Centre X	631385.411 m				
	Centre Y	3871236.311 m				
Droite 4	Gisement	150.33gr	65,621	1590,360	632096,176	3871939,740
Arc 4	Rayon	-1000.000 m	419,985	1655,981	632142,336	3871893,099
	Centre X	631431.571 m				
	Centre Y	3871189.670 m				
Droite 5	Gisement	177.07gr	539,232	2075,966	632367,388	3871542,155
Arc 5	Rayon	1500.000 m	531,511	2615,198	632557,459	3871037,533
	Centre X	633961.185 m				
	Centre Y	3871566.261 m				
Droite 6	Gisement	154.51gr	1619,352	3146,709	632828,119	3870583,326
Arc 6	Rayon	-2500.000 m	1993,693	4766,061	633889,264	3869360,104
	Centre X	632000.820 m				
	Centre Y	3867721.879 m				
Droite 7	Gisement	205.28gr	1877,583	6759,754	634492,232	3867514,840
Arc 7	Rayon	1400.000 m	1383,878	8637,336	634336,739	3865643,707
	Centre X	635731.929 m				
	Centre Y	3865527.765 m				
Droite 8	Gisement	142.35gr	3,492	10021,214	634867,801	3864426,274
				10024,706	634870,548	3864424,118

Longueur totale de l'axe 10024.706 mètre(s)

Profil En Long Projet

Nom du dessin HM GHAZAOUA BL CUBATE.dwg
Nom de l'axe Projet Ghazaouat - ENSTP
Table associée Aucune...
Date du listing 12/04/2024 à 22:33:35

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude

Pente 1	Pente	-4.89 %	179,794	0,001	271,344
Parabole 1	Rayon	8000.000 m	41,361	179,796	262,552
	Sommet Absc.	570.970 m			
	Sommet Alt.	252.989 m			
Pente 2	Pente	-4.37 %	392,486	221,157	260,637
Parabole 2	Rayon	6000.000 m	420,498	613,642	243,475
	Sommet Absc.	876.003 m			
	Sommet Alt.	237.739 m			
Pente 3	Pente	2.64 %	791,156	1034,141	239,823
Parabole 3	Rayon	-10000.000 m	81,523	1825,297	260,675
	Sommet Absc.	2088.860 m			
	Sommet Alt.	264.148 m			
Pente 4	Pente	1.82 %	851,178	1906,820	262,491
Parabole 4	Rayon	-20000.000 m	242,201	2757,997	277,986
	Sommet Absc.	3122.079 m			
	Sommet Alt.	281.300 m			
Pente 5	Pente	0.61 %	1435,297	3000,198	280,928
Parabole 5	Rayon	10000.000 m	93,460	4435,495	289,675
	Sommet Absc.	4374.555 m			
	Sommet Alt.	289.489 m			
Pente 6	Pente	1.54 %	504,465	4528,955	290,681
Parabole 6	Rayon	10000.000 m	255,233	5033,420	298,470
	Sommet Absc.	4879.020 m			
	Sommet Alt.	297.278 m			
Pente 7	Pente	4.10 %	382,026	5288,653	305,668
Parabole 7	Rayon	-10000.000 m	189,515	5670,679	321,317
	Sommet Absc.	6080.312 m			
	Sommet Alt.	329.707 m			
Pente 8	Pente	2.20 %	835,844	5860,194	327,285
Parabole 8	Rayon	-40000.000 m	282,025	6696,038	345,683
	Sommet Absc.	7576.511 m			
	Sommet Alt.	355.374 m			
Pente 9	Pente	1.50 %	727,748	6978,063	350,897
Parabole 9	Rayon	20000.000 m	286,432	7705,811	361,785
	Sommet Absc.	7406.587 m			
	Sommet Alt.	359.546 m			
Pente 10	Pente	2.93 %	579,073	7992,242	368,121
Parabole 10	Rayon	-18000.000 m	16,853	8571,315	385,078
	Sommet Absc.	9098.405 m			
	Sommet Alt.	392.795 m			
Pente 11	Pente	2.83 %	552,506	8588,168	385,564
Parabole 11	Rayon	-8000.000 m	375,186	9140,674	401,225
	Sommet Absc.	9367.446 m			
	Sommet Alt.	404.439 m			
Pente 12	Pente	-1.86 %	198,490	9515,860	403,063
Parabole 12	Rayon	-7000.000 m	179,211	9714,350	399,380
	Sommet Absc.	9584.488 m			
	Sommet Alt.	400.585 m			
Pente 13	Pente	-4.42 %	131,108	9893,561	393,762
				10024,669	387,973
Longueur totale de l'axe 10024.668 mètre(s)					
Longueur développée totale de l'axe 10027.654 mètre(s)					

Cubatures Déblai Remblai

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0,000	10,000	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
P02	20,000	20,000	161,54	0,00	3230,8	0,0	3230,8	0,0
P03	40,000	20,000	170,37	0,00	3407,3	0,0	6638,1	0,0
P04	60,000	20,000	170,81	0,00	3416,1	0,0	10054,3	0,0
P05	80,000	20,000	165,94	0,00	3318,8	0,0	13373,0	0,0
P06	100,000	15,519	159,03	0,00	2468,1	0,0	15841,1	0,0
P07	111,038	10,000	151,28	0,00	1512,6	0,0	17353,7	0,0
P08	120,000	14,481	143,51	0,00	2078,0	0,0	19431,7	0,0
P09	140,000	20,000	115,48	0,00	2308,9	0,0	21740,7	0,0
P10	160,000	20,000	108,28	0,00	2162,8	0,0	23903,5	0,0
P11	180,000	20,000	114,21	0,00	2279,6	0,0	26183,1	0,0
P12	200,000	20,000	74,53	0,00	1482,0	0,0	27665,0	0,0
P13	220,000	20,000	30,61	6,63	606,4	134,5	28271,5	134,5
P14	240,000	20,000	8,00	30,34	158,3	613,6	28429,8	748,1
P15	260,000	20,000	29,12	0,00	582,0	0,0	29011,8	748,1
P16	280,000	13,903	74,08	0,00	1030,1	0,0	30041,9	748,1
P17	287,806	10,000	91,52	0,00	915,3	0,0	30957,2	748,1
P18	300,000	16,097	141,29	0,00	2274,3	0,0	33231,5	748,1
P19	320,000	20,000	301,21	0,00	6024,2	0,0	39255,7	748,1
P20	340,000	20,000	487,19	0,00	9743,9	0,0	48999,6	748,1
P21	360,000	20,000	699,84	0,00	13996,9	0,0	62996,4	748,1
P22	380,000	20,000	916,37	0,00	18327,4	0,0	81323,9	748,1
P23	400,000	20,000	1053,90	0,00	21077,9	0,0	102401,8	748,1
P24	420,000	20,000	1171,22	0,00	23424,3	0,0	125826,2	748,1
P25	440,000	20,000	1289,13	0,00	25782,5	0,0	151608,7	748,1
P26	460,000	20,000	1398,37	0,00	27967,3	0,0	179576,0	748,1
P27	480,000	20,000	1508,80	0,00	30176,0	0,0	209752,0	748,1
P28	500,000	20,000	1602,34	0,00	32046,9	0,0	241798,9	748,1
P29	520,000	20,000	1677,23	0,00	33544,5	0,0	275343,4	748,1
P30	540,000	20,000	1755,56	0,00	35111,1	0,0	310454,5	748,1
P31	560,000	20,000	1826,10	0,00	36521,9	0,0	346976,5	748,1
P32	580,000	20,000	1814,09	0,00	36281,7	0,0	383258,2	748,1
P33	600,000	20,000	1784,08	0,00	35681,6	0,0	418939,8	748,1
P34	620,000	20,000	1722,18	0,00	34443,5	0,0	453383,4	748,1
P35	640,000	20,000	1594,97	0,00	31899,4	0,0	485282,8	748,1
P36	660,000	20,000	1459,18	0,00	29183,5	0,0	514466,3	748,1
P37	680,000	17,888	1125,75	0,00	20137,3	0,0	534603,6	748,1
P38	695,776	10,000	825,37	0,00	8253,7	0,0	542857,3	748,1
P39	700,000	12,112	757,04	0,00	9166,0	0,0	552023,4	748,1
P40	720,000	20,000	509,21	0,00	10156,7	0,0	562180,1	748,1
P41	740,000	20,000	249,52	0,00	4974,5	0,0	567154,6	748,1
P42	760,000	20,000	48,86	16,89	971,5	340,3	568126,1	1088,4
P43	780,000	20,000	1,94	208,13	38,9	4188,1	568165,0	5276,5
P44	800,000	20,000	1,85	462,67	37,2	9314,3	568202,1	14590,8

P45	820,000	20,000	1,32	794,05	26,5	15975,0	568228,6	30565,8
P46	840,000	20,000	1,59	1167,76	32,1	23437,1	568260,8	54002,9
P47	860,000	20,000	1,96	998,81	38,9	20002,3	568299,7	74005,1
P48	880,000	20,000	1,96	851,79	38,9	17000,1	568338,5	91005,2
P49	900,000	20,000	1,98	658,71	39,1	13105,7	568377,7	104110,9
P50	920,000	20,000	1,59	333,87	31,7	6648,4	568409,4	110759,4
P51	940,000	16,713	1,84	99,86	30,7	1660,9	568440,0	112420,3
P52	953,427	10,000	31,59	14,61	317,1	145,4	568757,1	112565,6
P53	960,000	13,287	11,57	21,90	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P54	980,000	20,000	0,00	99,57	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P55	1000,000	20,000	0,00	203,34	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P56	1020,000	20,000	0,00	388,53	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P57	1040,000	20,000	0,00	612,51	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P58	1060,000	20,000	0,00	827,51	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P59	1080,000	20,000	0,00	826,43	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P60	1100,000	20,000	0,00	800,28	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P61	1120,000	20,000	0,00	775,07	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P62	1140,000	20,000	0,00	706,07	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P63	1160,000	20,000	0,00	657,65	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P64	1180,000	20,000	0,00	617,60	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P65	1200,000	20,000	0,00	586,17	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P66	1220,000	20,000	0,00	548,09	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P67	1240,000	20,000	0,00	507,51	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P68	1260,000	20,000	0,00	449,40	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P69	1280,000	20,000	0,00	400,73	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P70	1300,000	20,000	0,00	345,59	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P71	1320,000	20,000	0,00	282,83	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P72	1340,000	20,000	0,00	224,73	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P73	1360,000	20,000	0,00	170,77	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P74	1380,000	20,000	0,00	113,17	0,0	0,0	568757,1	112565,6
P75	1400,000	20,000	11,15	44,53	223,1	890,7	568980,2	113456,3
P76	1420,000	20,000	83,99	0,00	1679,7	0,0	570659,9	113456,3
P77	1440,000	20,000	206,56	0,00	4131,2	0,0	574791,1	113456,3
P78	1460,000	20,000	357,96	0,00	7159,3	0,0	581950,4	113456,3
P79	1480,000	20,000	554,49	0,00	11089,9	0,0	593040,2	113456,3
P80	1500,000	20,000	699,92	0,00	13998,4	0,0	607038,6	113456,3
P81	1520,000	20,000	749,05	0,00	14981,0	0,0	622019,6	113456,3
P82	1540,000	11,977	812,99	0,00	9737,1	0,0	631756,7	113456,3
P83	1543,954	10,000	824,65	0,00	8250,2	0,0	640006,9	113456,3
P84	1560,000	18,023	824,39	0,00	14866,4	0,0	654873,3	113456,3
P85	1580,000	15,180	788,91	0,00	11976,0	0,0	666849,2	113456,3
P86	1590,360	10,000	764,77	0,00	7646,0	0,0	674495,2	113456,3
P87	1600,000	14,820	741,10	0,00	10983,1	0,0	685478,3	113456,3
P88	1620,000	20,000	689,88	0,00	13797,7	0,0	699276,0	113456,3
P89	1640,000	17,991	644,01	0,00	11586,1	0,0	710862,1	113456,3
P90	1655,981	10,000	592,63	0,00	5925,0	0,0	716787,1	113456,3
P91	1660,000	12,009	579,83	0,00	6955,9	0,0	723743,0	113456,3
P92	1680,000	20,000	517,17	0,00	10331,4	0,0	734074,4	113456,3
P93	1700,000	20,000	469,05	0,07	9366,2	1,5	743440,6	113457,8
P94	1720,000	20,000	421,69	0,00	8415,5	0,0	751856,1	113457,8
P95	1740,000	20,000	364,90	0,00	7276,3	0,0	759132,4	113457,8
P96	1760,000	20,000	345,52	0,00	6892,2	0,0	766024,6	113457,8

P97	1780,000	20,000	326,97	0,00	6524,1	0,0	772548,7	113457,8
P98	1800,000	20,000	309,93	0,00	6186,2	0,0	778734,9	113457,8
P99	1820,000	20,000	311,22	0,00	6221,3	0,0	784956,1	113457,8
P100	1840,000	20,000	261,49	0,00	5224,7	0,0	790180,8	113457,8
P101	1860,000	20,000	255,52	0,00	5106,8	0,0	795287,6	113457,8
P102	1880,000	20,000	270,53	0,00	5406,0	0,0	800693,6	113457,8
P103	1900,000	20,000	280,11	0,00	5598,3	0,0	806291,9	113457,8
P104	1920,000	20,000	295,71	0,00	5911,2	0,0	812203,1	113457,8
P105	1940,000	20,000	317,33	0,00	6344,5	0,0	818547,6	113457,8
P106	1960,000	20,000	321,82	0,00	6433,9	0,0	824981,5	113457,8
P107	1980,000	20,000	320,21	0,00	6403,3	0,0	831384,8	113457,8
P108	2000,000	20,000	321,86	0,00	6437,7	0,0	837822,5	113457,8
P109	2020,000	20,000	332,16	0,00	6643,0	0,0	844465,4	113457,8
P110	2040,000	20,000	342,75	0,00	6855,1	0,0	851320,5	113457,8
P111	2060,000	17,983	348,93	0,00	6275,0	0,0	857595,5	113457,8
P112	2075,966	10,000	343,02	0,00	3430,5	0,0	861026,0	113457,8
P113	2080,000	12,017	340,59	0,00	4092,8	0,0	865118,8	113457,8
P114	2100,000	20,000	329,47	0,00	6589,4	0,0	871708,3	113457,8
P115	2120,000	20,000	325,54	0,00	6510,8	0,0	878219,0	113457,8
P116	2140,000	20,000	327,79	0,00	6555,7	0,0	884774,8	113457,8
P117	2160,000	20,000	325,45	0,00	6508,9	0,0	891283,7	113457,8
P118	2180,000	20,000	320,23	0,00	6404,5	0,0	897688,2	113457,8
P119	2200,000	20,000	316,24	0,00	6324,9	0,0	904013,0	113457,8
P120	2220,000	20,000	315,67	0,00	6313,4	0,0	910326,5	113457,8
P121	2240,000	20,000	291,32	0,00	5826,5	0,0	916153,0	113457,8
P122	2260,000	20,000	237,20	0,00	4743,9	0,0	920896,9	113457,8
P123	2280,000	20,000	194,67	0,00	3893,5	0,0	924790,4	113457,8
P124	2300,000	20,000	139,69	0,00	2793,7	0,0	927584,1	113457,8
P125	2320,000	20,000	32,51	2,73	650,2	54,6	928234,4	113512,4
P126	2340,000	20,000	14,67	57,20	293,4	1143,9	928527,7	114656,3
P127	2360,000	20,000	11,81	105,48	236,1	2109,7	928763,8	116766,0
P128	2380,000	20,000	17,62	64,95	352,4	1299,0	929116,3	118064,9
P129	2400,000	20,000	23,14	35,74	462,8	714,7	929579,0	118779,7
P130	2420,000	20,000	31,81	22,93	636,2	458,7	930215,3	119238,4
P131	2440,000	20,000	50,52	13,78	1010,4	275,7	931225,6	119514,0
P132	2460,000	20,000	70,13	8,31	1402,7	166,2	932628,3	119680,2
P133	2480,000	20,000	82,61	8,35	1652,2	167,0	934280,5	119847,3
P134	2500,000	20,000	72,73	16,48	1454,6	329,7	935735,1	120176,9
P135	2520,000	20,000	56,73	22,03	1134,5	440,5	936869,6	120617,5
P136	2540,000	20,000	25,53	39,86	510,6	797,3	937380,2	121414,7
P137	2560,000	20,000	3,08	122,94	61,5	2458,8	937441,7	123873,5
P138	2580,000	20,000	1,65	240,28	32,9	4805,6	937474,6	128679,1
P139	2600,000	17,599	1,66	379,60	29,3	6680,7	937503,9	135359,8
P140	2615,198	10,000	1,66	508,53	16,6	5075,6	937520,5	140435,4
P141	2620,000	12,401	1,66	553,33	20,4	6807,3	937540,9	147242,6
P142	2640,000	20,000	2,09	760,44	41,1	15088,2	937582,0	162330,8
P143	2660,000	20,000	2,04	1118,82	39,9	22131,7	937621,9	184462,5
P144	2680,000	20,000	1,86	1207,11	36,8	24040,8	937658,7	208503,3
P145	2700,000	20,000	1,74	1607,38	34,5	32009,4	937693,2	240512,7
P146	2720,000	20,000	2,24	1866,83	44,7	37261,7	937737,9	277774,4
P147	2740,000	20,000	2,08	1685,03	41,4	33729,4	937779,3	311503,8
P148	2760,000	20,000	2,07	1334,75	41,3	26775,1	937820,6	338278,9

P149	2780,000	20,000	1,67	1404,38	33,7	28210,5	937854,3	366489,5
P150	2800,000	20,000	1,55	1218,63	31,2	24533,8	937885,5	391023,3
P151	2820,000	20,000	1,40	891,09	28,2	17933,7	937913,7	408956,9
P152	2840,000	20,000	1,50	613,89	30,1	12334,3	937943,8	421291,3
P153	2860,000	20,000	1,45	424,63	29,2	8529,8	937972,9	429821,1
P154	2880,000	20,000	1,43	263,18	28,7	5284,6	938001,6	435105,7
P155	2900,000	20,000	1,41	145,67	28,3	2924,1	938029,9	438029,7
P156	2920,000	20,000	2,12	53,79	42,3	1081,9	938072,3	439111,6
P157	2940,000	20,000	30,85	1,47	613,4	29,8	938685,6	439141,4
P158	2960,000	20,000	55,01	0,00	1097,3	0,0	939783,0	439141,4
P159	2980,000	20,000	99,46	0,00	1987,2	0,0	941770,2	439141,4
P160	3000,000	20,000	152,53	0,00	3048,5	0,0	944818,7	439141,4
P161	3020,000	20,000	182,77	0,00	3653,0	0,0	948471,7	439141,4
P162	3040,000	20,000	211,80	0,00	4233,5	0,0	952705,2	439141,4
P163	3060,000	20,000	241,57	0,00	4830,5	0,0	957535,8	439141,4
P164	3080,000	20,000	260,85	0,00	5217,0	0,0	962752,8	439141,4
P165	3100,000	20,000	283,93	0,00	5678,5	0,0	968431,2	439141,4
P166	3120,000	20,000	301,46	0,00	6029,2	0,0	974460,4	439141,4
P167	3140,000	13,354	300,94	0,00	4018,7	0,0	978479,0	439141,4
P168	3146,709	10,000	300,73	0,00	3007,2	0,0	981486,2	439141,4
P169	3160,000	16,646	300,98	0,00	5010,0	0,0	986496,3	439141,4
P170	3180,000	20,000	300,20	0,00	6004,0	0,0	992500,3	439141,4
P171	3200,000	20,000	292,54	0,00	5850,8	0,0	998351,1	439141,4
P172	3220,000	20,000	280,05	0,00	5600,9	0,0	1003952,0	439141,4
P173	3240,000	20,000	271,81	0,00	5436,3	0,0	1009388,3	439141,4
P174	3260,000	20,000	264,73	0,00	5294,7	0,0	1014683,0	439141,4
P175	3280,000	20,000	260,38	0,00	5207,5	0,0	1019890,5	439141,4
P176	3300,000	20,000	265,27	0,00	5305,5	0,0	1025196,0	439141,4
P177	3320,000	20,000	270,60	0,00	5412,0	0,0	1030608,0	439141,4
P178	3340,000	20,000	271,36	0,00	5427,3	0,0	1036035,3	439141,4
P179	3360,000	20,000	248,17	0,00	4963,3	0,0	1040998,6	439141,4
P180	3380,000	20,000	136,24	0,00	2724,8	0,0	1043723,4	439141,4
P181	3400,000	20,000	1,22	31,72	24,4	634,4	1043747,8	439775,8
P182	3420,000	20,000	1,47	291,41	29,3	5828,3	1043777,1	445604,0
P183	3440,000	20,000	1,47	733,88	29,4	14677,5	1043806,6	460281,6
P184	3460,000	20,000	0,00	542,64	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P185	3480,000	20,000	0,00	674,45	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P186	3500,000	20,000	0,00	803,33	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P187	3520,000	20,000	0,00	922,38	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P188	3540,000	20,000	0,00	1021,63	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P189	3560,000	20,000	0,00	1150,16	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P190	3580,000	20,000	0,00	1179,63	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P191	3600,000	20,000	0,00	1084,25	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P192	3620,000	20,000	0,00	995,39	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P193	3640,000	20,000	0,00	914,86	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P194	3660,000	20,000	0,00	818,55	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P195	3680,000	20,000	0,00	723,85	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P196	3700,000	20,000	0,00	634,91	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P197	3720,000	20,000	0,00	548,10	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P198	3740,000	20,000	0,00	459,10	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P199	3760,000	20,000	0,00	389,70	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P200	3780,000	20,000	0,00	313,22	0,0	0,0	1043806,6	460281,6

P201	3800,000	20,000	0,00	217,18	0,0	0,0	1043806,6	460281,6
P202	3820,000	20,000	1,23	142,47	24,7	2849,4	1043831,2	463131,0
P203	3840,000	20,000	2,88	19,38	57,6	387,6	1043888,8	463518,6
P204	3860,000	20,000	63,14	0,00	1262,7	0,0	1045151,5	463518,6
P205	3880,000	20,000	158,43	0,00	3168,5	0,0	1048320,1	463518,6
P206	3900,000	20,000	255,82	0,00	5116,3	0,0	1053436,4	463518,6
P207	3920,000	20,000	283,08	0,00	5661,6	0,0	1059098,0	463518,6
P208	3940,000	20,000	299,91	0,00	5998,1	0,0	1065096,1	463518,6
P209	3960,000	20,000	288,96	0,00	5779,2	0,0	1070875,4	463518,6
P210	3980,000	20,000	286,50	0,00	5730,1	0,0	1076605,4	463518,6
P211	4000,000	20,000	268,15	0,00	5363,0	0,0	1081968,5	463518,6
P212	4020,000	20,000	242,84	0,00	4856,7	0,0	1086825,2	463518,6
P213	4040,000	20,000	225,07	0,00	4501,4	0,0	1091326,6	463518,6
P214	4060,000	20,000	129,14	0,00	2582,9	0,0	1093909,5	463518,6
P215	4080,000	20,000	89,09	0,27	1781,9	5,3	1095691,4	463523,9
P216	4100,000	20,000	110,44	0,04	2208,8	0,8	1097900,2	463524,7
P217	4120,000	20,000	124,06	0,00	2481,1	0,0	1100381,3	463524,7
P218	4140,000	20,000	141,73	0,00	2834,6	0,0	1103215,8	463524,7
P219	4160,000	20,000	173,29	0,00	3465,8	0,0	1106681,7	463524,7
P220	4180,000	20,000	145,60	0,00	2911,9	0,0	1109593,6	463524,7
P221	4200,000	20,000	11,83	20,86	236,6	417,2	1109830,2	463941,9
P222	4220,000	20,000	4,11	151,93	82,2	3038,7	1109912,4	466980,6
P223	4240,000	20,000	2,01	280,41	40,2	5608,2	1109952,6	472588,7
P224	4260,000	20,000	1,95	336,12	39,1	6722,4	1109991,6	479311,2
P225	4280,000	20,000	1,66	409,74	33,2	8194,9	1110024,8	487506,0
P226	4300,000	20,000	1,66	495,24	33,2	9904,8	1110058,0	497410,8
P227	4320,000	20,000	1,68	655,94	33,6	13118,8	1110091,7	510529,7
P228	4340,000	20,000	1,39	853,78	27,9	17075,5	1110119,6	527605,2
P229	4360,000	20,000	1,51	1052,37	30,2	21047,4	1110149,8	548652,6
P230	4380,000	20,000	1,51	1268,81	30,3	25376,2	1110180,1	574028,7
P231	4400,000	20,000	1,17	1632,09	23,4	32641,8	1110203,4	606670,6
P232	4420,000	20,000	1,75	1989,45	35,1	39789,1	1110238,5	646459,6
P233	4440,000	20,000	1,75	2268,57	35,1	45371,4	1110273,6	691831,0
P234	4460,000	20,000	1,73	2200,09	34,6	44001,8	1110308,2	735832,8
P235	4480,000	20,000	1,47	1849,46	29,3	36989,1	1110337,5	772821,9
P236	4500,000	20,000	1,39	1425,55	27,8	28510,9	1110365,3	801332,8
P237	4520,000	20,000	1,66	1067,13	33,2	21342,6	1110398,5	822675,4
P238	4540,000	20,000	1,66	895,03	33,2	17900,7	1110431,7	840576,1
P239	4560,000	20,000	1,48	591,18	29,7	11823,7	1110461,4	852399,7
P240	4580,000	20,000	1,24	222,22	24,8	4444,3	1110486,2	856844,1
P241	4600,000	20,000	1,17	85,91	23,3	1718,1	1110509,5	858562,2
P242	4620,000	20,000	18,49	0,00	369,9	0,0	1110879,4	858562,2
P243	4640,000	20,000	92,39	0,00	1847,9	0,0	1112727,2	858562,2
P244	4660,000	20,000	142,04	0,00	2840,8	0,0	1115568,0	858562,2
P245	4680,000	20,000	176,70	0,00	3534,0	0,0	1119102,0	858562,2
P246	4700,000	20,000	211,84	0,00	4236,8	0,0	1123338,9	858562,2
P247	4720,000	20,000	244,56	0,00	4891,1	0,0	1128230,0	858562,2
P248	4740,000	20,000	268,24	0,00	5364,9	0,0	1133594,9	858562,2
P249	4760,000	13,030	292,35	0,00	3809,5	0,0	1137404,4	858562,2
P250	4766,061	10,000	300,03	0,00	2998,6	0,0	1140403,1	858562,2
P251	4780,000	16,970	318,46	0,00	5400,5	0,0	1145803,6	858562,2
P252	4800,000	20,000	307,74	0,00	6152,1	0,0	1151955,6	858562,2

P253	4820,000	20,000	298,12	0,00	5960,4	0,0	1157916,1	858562,2
P254	4840,000	20,000	290,51	0,00	5808,6	0,0	1163724,6	858562,2
P255	4860,000	20,000	296,52	0,00	5928,8	0,0	1169653,5	858562,2
P256	4880,000	20,000	329,76	0,00	6592,1	0,0	1176245,6	858562,2
P257	4900,000	20,000	361,64	0,00	7227,9	0,0	1183473,4	858562,2
P258	4920,000	20,000	388,88	0,00	7770,9	0,0	1191244,3	858562,2
P259	4940,000	20,000	362,50	0,00	7244,7	0,0	1198489,0	858562,2
P260	4960,000	20,000	284,93	0,00	5699,2	0,0	1204188,2	858562,2
P261	4980,000	20,000	172,75	0,00	3458,5	0,0	1207646,7	858562,2
P262	5000,000	20,000	84,38	0,00	1690,5	0,0	1209337,2	858562,2
P263	5020,000	20,000	32,35	0,00	648,2	0,0	1209985,4	858562,2
P264	5040,000	20,000	1,22	34,62	24,3	692,1	1210009,7	859254,3
P265	5060,000	20,000	1,26	92,05	25,2	1838,0	1210034,9	861092,3
P266	5080,000	20,000	31,66	0,00	634,8	0,0	1210669,7	861092,3
P267	5100,000	20,000	130,88	0,00	2617,7	0,0	1213287,4	861092,3
P268	5120,000	20,000	217,54	0,00	4348,0	0,0	1217635,4	861092,3
P269	5140,000	20,000	163,14	0,00	3258,6	0,0	1220893,9	861092,3
P270	5160,000	20,000	104,84	0,00	2096,4	0,0	1222990,3	861092,3
P271	5180,000	20,000	170,53	0,00	3407,9	0,0	1226398,2	861092,3
P272	5200,000	20,000	303,63	0,00	6067,5	0,0	1232465,8	861092,3
P273	5220,000	20,000	312,55	0,00	6241,9	0,0	1238707,6	861092,3
P274	5240,000	20,000	304,33	0,00	6076,1	0,0	1244783,7	861092,3
P275	5260,000	20,000	279,30	0,00	5575,2	0,0	1250358,9	861092,3
P276	5280,000	20,000	234,10	0,00	4672,6	0,0	1255031,5	861092,3
P277	5300,000	20,000	191,37	0,00	3820,1	0,0	1258851,6	861092,3
P278	5320,000	20,000	156,59	0,00	3126,0	0,0	1261977,7	861092,3
P279	5340,000	20,000	138,06	0,00	2757,2	0,0	1264734,9	861092,3
P280	5360,000	20,000	144,44	0,00	2885,5	0,0	1267620,3	861092,3
P281	5380,000	20,000	139,37	0,00	2783,5	0,0	1270403,8	861092,3
P282	5400,000	20,000	149,95	0,00	2996,4	0,0	1273400,2	861092,3
P283	5420,000	20,000	177,54	0,00	3549,3	0,0	1276949,5	861092,3
P284	5440,000	20,000	209,36	0,00	4185,2	0,0	1281134,7	861092,3
P285	5460,000	20,000	214,05	0,00	4278,7	0,0	1285413,5	861092,3
P286	5480,000	20,000	209,62	0,00	4190,5	0,0	1289603,9	861092,3
P287	5500,000	20,000	216,90	0,00	4336,7	0,0	1293940,6	861092,3
P288	5520,000	20,000	233,83	0,00	4675,5	0,0	1298616,1	861092,3
P289	5540,000	20,000	249,20	0,00	4983,2	0,0	1303599,3	861092,3
P290	5560,000	20,000	250,64	0,00	5012,1	0,0	1308611,4	861092,3
P291	5580,000	20,000	233,68	0,00	4673,0	0,0	1313284,4	861092,3
P292	5600,000	20,000	216,19	0,00	4323,3	0,0	1317607,8	861092,3
P293	5620,000	20,000	201,30	0,00	4025,6	0,0	1321633,3	861092,3
P294	5640,000	20,000	188,07	0,00	3761,0	0,0	1325394,4	861092,3
P295	5660,000	20,000	175,32	0,00	3505,7	0,0	1328900,1	861092,3
P296	5680,000	20,000	159,18	0,00	3182,7	0,0	1332082,9	861092,3
P297	5700,000	20,000	142,49	0,00	2849,2	0,0	1334932,1	861092,3
P298	5720,000	20,000	129,49	0,00	2589,4	0,0	1337521,5	861092,3
P299	5740,000	20,000	123,63	0,00	2472,3	0,0	1339993,8	861092,3
P300	5760,000	20,000	119,92	0,00	2397,8	0,0	1342391,6	861092,3
P301	5780,000	20,000	110,45	0,00	2208,0	0,0	1344599,6	861092,3
P302	5800,000	20,000	97,76	0,00	1954,2	0,0	1346553,8	861092,3
P303	5820,000	20,000	90,21	0,00	1803,0	0,0	1348356,8	861092,3
P304	5840,000	20,000	81,83	0,00	1635,5	0,0	1349992,3	861092,3

P305	5860,000	20,000	70,29	0,00	1404,7	0,0	1351397,0	861092,3
P306	5880,000	20,000	58,04	0,00	1159,6	0,0	1352556,6	861092,3
P307	5900,000	20,000	43,71	0,00	873,3	0,0	1353429,9	861092,3
P308	5920,000	20,000	32,95	0,00	658,0	0,0	1354087,9	861092,3
P309	5940,000	20,000	18,53	0,00	369,7	0,0	1354457,7	861092,3
P310	5960,000	20,000	10,40	0,05	207,1	1,0	1354664,8	861093,3
P311	5980,000	20,000	5,90	3,71	117,5	74,3	1354782,3	861167,7
P312	6000,000	20,000	3,30	5,06	65,8	101,3	1354848,1	861269,0
P313	6020,000	20,000	3,45	3,94	68,7	78,9	1354916,8	861347,8
P314	6040,000	20,000	3,63	2,67	72,5	53,4	1354989,3	861401,2
P315	6060,000	20,000	6,34	0,84	126,8	16,9	1355116,1	861418,1
P316	6080,000	20,000	8,07	0,24	161,5	4,7	1355277,6	861422,8
P317	6100,000	20,000	6,50	0,41	129,9	8,1	1355407,4	861431,0
P318	6120,000	20,000	6,52	0,35	130,3	7,0	1355537,8	861437,9
P319	6140,000	20,000	9,63	0,00	192,7	0,0	1355730,4	861437,9
P320	6160,000	20,000	19,02	0,00	380,7	0,0	1356111,1	861437,9
P321	6180,000	20,000	28,44	0,00	569,1	0,0	1356680,2	861437,9
P322	6200,000	20,000	36,86	0,00	738,1	0,0	1357418,3	861438,0
P323	6220,000	20,000	55,25	0,00	1106,6	0,0	1358524,9	861438,0
P324	6240,000	20,000	68,02	0,00	1362,0	0,0	1359886,8	861438,0
P325	6260,000	20,000	81,88	0,00	1639,4	0,0	1361526,2	861438,0
P326	6280,000	20,000	93,98	0,00	1881,4	0,0	1363407,6	861438,0
P327	6300,000	20,000	97,55	0,00	1952,6	0,0	1365360,2	861438,0
P328	6320,000	20,000	99,81	0,00	1997,8	0,0	1367358,0	861438,0
P329	6340,000	20,000	101,25	0,00	2026,6	0,0	1369384,5	861438,0
P330	6360,000	20,000	95,11	0,00	1904,3	0,0	1371288,8	861438,0
P331	6380,000	20,000	92,09	0,00	1843,9	0,0	1373132,7	861438,0
P332	6400,000	20,000	91,19	0,00	1825,9	0,0	1374958,6	861438,0
P333	6420,000	20,000	91,86	0,00	1839,2	0,0	1376797,8	861438,0
P334	6440,000	20,000	88,30	0,00	1768,3	0,0	1378566,1	861438,0
P335	6460,000	20,000	78,60	0,00	1574,3	0,0	1380140,4	861438,0
P336	6480,000	20,000	26,26	6,50	527,5	129,3	1380667,9	861567,3
P337	6500,000	20,000	6,32	24,40	127,0	486,3	1380794,8	862053,5
P338	6520,000	20,000	18,81	2,95	377,7	58,7	1381172,5	862112,3
P339	6540,000	20,000	54,29	0,00	1087,7	0,0	1382260,3	862112,3
P340	6560,000	20,000	80,81	0,00	1618,4	0,0	1383878,6	862112,3
P341	6580,000	20,000	92,14	0,00	1845,0	0,0	1385723,6	862112,3
P342	6600,000	20,000	97,87	0,00	1959,4	0,0	1387683,0	862112,3
P343	6620,000	20,000	120,86	0,00	2419,0	0,0	1390102,0	862112,3
P344	6640,000	20,000	154,43	0,00	3090,2	0,0	1393192,1	862112,3
P345	6660,000	20,000	180,72	0,00	3616,2	0,0	1396808,3	862112,3
P346	6680,000	20,000	184,78	0,00	3698,3	0,0	1400506,7	862112,3
P347	6700,000	20,000	156,75	0,00	3138,8	0,0	1403645,5	862112,3
P348	6720,000	20,000	101,60	0,00	2036,1	0,0	1405681,6	862112,3
P349	6740,000	19,877	68,62	0,11	1368,2	2,2	1407049,8	862114,5
P350	6759,754	10,000	55,87	0,72	560,6	7,1	1407610,4	862121,6
P351	6760,000	10,123	55,84	0,71	565,3	7,2	1408175,6	862128,8
P352	6780,000	20,000	55,96	0,39	1119,2	7,9	1409294,8	862136,6
P353	6800,000	20,000	48,15	3,63	963,1	72,6	1410257,9	862209,2
P354	6820,000	20,000	38,18	8,94	763,6	178,8	1411021,5	862388,0
P355	6840,000	20,000	23,63	21,07	472,5	421,3	1411494,0	862809,4
P356	6860,000	20,000	3,90	71,63	77,9	1432,6	1411571,9	864242,0

P357	6880,000	20,000	1,47	149,39	29,4	2987,8	1411601,3	867229,8
P358	6900,000	20,000	1,58	195,52	31,5	3910,3	1411632,9	871140,1
P359	6920,000	20,000	1,23	175,39	24,5	3507,7	1411657,4	874647,9
P360	6940,000	20,000	1,25	87,79	25,0	1755,7	1411682,4	876403,6
P361	6960,000	20,000	9,96	7,63	199,3	152,6	1411881,6	876556,2
P362	6980,000	20,000	98,14	0,00	1962,9	0,0	1413844,5	876556,2
P363	7000,000	20,000	169,21	0,00	3384,3	0,0	1417228,8	876556,2
P364	7020,000	20,000	217,91	0,00	4358,1	0,0	1421586,9	876556,2
P365	7040,000	20,000	260,81	0,00	5216,1	0,0	1426803,0	876556,2
P366	7060,000	20,000	308,51	0,00	6170,2	0,0	1432973,2	876556,2
P367	7080,000	20,000	352,35	0,00	7047,0	0,0	1440020,2	876556,2
P368	7100,000	20,000	399,07	0,00	7981,4	0,0	1448001,6	876556,2
P369	7120,000	20,000	432,70	0,00	8654,1	0,0	1456655,7	876556,2
P370	7140,000	20,000	362,97	0,00	7259,4	0,0	1463915,2	876556,2
P371	7160,000	20,000	281,13	0,00	5622,6	0,0	1469537,8	876556,2
P372	7180,000	20,000	255,74	0,00	5114,8	0,0	1474652,6	876556,2
P373	7200,000	20,000	267,23	0,00	5344,7	0,0	1479997,3	876556,2
P374	7220,000	20,000	326,42	0,00	6528,4	0,0	1486525,7	876556,2
P375	7240,000	20,000	360,76	0,00	7215,3	0,0	1493741,0	876556,2
P376	7260,000	20,000	378,62	0,00	7572,3	0,0	1501313,3	876556,2
P377	7280,000	20,000	373,93	0,00	7478,6	0,0	1508791,9	876556,2
P378	7300,000	20,000	385,86	0,00	7717,2	0,0	1516509,1	876556,2
P379	7320,000	20,000	409,74	0,00	8194,8	0,0	1524703,9	876556,2
P380	7340,000	20,000	427,63	0,00	8552,7	0,0	1533256,6	876556,2
P381	7360,000	20,000	440,58	0,00	8811,7	0,0	1542068,3	876556,2
P382	7380,000	20,000	448,38	0,00	8967,6	0,0	1551035,8	876556,2
P383	7400,000	20,000	452,70	0,00	9054,0	0,0	1560089,8	876556,2
P384	7420,000	20,000	452,46	0,00	9049,2	0,0	1569139,1	876556,2
P385	7440,000	20,000	441,03	0,00	8820,6	0,0	1577959,6	876556,2
P386	7460,000	20,000	428,79	0,00	8575,8	0,0	1586535,4	876556,2
P387	7480,000	20,000	374,54	0,00	7490,8	0,0	1594026,2	876556,2
P388	7500,000	20,000	246,53	0,00	4930,5	0,0	1598956,7	876556,2
P389	7520,000	20,000	147,57	0,00	2951,5	0,0	1601908,2	876556,2
P390	7540,000	20,000	59,56	0,00	1191,1	0,0	1603099,3	876556,2
P391	7560,000	20,000	84,22	0,00	1684,5	0,0	1604783,7	876556,2
P392	7580,000	20,000	148,32	0,00	2966,4	0,0	1607750,2	876556,2
P393	7600,000	20,000	247,80	0,00	4956,0	0,0	1612706,1	876556,2
P394	7620,000	20,000	294,13	0,00	5882,6	0,0	1618588,7	876556,2
P395	7640,000	20,000	293,35	0,00	5867,0	0,0	1624455,8	876556,2
P396	7660,000	20,000	270,19	0,00	5403,7	0,0	1629859,5	876556,2
P397	7680,000	20,000	233,52	0,00	4670,4	0,0	1634529,9	876556,2
P398	7700,000	20,000	204,95	0,00	4099,0	0,0	1638628,9	876556,2
P399	7720,000	20,000	210,81	0,00	4216,1	0,0	1642845,0	876556,2
P400	7740,000	20,000	225,19	0,00	4503,7	0,0	1647348,8	876556,2
P401	7760,000	20,000	245,52	0,00	4910,4	0,0	1652259,1	876556,2
P402	7780,000	20,000	265,12	0,00	5302,4	0,0	1657561,5	876556,2
P403	7800,000	20,000	276,18	0,00	5523,6	0,0	1663085,1	876556,2
P404	7820,000	20,000	278,43	0,00	5568,7	0,0	1668653,8	876556,2
P405	7840,000	20,000	295,72	0,00	5914,4	0,0	1674568,2	876556,2
P406	7860,000	20,000	334,65	0,00	6693,0	0,0	1681261,2	876556,2
P407	7880,000	20,000	374,47	0,00	7489,5	0,0	1688750,7	876556,2
P408	7900,000	20,000	407,64	0,00	8152,9	0,0	1696903,5	876556,2

P409	7920,000	20,000	438,17	0,00	8763,3	0,0	1705666,9	876556,2
P410	7940,000	20,000	456,66	0,00	9133,1	0,0	1714800,0	876556,2
P411	7960,000	20,000	466,13	0,00	9322,6	0,0	1724122,6	876556,2
P412	7980,000	20,000	468,04	0,00	9360,8	0,0	1733483,4	876556,2
P413	8000,000	20,000	457,35	0,00	9147,0	0,0	1742630,4	876556,2
P414	8020,000	20,000	459,89	0,00	9197,8	0,0	1751828,2	876556,2
P415	8040,000	20,000	469,23	0,00	9384,5	0,0	1761212,7	876556,2
P416	8060,000	20,000	469,21	0,00	9384,3	0,0	1770597,0	876556,2
P417	8080,000	20,000	452,72	0,00	9054,5	0,0	1779651,5	876556,2
P418	8100,000	20,000	398,27	0,00	7965,4	0,0	1787616,8	876556,2
P419	8120,000	20,000	307,08	0,00	6141,6	0,0	1793758,5	876556,2
P420	8140,000	20,000	219,41	0,00	4388,2	0,0	1798146,6	876556,2
P421	8160,000	20,000	136,98	0,00	2739,6	0,0	1800886,3	876556,2
P422	8180,000	20,000	72,24	0,00	1444,7	0,0	1802331,0	876556,2
P423	8200,000	20,000	20,17	2,47	403,4	49,4	1802734,4	876605,6
P424	8220,000	20,000	6,37	25,12	127,3	502,5	1802861,7	877108,1
P425	8240,000	20,000	16,10	6,19	322,0	123,7	1803183,8	877231,9
P426	8260,000	20,000	28,40	0,00	568,0	0,0	1803751,8	877231,9
P427	8280,000	20,000	51,50	0,00	1030,0	0,0	1804781,8	877231,9
P428	8300,000	20,000	87,16	0,00	1743,2	0,0	1806524,9	877231,9
P429	8320,000	20,000	131,96	0,00	2639,1	0,0	1809164,0	877231,9
P430	8340,000	20,000	192,66	0,00	3853,2	0,0	1813017,3	877231,9
P431	8360,000	20,000	263,22	0,00	5264,5	0,0	1818281,8	877231,9
P432	8380,000	20,000	304,82	0,00	6096,4	0,0	1824378,1	877231,9
P433	8400,000	20,000	315,23	0,00	6304,6	0,0	1830682,7	877231,9
P434	8420,000	20,000	305,30	0,00	6106,1	0,0	1836788,8	877231,9
P435	8440,000	20,000	293,06	0,00	5861,1	0,0	1842649,9	877231,9
P436	8460,000	20,000	294,20	0,00	5884,0	0,0	1848533,9	877231,9
P437	8480,000	20,000	291,19	0,00	5823,8	0,0	1854357,7	877231,9
P438	8500,000	20,000	283,64	0,00	5672,8	0,0	1860030,5	877231,9
P439	8520,000	20,000	268,55	0,00	5371,0	0,0	1865401,5	877231,9
P440	8540,000	20,000	217,91	0,00	4358,2	0,0	1869759,7	877231,9
P441	8560,000	20,000	82,50	0,00	1650,1	0,0	1871409,7	877231,9
P442	8580,000	20,000	39,59	0,31	791,7	6,1	1872201,5	877238,0
P443	8600,000	20,000	23,89	8,35	477,8	167,1	1872679,2	877405,0
P444	8620,000	18,668	24,00	0,51	448,0	9,5	1873127,3	877414,5
P445	8637,336	10,000	22,64	0,42	226,2	4,3	1873353,5	877418,8
P446	8640,000	11,332	22,24	0,60	250,7	6,8	1873604,1	877425,6
P447	8660,000	20,000	11,05	9,19	219,4	185,5	1873823,6	877611,1
P448	8680,000	20,000	5,37	24,55	106,7	494,4	1873930,3	878105,5
P449	8700,000	20,000	4,31	37,91	85,5	763,1	1874015,8	878868,7
P450	8720,000	20,000	2,46	47,36	49,0	952,7	1874064,8	879821,4
P451	8740,000	20,000	1,86	56,83	37,1	1142,6	1874101,9	880964,1
P452	8760,000	20,000	1,67	61,86	33,5	1244,3	1874135,4	882208,4
P453	8780,000	20,000	1,49	77,11	29,9	1550,8	1874165,2	883759,2
P454	8800,000	20,000	1,45	95,51	29,0	1919,8	1874194,3	885679,0
P455	8820,000	20,000	1,45	99,91	29,0	2009,1	1874223,2	887688,1
P456	8840,000	20,000	1,51	96,22	30,3	1935,4	1874253,5	889623,5
P457	8860,000	20,000	1,59	83,60	31,8	1682,4	1874285,4	891305,9
P458	8880,000	20,000	2,48	72,54	49,4	1460,8	1874334,8	892766,7
P459	8900,000	20,000	4,53	63,38	89,9	1276,8	1874424,7	894043,5
P460	8920,000	20,000	5,26	56,47	104,4	1137,7	1874529,1	895181,2

P461	8940,000	20,000	4,47	50,80	88,8	1023,4	1874617,8	896204,5
P462	8960,000	20,000	2,68	63,17	53,3	1271,9	1874671,2	897476,4
P463	8980,000	20,000	1,45	83,18	29,0	1673,1	1874700,2	899149,6
P464	9000,000	20,000	1,47	112,12	29,4	2253,3	1874729,5	901402,9
P465	9020,000	20,000	1,35	185,33	27,2	3721,5	1874756,7	905124,4
P466	9040,000	20,000	1,36	292,73	27,3	5873,8	1874784,0	910998,2
P467	9060,000	20,000	1,41	543,93	28,2	10911,0	1874812,2	921909,2
P468	9080,000	20,000	1,35	588,70	27,1	11825,7	1874839,3	933734,9
P469	9100,000	20,000	1,33	524,96	26,7	10552,0	1874866,1	944286,9
P470	9120,000	20,000	1,44	497,97	28,9	10005,3	1874895,0	954292,2
P471	9140,000	20,000	1,31	494,85	26,2	9936,0	1874921,1	964228,2
P472	9160,000	20,000	1,34	497,77	26,9	9989,1	1874948,0	974217,3
P473	9180,000	20,000	1,41	489,03	28,2	9809,0	1874976,2	984026,3
P474	9200,000	20,000	1,44	453,99	28,8	9101,7	1875005,1	993128,1
P475	9220,000	20,000	1,43	414,32	28,6	8302,1	1875033,7	1001430,2
P476	9240,000	20,000	1,41	376,40	28,3	7539,5	1875061,9	1008969,7
P477	9260,000	20,000	1,41	350,37	28,3	7013,8	1875090,2	1015983,5
P478	9280,000	20,000	0,00	224,38	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P479	9300,000	20,000	0,00	197,28	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P480	9320,000	20,000	0,00	169,59	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P481	9340,000	20,000	0,00	138,59	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P482	9360,000	20,000	0,00	106,99	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P483	9380,000	20,000	0,00	58,54	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P484	9400,000	20,000	0,00	23,94	0,0	0,0	1875090,2	1015983,5
P485	9420,000	20,000	20,57	0,00	412,2	0,0	1875502,4	1015983,5
P486	9440,000	20,000	62,78	0,00	1257,1	0,0	1876759,5	1015983,5
P487	9460,000	20,000	121,02	0,00	2421,9	0,0	1879181,3	1015983,5
P488	9480,000	20,000	191,77	0,00	3836,9	0,0	1883018,2	1015983,5
P489	9500,000	20,000	259,76	0,00	5194,7	0,0	1888212,9	1015983,5
P490	9520,000	20,000	321,60	0,00	6430,1	0,0	1894643,0	1015983,5
P491	9540,000	20,000	364,96	0,00	7294,8	0,0	1901937,8	1015983,5
P492	9560,000	20,000	393,77	0,00	7870,8	0,0	1909808,7	1015983,5
P493	9580,000	20,000	414,87	0,00	8292,9	0,0	1918101,6	1015983,5
P494	9600,000	20,000	379,84	0,00	7590,9	0,0	1925692,4	1015983,5
P495	9620,000	20,000	310,43	0,00	6202,5	0,0	1931894,9	1015983,5
P496	9640,000	20,000	233,36	0,00	4660,7	0,0	1936555,6	1015983,5
P497	9660,000	20,000	150,54	0,00	3007,0	0,0	1939562,6	1015983,5
P498	9680,000	20,000	45,42	0,00	906,3	0,0	1940468,9	1015983,5
P499	9700,000	20,000	1,40	75,19	28,0	1499,1	1940497,0	1017482,6
P500	9720,000	20,000	1,56	154,95	31,3	3081,2	1940528,3	1020563,8
P501	9740,000	20,000	4,96	131,49	99,9	2603,4	1940628,2	1023167,2
P502	9760,000	20,000	19,76	56,36	398,4	1116,4	1941026,6	1024283,6
P503	9780,000	20,000	39,97	20,60	805,6	407,5	1941832,2	1024691,1
P504	9800,000	20,000	68,04	7,29	1369,8	144,0	1943202,0	1024835,1
P505	9820,000	20,000	85,74	2,81	1724,4	55,4	1944926,4	1024890,6
P506	9840,000	20,000	98,60	0,71	1983,7	14,0	1946910,0	1024904,5
P507	9860,000	20,000	87,74	0,00	1764,6	0,0	1948674,6	1024904,5
P508	9880,000	20,000	102,24	0,01	2052,4	0,1	1950727,0	1024904,7
P509	9900,000	20,000	109,64	0,00	2199,1	0,0	1952926,1	1024904,7
P510	9920,000	20,000	120,37	0,00	2414,1	0,0	1955340,2	1024904,7
P511	9940,000	20,000	120,80	0,00	2423,1	0,0	1957763,4	1024904,7
P512	9960,000	20,000	112,87	0,00	2263,1	0,0	1960026,4	1024904,7

P513	9980,000	20,000	98,04	0,00	1966,9	0,0	1961993,3	1024904,7
P514	10000,000	20,000	68,03	0,00	1365,5	0,0	1963358,9	1024904,7
P515	10020,000	10,607	36,44	0,00	388,1	0,0	1963747,0	1024904,7
P516	10021,214	2,353	35,79	0,00	84,3	0,0	1963831,3	1024904,7
P517	10024,706	1,746	0,00	0,00	0,0	0,0	1963831,3	1024904,7

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (Gulden)

Matériau	Volume cumulé
BB	23467,9
BETON TABLIER	15210,1
GB2	66754,9
GNT_0_315	183512,3
TERRE VEGETALE	228,7