République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة

فرنســيس جانســون

École Nationale Supérieure des Travaux Publics

Francis Jeanson



Mémoire

Pour l'obtention des diplômes d'Ingénieur d'État / Master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de Base

Thème

Etude en phase APD d'un tronçon sur 7.5km de la liaison autoroutière Tlemcen-El Aricha- l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur

Présenté par :

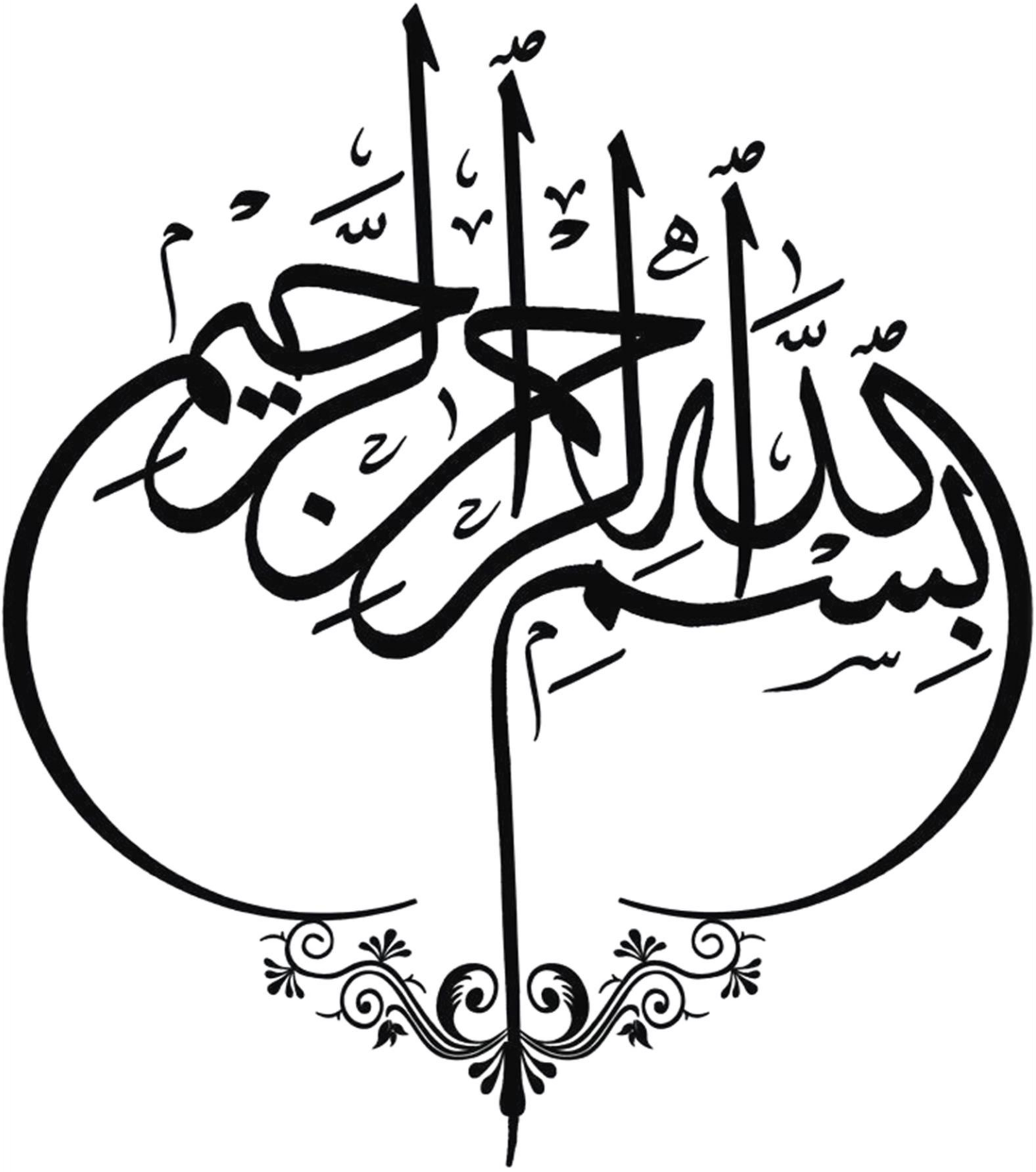
- Benabdelouahab Ahmed
- Mazari Abdessameud Ibrahim

Encadré par :

- Mr : Kara Benchohra

Promotion 2019 /2020

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Nous tenons à remercie le Dieu le tout Puissant de nous avoir motivé à réaliser ce modeste travail .

- Egalement ,nous remercions infiniment Mr :**KARA BENCHOHRA** notre encadreur pour nous avoir guidé pour la réalisation de ce projet et le Soutien technique et morale qu'il nous apporté .
- Nous remercions tout le personnel administratif de l'école ainsi, nos enseignants durant toute notre formation
- Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons à remercie tous ceux et celles qui de loin ou de prés ont contribué pour finalisé ce modeste travail.

MERCI

rawpixel

Dédicace

AU NOM D'ALLAH, LE TOUT MISÉRICORDIEUX, LE TRÈS MISÉRICORDIEUX

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

- *LA MÉMOIRE DE MON PÈRE, NOUREDDINE , QUI NOUS A QUITTÉS IL YA 2 ANS , MERCI POUR TOUS TES SACRIFICES, QUE DIEU LE TOUT PUISSANT T'ACCUEIL DANS SON VASTE PARADIS. .*

- *MA TRÈS CHÈRE MÈRE QUI JE NE SAURAIS JAMAIS REMERCIER ASSEZ POUR LE SACRIFICE QU'ELLE A CONSENTIE POUR MOI AINSI QUE CHAQUE INSTANT DE BONHEUR QU'ELLE M'A PROCURÉ. ,QUE DIEU ELLE GARDE ET PROTÈGE .*

MES CHERS FRÈRES : FARID , ABDELKADER , MAHFOUD ET MA SŒUR

TOUTE LA FAMILLE : BENABDELOUAHAB

TOUS MES CHÈRES AMI(E)S .

MON BINÔME : MAZARI ABDESSAMEUID IBRAHIM .

TOUTES LA PROMOTION 2020

TOUS CEUX QUI J'AIME ET CEUX QUI M'AIMENT

Benabdelouahab Ahmed

rawpixel

Dédicace

Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux

Je dédie ce modeste travail à :

A ma très chère mère

- *Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi..*

À mon cher père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour,

l'estime, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et

nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as

consentis pour mon éducation et ma formation.

mes chers frères et sœur

toute la famille : Mazari abdeussameud

tous mes chères ami(e)s .

mon binôme : Benabdelouahab Ahmed.

toutes la promotion 2020

tous ceux qui j'aime et ceux qui m'aiment

mazari abdessameud ibrahim

rawpixel

ملخص

مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا عبارة عن دراسة جزء من الطريق السريع الرابط بين بلدية العريشة –ولاية تلمسان والطريق السيار شرق-غرب، المشروع الكلي يمتد على مسافة 110كم انطلاقا من بلدية العريشة.

الجزء الذي نحن بصدد دراسته هو مقطع يمتد على مسافة 7.5كم مع تصميم مبادل الطريق.

في هذا الملخص سوف نذكر بإيجاز جميع الفصول الخاصة بالدراسة النهائية للمشروع.

قمنا باتباع مخطط العمل المقدم من طرف السيد المؤطر والذي يبدأ بمقدمة عامة تليها دراسة حركة المرور وعمل استقراءل 20سنة في الأفق لتصميم هيكل الطريق، دراسة جيومترية بواسطة برنامج civil 3d وفق المعايير المعمول بها والتي هي بدلالة السرعة الأساسية والبيئة المحيطة بالمشروع،دراسة جيوتقنية لمعرفة مميزات أرضية المشروع،دراسة صرف المياه،تصميم مبادل الطريق، وفي الأخير قمنا بوضع إشارات المرور وتحديد التكلفةالإجمالية للمشروعوخاتمة عامة.

كلمات مفتاحية:الطريق السريع، حركة المرور، دراسة جيومترية، هيكل الطريق، مبادل الطريق

RESUME

Notre projet de fin d'études consiste à étudier un tronçon de la liaison autoroutière Tlemcen-El Aricha ainsi que l'autoroute Est-Ouest, le projet total s'étend sur une longueur de 110 km.

Le tronçon que nous allons étudier est de 7.5km avec conception d'un échangeur.

Dans ce résumé, nous allons rédiger un bref récapitulatif englobant l'ensemble des chapitres qui constituent notre projet de fin d'études.

Pour l'élaboration de ce modeste effort on a suivi un plan de travail proposé par l'encadreur qui débute par une introduction générale, une étude de trafic et son extrapolation à l'horizon de 20 ans, pour le dimensionnement de la structure du corps de chaussée de la route projetée, une étude géométrique à l'aide du logiciel **civil 3d** en respectant les normes du tracé qui en fonction de la vitesse de base et l'environnement du projet, une étude géotechnique pour connaitre les caractéristiques du sol support, une étude hydraulique, une conception d'un échangeur, un calcul de cubature et des matériaux, et qui se termine par la signalisation ainsi qu'un devis quantitatif et estimatif et une conclusion générale .

Mots clé : autoroute، trafic ، géométrie ، corps de chaussée ، échangeur ، ICTAAL ، catalogue CTTP ،

ABSTRACT

Our end of study project consists of studying a section of the Tlemcen-El Aricha motorway link as well as the East-West motorway, the total project extends over a length of 110 km.

The section that we are going to study is 7.5km with the design of an exchanger.

In this abstract, we will write a brief summary encompassing all of the chapters that constitute our graduation project.

For the development of this modest effort we followed a work plan proposed by our supervisor which begins with a general introduction, a traffic study and its extrapolation to the horizon of 20 years, dimensioning of the structure of the body pavement of the planned road, a geometric study using 3D civil software respecting the layout standards according to the basic speed and the project environment, a geotechnical study to know the characteristics of the supporting soil, a hydraulic study, a design of an exchanger, a calculation of cubature and materials, and ending with the signaling as well as a quantitative and estimated estimate and a general conclusion.

Keywords: highway, traffic, geometry, roadbody, exchanger, ICTAAL, CTTP catalog.

Abréviation

- **APS**: Avant-projet sommaire.
- **APD** : Avant-projet détaillé.
- **ICTAAL 2000 : I**nstruction sur les **C**onditions **T**echniques d'**A**ménagement des **A**utoroutes de **L**iaison
- **ARP** : Aménagement-des-routes-principales.
- **U.V.P** : unité véhicule particulière.
- **PK** : Point kilométrique.
- **GTR** : Guides des Terrassements Routiers .
- **IPI** : L'Indice Portant Immédiat
- **NF** : Norme française.
- **CBR** : california – Bearing – Ratio.
- **$CBR_{imbibé}$** : indice CBR après immersion
- **BB** : béton bitumineux.
- **GB** : grave bitume.
- **GC** : grave concassée .
- **ES** : enduit superficiel.
- **M.T.L.H** : matériaux traités aux liants hydrauliques.
- **M.N.T.L.H** : matériaux non traités aux liants hydrauliques.
- **G.N.T** : grave non traitée.
- **D.B.C** : dalle en béton de ciment.
- **D.B.A.C :**dalle en béton armé continu .
- **B.M** : béton maigre.
- **P.F.S** : plate forme support .
- **GL** : grave laitier.
- **BCg** : Béton de ciment goujonné.
- **W** : Teneur en eau %.
- **W_n** :Teneur en eau naturelle %.
- **W_{opn}**: Teneur en eau optimum Proctor normal %.
- **W_L** :: Limite de liquidité %.
- **W_p** Limite de plasticité %.
- **Ip** : Indice de plasticité %.
- **γ_{dmax} :** densité sèche optimale
- **Ic** :Indice de consistance %.
- **FS**: Friabilité des sables.
- **ES** :Equivalent de sable %.
- **D_{max}** : Diamètre du plus gros élément en mm.
- **VBS** :Valeur au bleu de méthylène du sol .
- **LA** :Coefficient Los Angelès %.
- **MDE** :Coefficient micro-Deval en présence d'eau %.
- **γ_h** : poids volumique humide
- **γ_S** : poids volumique des grains solides .
- **C(KPA)** : la cohésion de sol .
- **φ (°)** : angle de frottement interne de sol .

Listes des figures

Figure.I.1 : Processus de fabrication de l'acier dans les haut-fourneau……4
Figure I.2 : Laitiers de haut-fourneau……5
Figure I.3 : Processus de fabrication de l'acier dans les filière électrique……7
Figure I.4 : four électrique ouvert avant refroidissement……8
Figure I.5 : coulé de laitier en fosse de refroidissement……8
Figure I.6 : station de concassage – criblage……9
Figure I.7 : vieillissement naturel du laitier…… 9
Figure I.8 : domaine d'emploi des LHF en technique routière……11
Figure I.9 : domaine d'emploi des LHF « cristallisés » en technique routière……11
Figure II.1 : Zone d'étude……13
Figure II.2 : Liaison autoroutière Tlemcen-Aricha-autoroute EST-OUEST……14
Figure II.3: Couloir d'étude……15
Figure V.1 : Les éléments du tracé en plan……28
Figure V.2 : Raccordement circulaire entre deux alignements ……30
Figure V.3 : schéma illustratif d'un rayon concave……34
Figure V.4 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante……36
Figure V.5 : profil en travers type……38
Figure VI.1 : schématisation des déblais et remblai sur le profil en long……40
Figure VI.2 :.Surface en déblai et en remblai d'un profil en travers……40
Figure VII.1 : Abbaque de la classification GTR pour $D_{max} \leq 50mm$……45
Figure VII.2 : diagramme de CASAGRANDE……46
Figure VIII.1 : Différents type de chaussée et leurs structures……50
Figure VII.2 :.Différentes couches de la structure de la chaussée……50
Figure VIII.3 : Structure du corps de chaussée selon la méthode C.B.R……53
Figure VIII.4 : démarche de catalogue……54
Figure VIII.5 : choix de la structure (fascicule 3)……57
Figure VIII.6 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC……60
Figure VIII.7: schémas finals des différentes couches……61
Figure IX.1 : dispositif d'assainissement……64
Figure IX.2 : diamètre de buse……69
Figure IX.3: dimensions du fossé……73
Figure X.1 : Différant type d'échangeurs……75
Figure X.2 : La zone de décélération……78
FigureX.3 : La zone d'accélération……79
Figure X.4 : tracé en plan de l'échangeur tréfle complet……82
Figure XII.1 : Les lignes longitudinales ……88
Figure XII.2 : Lignes transversales ……88
Figure XII.3 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé……89
Figure XII.4 : Schéma de marquage avec hachures ……90

Listes des tableaux

Tableau III.1 : Paramètres géométriques de l'autoroute……19
Tableau IV.1 : Coefficient d'équivalence « P » (référence B40)……23
Tableau IV.2 : Coefficient « K1 » (référence B40)……24
Tableau IV.3 : Coefficient « K2 » (référence B40)……24
Tableau IV.4 : Valeur de la capacité théorique (référence B40)……24
Tableau IV.5 : récapitulatif des résultats obtenus……26
Tableau V.1 : :Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan (source **ICTAAL 2000**)……28
Tableau V.2 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2000)……29
Tableau V.3 : Les données de l'axe à calculer……30
Tableau V.4 : Valeurs limites des paramètres du profil en long……33
Tableau V.5 : Caractéristique du profil en travers……37
Tableau VII.1 : Résultats des sondages carottés……43
Tableau VII.2: Résultats des essais physiques relatifs aux sondages carottés……43
Tableau VII.3: Résultats des essais physiques relatifs aux puits de reconnaissance……44
Tableau VII.4: les résultats des essais mécaniques……44
Tableau VII.5: Les résultats des essais utilise pour la classification GTR……46
Tableau VII.6: classifications des sols……47
Tableau VII.7 : conditions d'utilisation des matériaux « **A2m , B6m** » en ramblai .source (**GTR**)……48
Tableau VIII.1 : les coefficients d'équivalence pour quelques matériaux……53
Tableau VIII.2 : épaisseurs des couches selon méthode C.B.R……53
Tableau VIII.3 : Choix du type de réseaux principal……55
Tableau VIII.4 : Classe TPLi pour RP1 (Fascicule 1)……56
Tableau VIII.5 : Valeur du coefficient d'agressivité « A »……56
Tableau VIII.6 : Risque adoptés pour le réseau RP1 (Fascicule 2)……57
Tableau VIII.7 : Classes de portance de sol-support……57
Tableau VIII.8 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux (Fascicule 2)……59
Tableau IX.1 : Valeurs du paramètre «a» pour les différentes fréquences ……65
Tableau IX.2 : Caractéristique des bassins versants……67
Tableau IX.6 : Coefficients de ruissellement des bassins versants……67
Tableau IX.7: résultats de calcule de débit d'apport……68
Tableau IX.9: Tableau récapitulatif des dalots et buses……70
Tableau X.1 : Valeurs limites des rayons du tracé en plan……76
Tableau X.2 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long……77
Tableau X.3: Les largeurs des bretelles en profil en travers……77
Tableau X.4: Principales distances de visibilité……81
Tableau XII.1 : Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées……86
Tableau XII.2 : Les caractéristiques des lignes discontinues ……87
Tableau XII.3: Différents signaux verticaux utilisé……91

Sommaire

Introduction générale 1

chapitre I :valorisation des laitiers sidérurgiques en construction routière

I.1.Introduction 2

I.2.Définition 2

I.3. objectifs 2

I.4. Origine et types des laitiers sidérurgiques 2

I.4.1. Les laitiers de haut-fourneau (LHF) 3

I.4.1.1. Laitiers de haut-fourneau cristallisés 4

I.4.1.2. Laitiers de haut-fourneau vitrifiés 5

I.4.2. Laitiers d'aciéries électriques (LAE) 6

- laitiers de four 6
- laitiers de poche 6
- Laitier de four 6
- Laitier d'AOD (Argon Oxygène Décarburation) 7
- Laitier de poche 7

I.5. Préparation des laitiers d'aciéries pour la valorisation en construction routière 8

I.5.1. Préparation mécanique : concassage et criblage 8

I.5.1.1. concassage 8

I.5.1.2. criblage 8

I.5.2. Traitement chimique 9

I.5.2.1. Vieillissement naturel 9

I.6.Emplois des laitiers en construction routière 10

I.7.conclusion 12

chapitre II : présentation du projet

II.1 - Introduction 13

II.2 - Présentation de la wilaya concernée par le projet 13

II.1.1. La commune de Tlemcen 13

II.1.2. El Aricha 14

II.3. Présentation du projet 14

II.3.1. Etude préliminaire 15

II.3.2. Avant-projet sommaire (APS) 15

II.3.3. Avant-projet détaillé (APD) 15

II.4. La zone d'étude 16

II.4.1. Le Relief 16

II.4.2. le Climat 16
II.4.3. Données topographiques 16
II.4.4. Données géologiques 16
II.5. Objectifs visés par le projet de la liaison autoroutière El Aricha Tlemcen 17
II.6. Justification de l'échangeur 17
chapitres III : données de bases
III.1 - Introduction 18
III.2 - Objet de l' ICTAAL et domaine d'application 18
III.3 - Conception générale 19
III.4 - Paramètres géométriques 19
III.4.1 - Choix de la catégorie 20
III.4.2 - Choix de la vitesse de référence 20
chapitre IV : étude du trafic
IV.1 - Introduction 21
IV.2- Analyse du trafic 21
IV.3- Différents types du trafic 21
3.1- Trafic de transit 21
3.2- Trafic d'échange 21
3.3- Trafic Local 21
IV.4- Les indicateurs du trafic 22
IV.5- Calcul de la capacité du trafic 22
IV.5.1- définition de la capacité 22
IV.5.2- Procédure de détermination du nombre de voies 22
IV.5.3 –calcul du nombre de voies 24
IV.6-Application au projet 25
IV.7- Conclusion 26
chapitres V : géométrie
V.1 - Introduction 27
V.2 - Tracé en plan 27
V.2.1. Introduction 27
V.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan 27
V.2.3. Eléments constituant le tracé en plan 28
V.2.3.1. Les alignements droits 28
V.2.3.2. Arcs de cercles (les courbes) 29
V.2.3.3. Les Raccordement progressifs 29
V.2.4. Enchainement des éléments du trace en plan 29

V.2.5. Exemple de calcul manuel d'axe du trace en plan 30
V.3 - profil en long 32
V.3.1. Introduction 32
V.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long 32
V.3.3. Déclivité 32
V.3.3.1. Déclivité minimale 32
V.3.3.2. Déclivité maximale 33
V.3.3. caractéristiques de notre profile en long 33
V.3.4. Coordination du tracé en plan et du profil en long 33
V.3.5. Exemple de calcul manuel d'axe de profil en long 33
V.4 - profils en travers 35
V.4.1. Introduction 35
V.4.2. Classification du profil en travers 35
V.4.2.1. Profil en travers type 35
V.4.2.2. Le profil en travers courant 35
V.4.3. Les éléments du profil en travers 35
V.4.4. Pentes transversales 37
V.4.4.1. En alignement et en courbe non déversée 37
V.4.4.2. En courbe déversée 37
V.4.5. Les éléments de profil en travers de notre projet 37
chapitres VI : les cubatures
VI.1 - Introduction 39
VI.2- Définition 39
VI.3- . Méthodes de calcul utilisées 39
VI.4- . Description de la méthode de la moyenne des aires 39
VI.5- . Exemple d'application 40
VI.6- . Calcul des Cubatures de Projet 41
chapitre VII : étude géotechnique
VII.1 - Introduction 42
VII.2- Objectifs de la géotechnique routière 42
VII.3- Programme d'investigation géotechnique 42
VII.3.1 - Présentation des essais 42
VII.3.2 - Résultats des essais 43
VII.3.2.1 - essais in situ 43
VII.3.2.2 - essais au laboratoire 43
VII.4- Classification des sols 44

VII.4.1 - Classification GTR 44
VII.4.2 - Classification du sol selon LCPC 46
VII.5- Etude de la réutilisation des déblais 46
VII.6- Conclusions et recommandations 47

chapitre VIII : dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1 - Introduction 49
VIII.2- Objectifs du dimensionnement 49
VIII.3- La chaussée 49
VII.3.1.Définition 49
VIII.3.2. Les différents types de chaussé 49
VIII.3.3. Constitution d'une chaussée 50
VIII.4- Méthodes de dimensionnement 51
VIII.4.1 - Méthode C.B.R 51
VIII.4.1.1 – Application au projet 52
VIII.4.2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 53
VIII .4.2.1 – Application au projet 55
I/ - Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support 58
I.1/- Calcul de la déformation admissible (**ε**Z,adm) de sol support 58
I.2/- Calcul de la déformation admissible de traction (**ε**t.adm) 58
I.3/- Comparaison des déformations admissibles 60
VIII.5- Conclusion 61

chapitre IX : assainissement

IX.1 - Introduction 62
IX.2- Objectifs de l'assainissement 62
IX.3- Ouvrages d'assainissement 62
IX.3.1. les ouvrages de de collecte longitudinale 63
IX.3.2. les ouvrages transversaux 63
IX.3.3. les ouvrages de raccordement 63
IX.4- Quelques Définition 64
IX.5- Etude hydrologique 65
IX.5.1-Choix de la fréquence de pluie 65
IX.5.2- Détermination de l'intensité I(t) 65
IX.6- Estimation du débit de crue 66
IX.6.1 - Coefficient de ruissellement 66
IX.7- Application au projet 67
IX.8- Dimensionnement des ouvrages 68

IX.8.1.Système de drainage transversal 68
IX.8.1.1. Dimensionnement des buses 68
IX.8.1.2. Dimensionnement de dalot 69
IX.8.2. Système de drainage longitudinal 70
IX.8.2.1. Détermination de l'intensité I(t) 71
IX.8.2.2. Coefficient de ruissellement (C) 71
IX.8.2.3. Déterminations des débits d'apport 71
IX.8.2.4. Calcul du débit de saturation (QS) 72
IX.8.2.5. Fossés de terre-plein central 73

chapitre X : echangeur

X.1 - Introduction 74
X.2 - Rôle d'un échangeur 74
X.3- Les éléments de base pour l'aménagement des échangeurs 74
X.4- Condition à respecter 75
X.5- Types d'échangeurs 75
X.6- Caractéristiques géométriques des échangeurs 75
X.7- Choix de l'échangeur 75
X.8- Caractéristiques géométriques des bretelles 76
X.8.1. Tracé en plan d'une bretelle 76
X.8.2. Profil en long d'une bretelle 77
X.8.3. Profil en travers d'une bretelle 77
X.8.4. Zones de décélération et d'accélération 78
X.8.4.1. La zone de décélération 78
X.8.4.2. La zone d'accélération 79
X.9- Condition de visibilité 80
X.9.1. Visibilité sur une sortie d'autoroute 80
X.9.2. Visibilité sur une entrée d'autoroute 80
X.9.3. Distance de visibilité sur marquage d_{vm} 81
X.9.4. Distance de lecture (lc) 81

chapitre XI : ouvrage d'art

XI.1. Introduction 83
XI.2.Définition d'un échangeur 83
XI.3.Description des ouvrages 83
XI.4.les voies de rétablissement 83
XI.4. présentations des ouvrages existant dans notre projet 83

chapitre XII : signialisation

XII.1. Introduction 85
XII.2.objectifs de la signalisation routière 85
XII.3. Catégories de signalisation 85
XII.4. Types de signalisation 85
XII.4.1. Signalisation verticale 85
XII.4.2. Signalisation horizontale 86
XII.5. Dispositifs de retenue 87
XII.6. Clôture 88
XII.7. Application au projet 88
XII.7.1. Signalisation horizontale 88
XII.7.2. Signalisation Verticale 91

chapitre XIII : impact sur l'environnement

XIII.1. Introduction 93
XIII.2. Cadre juridique 93
XIII.3. objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement 93
XIII.4. Etude d'impact sur l'environnement 93
XII.4.1. Impact sur l'agriculture 94
XII.4.2. Impact sur la nature 94
XII.4.3. Impact sur les habitants 95
XIII.5. Conclusion 96

chapitre XIV : devis quantitatif et estimatif

Devis quantitatif et estimatif 97
Conclusion générale 99
Annexes

Introduction générale

L'industrie sidérurgique génère des quantités énormes de laitiers chaque année, ce qui rend actuellement la gestion de ces déchets une grande problématique , pour les sidérurgistes d'une part du fait de leur cout lié à la logistique(stockage et transport), et d'autre part pour les acteurs de l'environnement, du fait que la réglementation devient de plus en plus sévère envers toutes sources de productions de déchets et de produits nuisibles à l'environnement, et tout cela à pour objectif, de préserver la nature et les ressources naturelles. Le résultat est que le développement de techniques de recyclage ou de valorisation de ces laitiers s'impose comme un grand défit à relever.

Dans le chapitres master nous à donner dans sa première partie définition ,origine et types des laitiers sidérurgiques puis son réutilisations dans le domaine de la construction routière .

Le réseau routier algérien demeure l'un des plus dense du continent africain, sa longueur est de 112039 km dont 29573 km de routes nationales et plus de 4910 ouvrages d'art. Ce réseau est complété par un important tronçon de 1216 km qui est en voie de réalisation(l'autoroute Est-Ouest)

Dans la plupart des payes, l'infrastructure routière et autoroutière occupe une place prédominante dans le système de transports. Elle représente un élément d'intégration politique, économique et sociale.

L'état Algérien a consenti des très grands efforts dans le domaine d'infrastructure par le lancement des grands projets routier et autoroutier, comme l'autoroute Est-Ouest et la rocade des hauts plateaux.

Alors nous sommes chargées de mener des études d'un projet réel dans une des filières enseignées à l'école à savoir infrastructures des transports, ouvrages d'art et structures

Le présent projet de fin d'études consiste à étudier **un tronçon de la liaison autoroutière Tlemcen _El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur** proposé par la **SETO**.

CHAPITRE MASTER :

VALORISATION DES LAITIERS SIDÉRURGIQUES EN CONSTRUCTION ROUTIÉRE

I.1.Introduction :

La construction et la maintenance routière nécessitent des quantités énormes de granulats , le caractère assez restrictif des spécifications routières fait que seules certaines catégories de matériaux sont couramment utilisées telles que les alluvions des oueds et les matériaux provenant des roches massives , la raréfaction des matériaux routiers qui touche de plus en plus différentes régions du l'Algérie , le renchérissement des transport et la prise en compte des problèmes d'environnement incitent l'administration , les entreprises , les laboratoires et tous les organismes techniques à rechercher des palliatifs, de valoriser les matériaux disponible localement ou ceux provenant de source industrielle comme est le cas des de scories métallurgiques « Le laitier sidérurgique »

I.2.Définition :

Laitiers sidérurgiques sont des Matières minérales artificielles générées par l'industrie du fer et de l'acier. Ces matériaux sont co-générés sous forme liquide à haute température en même temps que la fonte sidérurgique (laitier de haut-fourneau) ou l'acier (laitier d'aciérie). Les laitiers de convertisseur (ou de conversion) sont des laitiers d'aciérie obtenus lors de l'affinage de la fonte sidérurgique, alors que les laitiers d'aciérie électrique sont obtenus lors de la fusion de ferrailles.

I.3. objectifs :

Parmi les objectifs de la valorisation des Laitiers sidérurgiques dans le domaine routière :

- Assurer le respect de la réglementation en luttant contre les décharges sauvages et en faisant appliquer le principe « pollueur-payeur» ,qui attribue la charge du traitement et de l'élimination des déchets à leurs producteurs et détenteurs .
- Mettre en place un réseau de traitement offrant une répartition géographique équilibrée des installations de recyclage, pour les matériaux valorisables et d'enfouissement pour les déchets ultimes, et organiser les circuits financiers de façon à ce que les coûts soient intégrés et clairement répartis .
- Permettre au secteur du Bâtiment et des Travaux Publics de participer au principe de réduction à la source des déchets par l'utilisation de matériaux et de procédés de mise en œuvre et de déconstruction, produisant une quantité moindre de déchets à caractère moins polluant et mieux valorisable .
- Réduire la mise en décharge, et favoriser la valorisation et le recyclage des déchets afin d'économiser les ressources de matériaux non renouvelables.

I.4. Origine et types des laitiers sidérurgiques :

Les laitiers sont des résidus du processus de fabrication de l'acier. L'acier peut être obtenue soit par la conversion à partir de la fonte issue des haut-fourneau soit par recyclage de ferrailles dans les aciéries électriques .Chaque processus génère un type de coproduit appelé laitiers d'aciérie.

I.4.1. Les laitiers de haut-fourneau (LHF) :

La production de l'acier de conversion dans les haut-fourneaux passe par deux étapes essentielles :

- **La première étape** s'effectue dans un haut-fourneau dans lequel le minerai de fer est réduit par du coke. A l'issue de ce procédé, le produit principal obtenu est la fonte, accompagnée de la production d'une gangue appelée laitier de haut-fourneau de densité moins que celle de la fonte (chaque tonne de la fonte génère de l'ordre de 250 à 300 Kg de LHF), la séparation entre la fonte et le laitier soutirés du haut-fourneau se fait par gravimétrie. Selon le mode de traitement du laitier après son soutirage de la base du haut-fourneau, on distingue deux types de laitiers, LHF cristallisé et LHF vitrifié.
- Les réactions chimiques mises en jeu au cours de cette étape sont :

Combustion du Carbone: $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

Réduction des oxydes du minerai : $Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2FeO + CO_2$

$FeO + CO \longrightarrow Fe\ (liquide) + CO_2$

- Les laitiers de haut-fourneau sont considérés comme déchets sidérurgiques, et vue les caractéristiques qu'ils présentent, ils trouveront un débouché dans le secteur de travaux publics comme granulats, et dans l'industrie cimentière comme additif

La deuxième étape s'effectue en versant la fonte obtenue dans l'étape 1 dans un wagon poche. puis dirigée vers le convertisseur chargé de ferrailles. Ce processus permet de réduire le taux de carbone dans la fonte, qui se fait par oxydation du carbone en CO puis en CO_2.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$$

$$2\ CO + O_2 \longrightarrow 2\ CO_2$$

Au cours de ce processus, une augmentation de la température (d'environ 1200 °c à 1600 °c), transforme la fonte en acier liquide. Pour achever le procédé, une quantité de la chaux est introduite dans le convertisseur afin d'éliminer les éléments chimiques indésirables tels le phosphore, le silicium et les sulfures. Les réactions chimiques survenues au cours de ce traitement sont illustrées ci-dessous :

- Pour la silice : $Si + O_2 \longrightarrow SiO_2$

$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$

- Pour le phosphore : $4P + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10}$

$6CaO + P_4O_{10} \longrightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$

- Pour le soufre : $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$CaO + SO_2 \longrightarrow CaSO_3$

A la fin de cette étape, deux produits sont obtenus :

- l'acier et un laitier appelé laitier de conversion (LCD) de formule chimique $CaO\text{-}SiO_2\text{-}FeO$, de densité plus faible que celle de l'acier. Ces deux produits sont séparés à la fin du processus par gravimétrie. Chaque tonne d'acier produit génère de l'ordre de 100 kg de LCD.

La figure ci-dessous illustre les étapes de production d'acier dans le haut-fourneau :

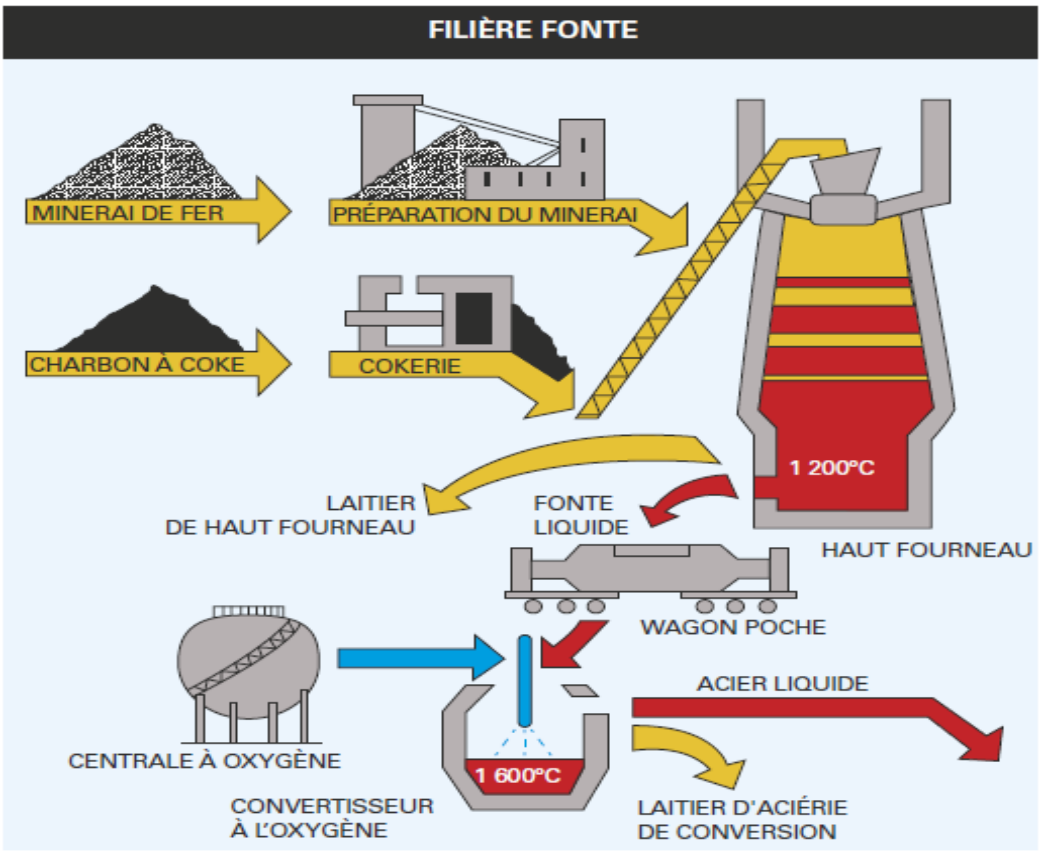


Figure.I.1 : Processus de fabrication de l'acier dans les haut-fourneau

I.4.1.1. Laitiers de haut-fourneau cristallisés :

- Ce type résulte du refroidissement lent à l'air libre du laitier soutiré de la base du haut-fourneau après avoir été séparé de la fonte. A l'air libre le laitier se cristallise sous forme de roche, et pour le fragmenter les sidérurgistes procèdent à son arrosage au début de sa solidification.
- Le laitier cristallisé est typiquement gris et généralement poreux, avec une masse volumique de 3.3 à 3.6 tonne /m3 . La granulométrie du laitier cristallisé brut est de l'ordre de 0/300 mm lors de son extraction des fosses, après fragmentation par arrosage. Il dispose de propriétés physiques particulières à savoir une résistance mécanique élevée associée à une conductivité thermique faible.

- Les principaux composants chimiques de ces laitiers sont la chaux libre (CaO, environ 40%), la silice (SiO_2, environ 35%), l'alumine (Al_2O_3, 11% environ)et la magnésie (MgO, 8% environ).

I.4.1.2. Laitiers de haut-fourneau vitrifiés :

- Ce laitier résulte d'un arrosage violant et abondant de l'eau sous haute pression du liquide soutiré du haut-fourneau (trempe), et l'énergie calorifique contenue dans le laitier en fusion provoque son explosion et forme instantanément du laitier vitrifié
- appelé « laitier granulé».le dispositif dans lequel se survienne cette opération est dit «granulateur ».
- Une autre variante de trempe du laitier en fusion donne un laitier vitrifie, elle consiste à le tremper à l'air en le pulvérisant. Le produit obtenu s'appelle laitier bouleté.

Ces différentes sortes de laitiers vitrifiés ne présentent pas de grandes différences en termes de leur composition. Ils se présentent sous forme de sables de couleur jaune /beige .La granulométrie moyenne est de 0/4 mm, et la composition chimique est la même que les laitiers cristallisé cités ci-dessus, environ : 40% de la chaux, 35 % de la silice, 11 % de l'alumine et 8 % de la magnésie ainsi que d'autres éléments chimiques mineurs.

- La caractéristique la plus marquante de ce laitier est sa réactivité ou « hydraulicité », c'est-à-dire sa capacité à faire prise en présence d'eau et d'un agent basique activant).Cette particularité rend ce laitier très demandé dans l'industrie cimentière afin de garantir la teneur d'aluminates qu'est essentielle à la qualité du ciment.



Figure I.2 : Laitiers de haut-fourneau

Laitiers de haut-fourneau cristallisé

Laitiers de haut-fourneau granulé (vitrifié)

I.4.2. Laitiers d'aciéries électriques (LAE) :

Les laitiers d'aciéries électriques sont issus de la filière électrique qui génère une production d'acier en fondant des ferrailles recyclées dans des fours électriques.

L'élaboration des aciers dans ce type d'aciérie se fait généralement soit en deux étapes pour les aciéries électrique « carbone », soit en trois étapes pour les aciéries électriques « inox », et chaque étape génère un type de laitier.

Pour les aciéries électriques dite **« carbone »,** qui servent à produire de l'acier faiblement allié, la première étape se fait au four de fusion et l'autre en poche de coulée, ce qui génère deux types de laitiers qui sont :

- ***laitiers de four :***

La charge du four électrique est essentiellement constituée de ferrailles de récupération et d'éléments d'addition (chaux, charbon, silicium, etc.…).cette charge est fondue par le rayonnement des arcs électriques de trois électrodes de graphite alimentés en courant alternatif. Pendant cette fusion, de l'oxygène, de la chaux et du charbon sont ajoutés dans le bain liquide pour favoriser la fusion et provoquer l'oxydation de certains éléments chimiques indésirables. Par la combinaison de la chaux, du silicium et d'autres composants issus des ferrailles enfournées, un laitier se constitue à la surface du bain d'acier liquide, en qualité équivalente à 100 Kg pour 1 tonne d'acier, c'est le « laitier de four ».Lorsque la fusion est terminée, c'est-à-dire lorsque la température visée est atteinte (1600 °c environ), ce laitier est coulé soit en fosse soit en cuvier .

- ***laitiers de poche :***

Après la fusion au four, l'acier est coulé en poche et des éléments d'addition et de désoxydation (chaux, ferrosilicium etc. …) sont ajoutés dans la poche .Cette poche est ensuite transférée vers une installation appelée four poche et équipée de trois électrodes de graphite. Ce four poche permet la mise à nuance désirée par des compléments d'additions et assure le maintien de la température. L'homogénéisation de l'acier liquide est assurée par un brassage gazeux à l'argon ou à l'azote .la combinaison des éléments d'addition et de ceux issus de la désoxydation constituent le « laitier de poche «, aussi appelé « laitier blanc du fait de sa richesse en chaux.

Pour les aciéries électriques dites **« inox »,** servant à produire de l'acier inoxydable .on trouve trois étapes, et chaque étape génère la formation d'un type de laitier, en particulier au titre de leur basicité respective. Ces laitiers générés sont :

- ***Laitier de four :***

La charge du four est constituée de ferrailles et de ferro-alliages (ferrochrome, ferronickel, chaux, etc.). Elle est fondue par la chaleur rayonnant d'un arc électrique créé entre trois électrodes de graphite situées juste au-dessus de la charge. Lors de la fusion, l'oxygène est soufflé dans le bain pour le brasser. Il en résulte une certaine oxydation du chrome, limitée par l'oxydation du silicium, dégageant une importante quantité de chaleur qui accélère la

fusion et produit de la silice qu'il faut éliminer. A cette fin, la chaux est chargée avec les matières et va former un silicate de chaux liquide constituant le laitier dit "de four". Son indice de basicité est voisin de 1,4.

- ***Laitier d'AOD (Argon Oxygène Décarburation) :***

Après la fusion, l'acier liquide a une composition chimique voisine de celle recherchée, mais contient 1,5 à 2% de carbone, ainsi que du soufre. Il est alors chargé dans une "cornue AOD", sorte de poche fermée, pour décarburation et désulfuration. Un flux d'oxygène et d'argon est envoyé par le fond de la cornue. L'argon abaissant Sensiblement la pression partielle d'oxyde de carbone, le carbone s'oxyde sélectivement et est éliminé sous forme gazeuse. La réaction est exothermique et une addition continue de ferraille permet de maintenir la température à environ 1700°C. Lors de la décarburation, le bain liquide est riche en oxygène et, malgré l'injection d'argon, une partie du chrome est oxydée. Pour le récupérer, une addition de Ferro-silicium est réalisée en fin de décarburation et la silice formée est éliminée grâce à une addition de chaux comme dans la phase précédente. Cette chaux permet également d'éliminer le soufre par formation de sulfure de calcium. Le laitier alors formé est dit "d'AOD". Son indice de basicité est voisin de 2,0.

- ***Laitier de poche :***

Après un premier écrémage de surface (traditionnellement appelé « décrassage ») permettant de récupérer le laitier d'AOD, une deuxième injection de chaux peut être réalisée pour poursuivre la désulfuration. Le laitier alors formé est très basique (indice de basicité voisin de 1,8). Il est versé dans la poche de coulée et sera récupéré après coulée du métal. Il faut noter que l'élaboration d'une tonne de métal entraîne la production d'environ 70 kg de laitier de four, 90 kg de laitier d'AOD et 10 kg de laitier de poche.

.

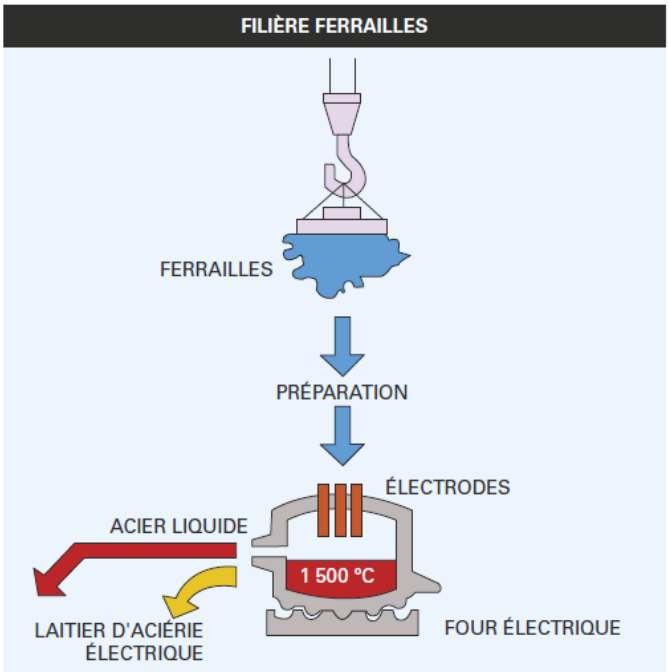


Figure I.3 : Processus de fabrication de l'acier dans les filière électrique



Figure I.4 : four électrique ouvert avant refroidissement



Figure I.5 : coulé de laitier en fosse de refroidissement

I.5. Préparation des laitiers d'aciéries pour la valorisation en construction routière :

La réutilisation des différents laitiers d'aciéries dans le domaine de la construction routière nécessite un traitement au préalable de ces matériaux, que ce soit une préparation mécanique visant la réduction de leur dimension en procédant à une opération de concassage et de criblage, ou un traitement chimique afin de minimiser les quantités de CaO et de MgO libres en favorisant des réactions consommant ces éléments potentiellement expansifs.

I.5.1. Préparation mécanique : concassage et criblage

I.5.1.1. concassage :

Le concassage des coproduits issus de l'industrie sidérurgique permet, d'une part l'obtention d'une granulométrie bien définie, qui conditionnera leurs futur usage en domaine de construction routière D'autre part, il permet de diviser la taille de la chaux libre contenue dans les roches grossières, afin d'augmenter la surface d'échange entre le laitier et le milieu ambiant. Car plus que cette surface est importante, plus l'hydratation et la carbonatation de la chaux libre seront complètes.

I.5.1.2. criblage :

Le criblage est l'opération qui permet la séparation granulométrique des éléments

Autrement dit les éléments composant le matériau à cribler sont séparés en deux catégories :

- d'une part ,ceux qui sont plus grands qu'une certaine dimension.
- d'autre part ,ceux qui sont plus petits .

le plus souvent ,le procédé consiste à faire passer ou refuser les éléments par un orifice de dimension donnée ,qui généralement de forme carrée

- les éléments sont alors triés par rapport à leur plus petite dimension .



Figure I.6 : station de concassage - criblage

I.5.2. Traitement chimique :

I.5.2.1. Vieillissement naturel :

Le vieillissement naturel consiste à exposer les laitiers aux intempéries. L'action conjuguée de l'humidité et du gaz carbonique présents dans l'atmosphère va peu à peu transformer la chaux libre en composés plus stables suivant les réactions :

- réaction d'hydratation : $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
- réaction de carbonatation : $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$

Les laitiers obtenus ont donc une teneur en chaux libre abaissée et par conséquence la stabilité volumique est assurée.



Figure I.7 : vieillissement naturel du laitier

Le grand avantage de ce procédé de traitement est de ne pas mettre en œuvre des techniques industrielles complexes. Mais il présente quelques inconvénients tels que :

- l'espace important pour le stockage des laitiers.
- la durée longue de l'exposition des laitiers en plein air (de l'ordre de plusieurs mois) ;
- l'impact non négligeable sur l'environnement du séjour prolongé de ces laitiers
- la quantité significative de chaux vive résiduelle contenue dans les laitiers, même après un séjour prolongé ;
- le vieillissement naturel ne se produit que pour les matériaux situés en surface des tas.

I.6.Emplois des laitiers en construction routière :

Les matériaux routiers fabriqués à partir de matériaux alternatifs issus de gisements de laitiers peuvent être les suivants :

- grave non traitée (GNT) normalisée et tout venant : matériau routier élaboré à l'aide d'une grave de laitier, pouvant intégrer d'autre(s) constituant(s), par exemple en vue de la rectification de la courbe granulométrique .
- grave traitée au liant hydraulique (GTLH) : matériau routier élaboré pour l'obtention de performances mécaniques élevées, à partir d'une grave de laitier pouvant intégrer d'autre(s) constituant(s), en mélange avec un liant hydraulique routier ou du ciment.
- grave bitume (GB) et enrobé à module élevé (EME) : matériau routier à faible teneur en liant, constitué à partir d'une grave ou de granulats de laitier enrobés à l'aide d'un liant hydrocarboné (type bitume), et destiné aux couches de fondation ou de base, d'une épaisseur comprise entre 8 et 14 cm .
- béton bitumineux (BB) et béton bitumineux à module élevé (BBME) : matériau routier riche en bitume, constitué à partir d'une grave ou de granulats de laitier enrobés à l'aide d'un liant hydrocarboné (type bitume), et utilisé principalement pour les couches de roulement, c'est-à-dire pour les couches supérieures de la chaussée, d'une épaisseur comprise entre 2 et 8 cm ;
- Enduit superficiel : matériau routier constitué d'une alternance de couches de liant hydrocarboné et de granulats de laitiers, répandues successivement. Il s'agit d'une couche de roulement réalisée en place sur la structure routière existante, d'une épaisseur comprise entre 1 à 2 cm en fonction des cas.

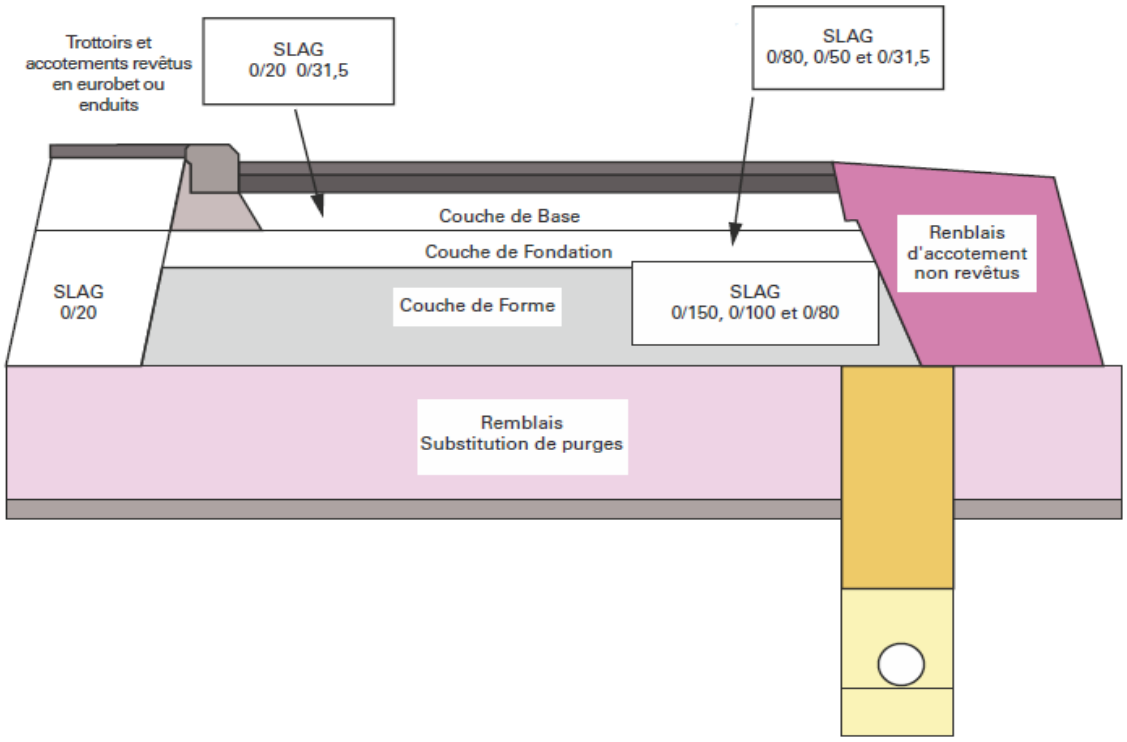


Figure I.8 : domaine d'emploi des LHF en technique routière

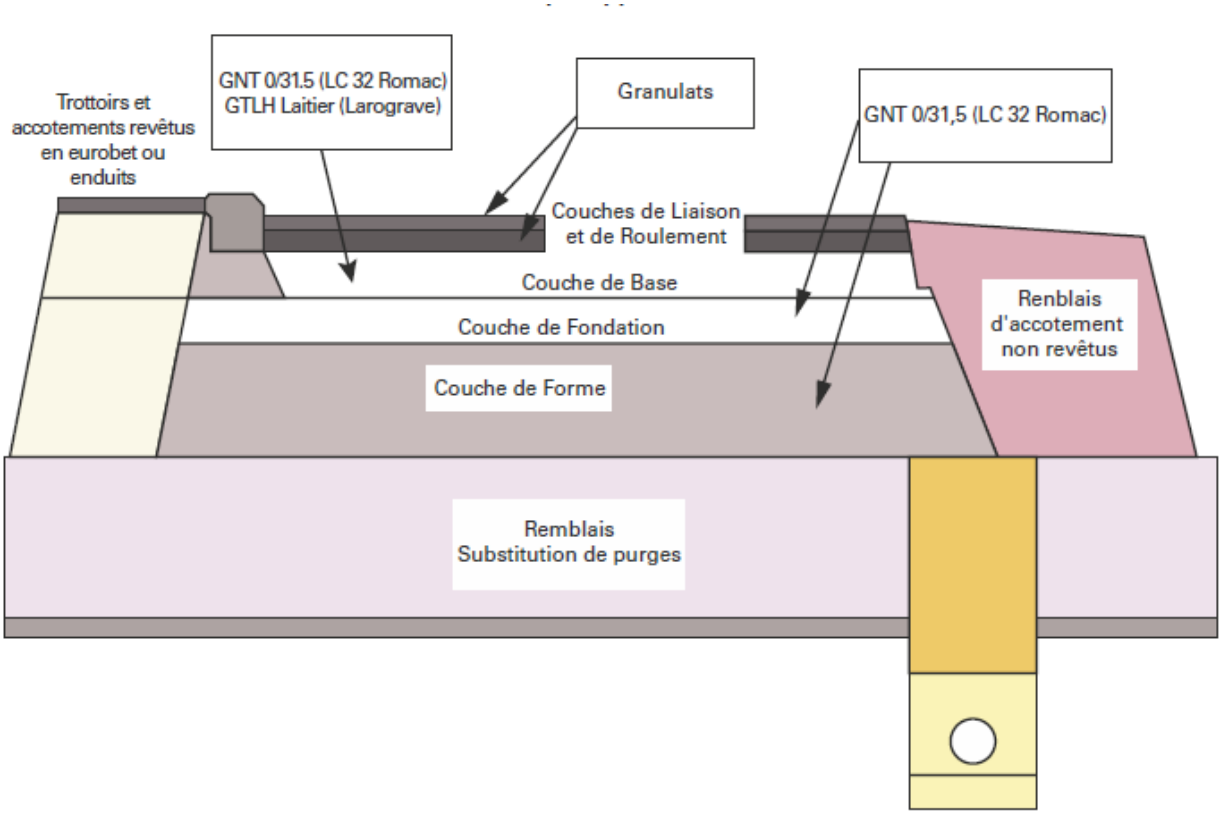


Figure I.9 : domaine d'emploi des LHF « cristallisés » en technique routière

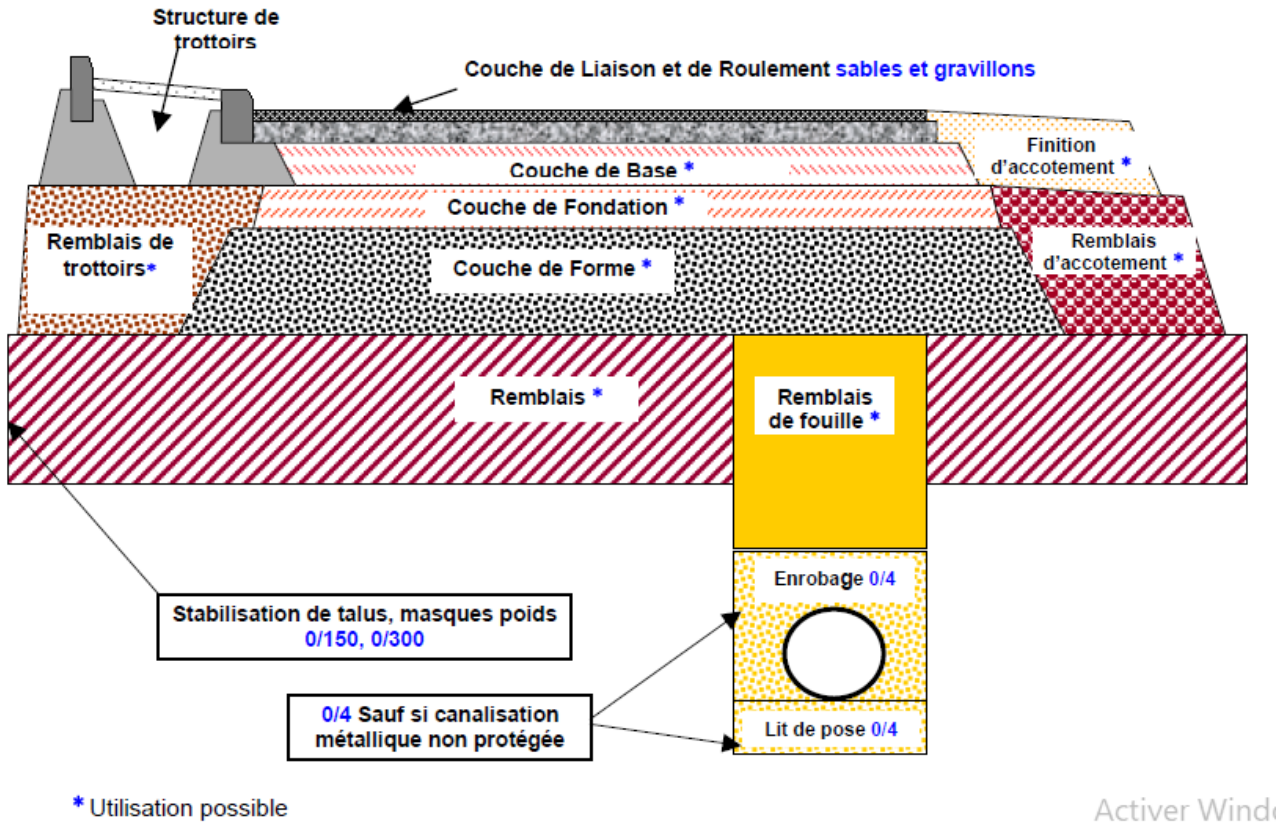


Figure I.10 : domaine d'emploi des Laitiers d'aciéries électriques

I.7.conclusion :

Dans le domaine des travaux publics et surtout la construction routière , l'utilisation des laitiers sidérurgiques dans les différentes applications constitue une source importante de matériaux, surtout dans les régions déficitaires en matériaux granulaires de bonne qualité, et /ou les régions où les usines de la sidérurgie sont implantés . Mais en contre partie, ils sont appelés à collaborer avec les autres intervenants et d'investir dans des projets de recherche pour éviter tous éventuels risques qui peuvent remettre en cause l'insertion des laitiers sidérurgiques dans leurs domaine d'intervention.

- Pour les acteurs de l'environnement, l'élimination des laitiers contribue fortement à la préservation des ressources naturelles et à la limitation des risques de pollution liés à ces laitiers, et par conséquence à économiser du temps et de l'argent.

A la fin nous tenons à signaler que la valorisation des déchets sidérurgiques en domaine de la construction routière est une action prometteuse, et ce vue les avantages qu'elle présente et qui 'elle pourra présenter dans l'avenir, pour cela la participation des centres de recherche et les centres de formation au développement et à la recherche de nouvelles possibilités de valorisation des laitiers est vivement recommandée.

CHAPITRE II :

PRÉSENTATION DU PROJET

II.1 - Introduction :

La wilaya de Tlemcen va bénéficier d'un nombre important de projets de modernisation du réseau routier à la faveur du prochain plan quinquennal 2015-2020 pour un coût estimatif de 168 milliards de dinars, soit près du double des précédents programmes quinquennaux de développement réunis. Cela va lui conférer d'occuper une place de choix dans la hiérarchie des wilayas à fort potentiel économique avec l'apport de nouveaux équipements. Les chantiers destinés à mettre en place de nouvelles dessertes routières d'évitement des agglomérations, la réhabilitation et l'entretien des chemins de wilaya, la mise en place de plusieurs échangeurs afin d'assurer une meilleure fluidité de la circulation automobile.

Parmi ces projets la liaison autoroutière reliant El-Aricha -Tlemcen sur environ 110 kms. La pénétrante autoroutière Tlemcen à Aricha rentre dans le cadre des mégas projet initié par l'état Algérien visant à prévoir un aménagement à long terme et dans le but de faire face à une demande de plus en plus croissante .

II.2 - Présentation de la wilaya concernée par le projet :

II.2.1. La commune de Tlemcen :

La Wilaya de Tlemcen occupe une position de choix au sein de l'ensemble national. Wilaya, à la fois frontalière et côtière. Elle est située au nord-ouest de l'Algérie, à 520 km au sud-ouest d'Alger, à 140 km au sud-ouest d'Oran . Elle est limitée géographiquement au Nord par la mer méditerranée, au Nord-est par la Wilaya d'Ain Temouchent, à l'Est par la Wilaya de Sidi Bel-Abbes, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par la Wilaya de Naâma. Elle se distingue par la richesse de ses terres agricoles et sa position côtière, faisant de l'agriculture, la pêche et le tourisme ses principales vocations.

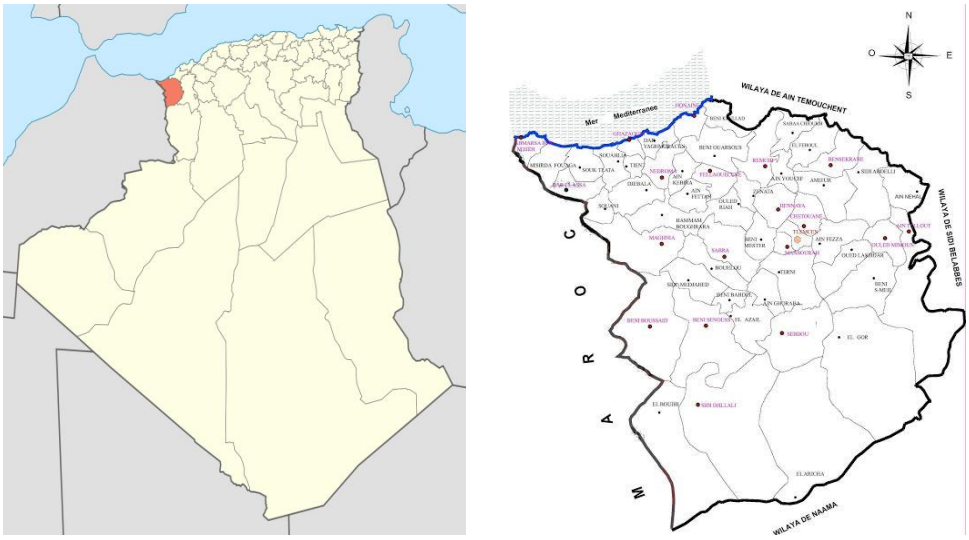


Figure II.1 : Zone d'étude.

II.2.2. El Aricha :

Situé sur le territoire de la daïra de Sebdou la commune d'El Aricha comporte 6673 habitants, son chef-lieu, El Aricha, se trouve à environ 85 KM au Sud de Tlemcen, elle est limité par la commune de Sebdou au Nord, Sidi Djillali a l'Ouest, la commune d'El Gor a l'Est, la wilaya de Naâma au Sud et la wilaya de Sidi Bel Abbas au Sud-Est.

II.3. Présentation du projet :

- La pénétrante Tlemcen-El Aricha est une des pénétrantes Nord-Sud elle a pour but d'assurer une liaison autoroutière entre deux grands axes autoroutiers (l'autoroute Est-Ouest et celle des hauts plateaux), a la proximité des frontières marocaines et en traversant du Nord au Sud la wilaya de Tlemcen, de son côté Ouest ; afin de desservir les villes de Tlemcen, Ouled Mimoun, Sebdou et El Aricha. Vu l'emplacement de la wilaya de Tlemcen comme wilaya frontalière avec le pays voisin le Maroc, cette pénétrante va accroitre la mobilité, renforce le réseau de transport et facilite l'écoulement des flux de trafic issus des échanges Algéro- Marocains vers l'intérieur de l'Algérie

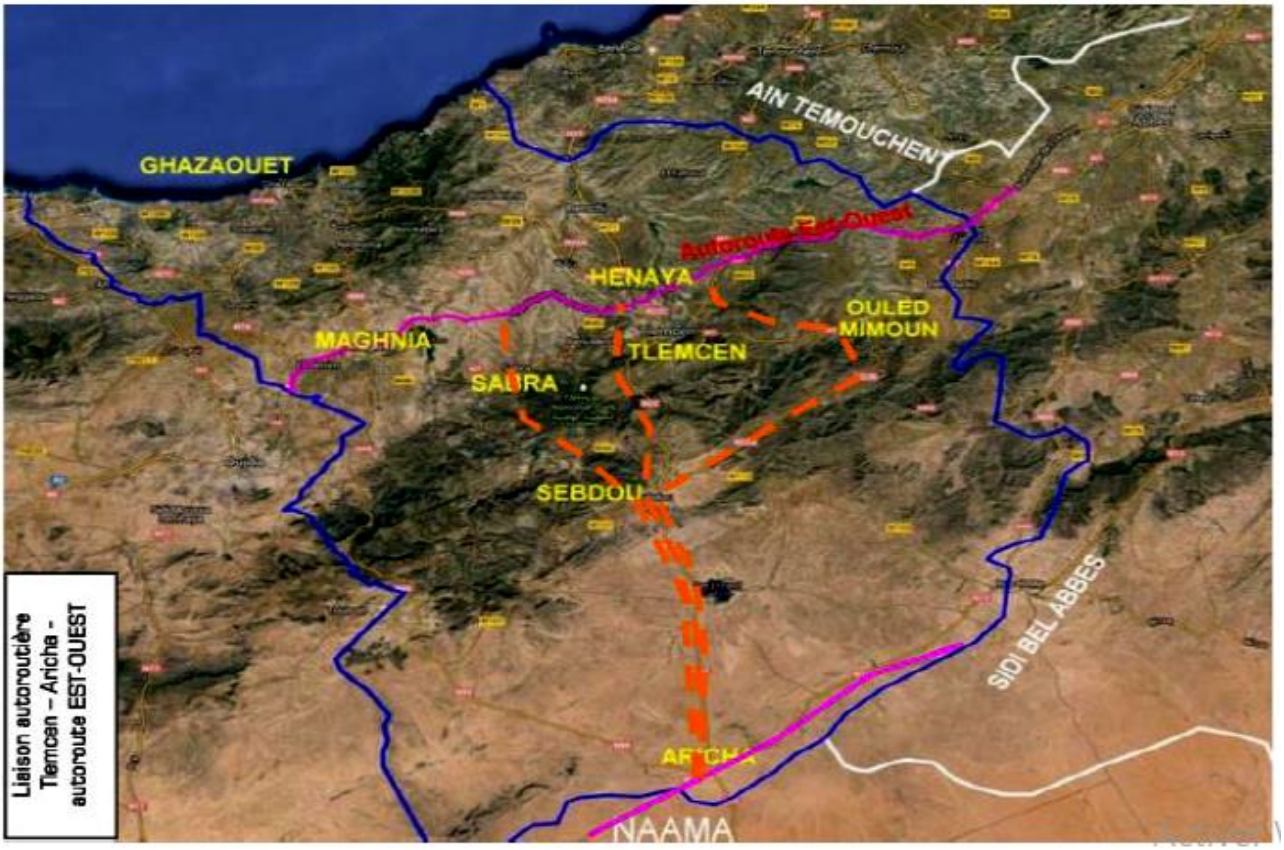


Figure II.2 : Liaison autoroutière Tlemcen-Aricha-autoroute EST-OUEST

- Notre projet porte sur la conception et l'étude d'un tronçon de 7.5km du Pk 92.5 km au Pk 100km ce dernier constitué des terres agricoles fertiles qui traverse l'autoroute Est-Ouest dont on a assuré l'échange cette dernière avec un échangeur en trèfle.

II.3.1. Etude préliminaire :

L'objectif principal de l'étude préliminaire est de rechercher des familles de solutions et de comparaison pour faire le choix du « Fuseau » pour cette liaison projetée. L'étude préliminaire permettra de déterminer les fonctions à satisfaire et de s'assurer de la faisabilité technique et socio- économique et financière de l'infrastructure de la liaison autoroutière

II.3.2. Avant-projet sommaire (APS) :

L'objectif de cette étude et d'évaluer les différentes variantes de corridor, Le bureau d'étude aura à proposer deux ou trois variantes a examiner par le maître d'ouvrage, il devra procéder à la recherche d'éventuelles variantes pouvant présenter un meilleur rapport technico économique. La comparaison multicritère permettra au bureau d'étude de proposer la variante optimale qui fera l'objet d'étude détaillée.

II.3.3. Avant-projet détaillé (APD) :

La deuxième tâche du bureau d'étude, est de procéder aux études d'avant projet détaillé. Ces études devront s'atteler à préciser réellement le choix définitif du tracé et la conception technique du projet. Ce choix devra tenir compte du cadre naturel (environnement, topographie, géologie...) et humain (population à desservir) dans lequel s'inscrit le projet. Le contenu de l'étude d'avant projet détaillé :

- Travaux topographiques.
- Etudes de la trace.
- Etude des ouvrages d'art.
- Etude géotechnique.
- Dossier d'appel d'offres par lot.



Figure II.3: Couloir d'étude.

II.4. La zone d'étude :

- Le secteur d'étude fait partie du domaine Tlemcénien qui s'étend de la frontière Algéro-marocaine à l'Ouest jusqu'à Tiaret à l'Est et de la mer méditerrané au Nord jusqu'aux abords d'El Aricha au Sud.
- Il faut prendre en considération les forêts, le secteur hydraulique, la culture pour d'éventuels sites archéologiques sur l'emprise du tracé autoroutier, l'énergie pour les lignes haute ou moyenne tension, les sites touristiques, les aires de repos, les stations-services.

II.4.1. Le Relief :

Pour le relief de la wilaya, il comporte quatre ensembles de formation distincts du nord au sud

- La zone Nord est constituée des Monts des Trara et Sebâa Chioukh apparaît comme un massif caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes .
- Un ensemble de plaines agricoles .
- Les monts de Tlemcen qui font partie de la grande chaîne de l'Atlas tellien qui traverse l'Algérie d'Est et en Ouest, et s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tel .
- La zone sud constituée par les hautes plaines steppiques.

II.4.2. le Climat :

Le climat Tlemcenien est caractérisé par un couloir à l'air marin qui tempère la rigueur des hivers et la chaleur des étés. La région de Tlemcen s'inscrit comme un îlot arrosé au milieu des zones semi-arides de la Moulouya marocaine à l'ouest, de Sidi Bel Abbès et Mascara à l'est et d'El Aricha au sud.

II.4.3. Données topographiques :

Il convient de disposer d'un levé topographique aussi précis que possible, avec l'indication des repères de niveaux.

Le site du projet se trouve selon la carte géographique entre l'extrême Sud de la wilaya de Tlemcen et le centre de cette dernière son chef-lieu la daïra de Tlemcen. Pour effectuer ce levé topographique, il faut soit le réaliser avec les appareils topographiques (stations locales), soit avec les photos aériennes. Ces deux méthodes sont coûteuses en temps et en argents, c'est donc pour cela qu'une autre méthode basée sur le GPS a été envisagée.

II.4.4. Données géologiques :

La majeure partie du domaine tlemcénien est formée par des roches magmatiques avec un terrain sédimentaire où s'alterne des couches perméables (Dolomite, Calcaires, grès) et des couches imperméables (marnes, argiles). Ces formations sédimentaires sont d'âge jurassique supérieur.

II.5. Objectifs visés par le projet de la liaison autoroutière El Aricha Tlemcen:

L'étude de cette liaison autoroutière vise à atteindre les objectifs suivants :

- Soulager les routes déjà existantes pour les communes du sud de Tlemcen.
- Donner une nouvelle dimension à l'activité économique avec des perspectives prometteuses pour les zones rurales concernées.
- Accélérer le développement économique de la wilaya de Tlemcen et les wilayas limitrophes.
- Offrir une continuité de l'axe Autoroutier entre Tlemcen et El Aricha
- Réduire les coûts de transport et les temps de parcours du trafic de transit en évitant les traversées d'agglomérations.
- Préserver les couloirs susceptibles de recevoir l'infrastructure projetée, tout en prenant en compte les orientations d'aménagement du territoire.

II.6. Justification de l'échangeur :

Le but d'échangeur est d'assurer la continuité du réseau routier et de desservir plusieurs directions en même temps. En distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance, et de faciliter aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points des conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables.

CHAPITRE III :

DONNÉES DE BASES

III.1 - Introduction :

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement de l'APD. Ces normes ont été l'objet de discussions détaillées dans notre projet.

Pour la conception géométrique nous avons utilisé La norme **ICTAAL 2000**

« **I**nstruction sur les **C**onditions **T**echniques d'**A**ménagement des **A**utoroutes de **L**iaison ».

Et où ces dernières ne sont pas assez explicites, on a fait appel aux principes énoncés dans

D'autres règlements dont on cite : **B40** ….

III.2 - Objet de l' ICTAAL et domaine d'application: « source **ICTAAL 2000** »

L'ICTAAL traite de la conception des autoroutes interurbaines, qu'il s'agisse de la réalisation d'infrastructures nouvelles ou de l'aménagement du réseau existant. Dans cette instruction, le terme autoroute désigne une route à chaussées séparées comportant chacune au moins deux voies en section courante, isolée de son environnement et dont les carrefours sont dénivelés.

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. Les études préalables, les règles et recommandations techniques de détail sont traitées dans les documents spécialisés.

L'**ICTAAL ne s'applique pas :**

Aux autres types de routes principales – les routes express à une chaussée, les artères inter urbaines et les "routes" – qui font l'objet du guide d'Aménagement des Routes Principales (A.R.P) .

Aux routes à chaussées séparées comportant chacune une seule voie de circulation et des créneaux de dépassement, qui feront l'objet d'une instruction ultérieure.

Aux autoroutes situées en milieu urbain, considérées comme des voies rapides urbaines, et relevant de l'Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines (I.C.T.A.V.R.U.), y compris lorsqu'elles assurent la continuité ou l'aboutissement d'une autoroute interurbaine. Il est toutefois recommandé en milieu périurbain, lorsque le caractère urbain actuel ou futur de la voie est faible, d'appliquer les règles de l'**ICTAAL .**

III.3 - Conception générale :

La première étape de la conception est le choix des caractéristiques générales :

- le type de route qui détermine l'instruction à appliquer,
- la catégorie de route qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du tracé,
- le nombre de voies,
- le synoptique des échangeurs et des aires,
- la progressivité de l'aménagement.
- prenant en compte les contraintes environnementales,
- les aspects socioéconomiques et les sujétions financières.

III.4 - Paramètres géométriques :

- Les paramètres géométriques adoptés «d'après l'ICTAAL 2000 » sont résumés dans le Tableau ci –dessous :

Tableau III.1 : Paramètres géométriques de l'autoroute .

N°	Désignations des paramètres	Symbole Unité	Catégorie	
			L1	L2
1	Vitesse maximale	V(km/h)	130	110
2				
A	Rayon minimum absolu	Rm(m)	600	400
B	Rayon minimum non déversée	Rnd(m)	1000	650
C	Longueur minimum de clothoïde	Ls(m)	Max (14|Δδ| ;R/9)	Max (14|Δδ|;R/9)
D	Rayon minimum sans courbe de transition	R (m)	1500	975
3				
A	Déclivité maximum	P (%)	5	6
B	Déclivité minimum	P (%)	0.5	0.5
C	Rayon minimal de raccordement convexe	Rv (m)	12500	6000
D	Rayon minimal de raccordement concave	Rv (m)	4200	3000
4				
A	Nombre de voies de chaque chaussée	N	2 à 4	2 à 4
B	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
C	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
D	Dévers maximum	d(%)	7	7

III.4.1 - Choix de la catégorie :

- Notre région est plate et les contraintes de reliefs sont modérées, donc la catégorie est **L1**.

III.4.2 - Choix de la vitesse de référence :

Le choix dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic (volume, structure).
- Topographie. (Degré de difficulté du terrain).
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

Dans la circulaire du 12 décembre 2000, à l'article 1.2, l'ICTAAL propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes, qui se distinguent comme suit :

- la catégorie **L1**, appropriée en région de plaine ou vallonnée où 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.

Ces catégories **L1** et **L2** sont respectivement appropriées à des vitesses maximales autorisées de 130 et 110 km/h.

On limite la vitesse de référence sur notre tronçon à (120km/h).

CHAPITRE IV :

ETUDE DU TRAFIC

IV.1 - Introduction :

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routiers, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donné sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

L'étude du trafic constitue une approche essentielle de la conception des réseaux routiers, elle doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà, les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée .

Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers nécessaires pour:

- définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature de la circulation attendue.
- estimer les couts d'entretien du réseau routier, qui sont fonction du volume de circulation.
- apprécier la valeur économique des projets routiers.

IV.2- Analyse du trafic :

Il est important de procéder à certaines logistiques et des organisations appropriées pour connaitre en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic.

Les procédés de ces analyses sont multiples:

- statistiques générales.
- comptage sur routes (manuels, automatique).
- enquêtes de circulation

IV.3- Différents types du trafic :

L'origine et déplacement des véhicules nous permettent de classer le trafic selon ces trois catégories:

3.1- **Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée, il est susceptible

d'être intéressé par certains aménagements tels qu'une déviation par exemple.

3.2- **Trafic d'échange** : Origine et destination sont à l'intérieur de la zone étudiée, l'autre à l'extérieur.

3.3- **Trafic Local** : Interne qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

On désigne 4 types de trafic :

a- **Trafic normal** : C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement.
b- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant d'autres routes ayant la même destination. La dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents itinéraires permettant d'atteindre la même destination.
c- **Trafic induit** : C'est le nouveau trafic résultant :
- Des déplacements des usagers suite à la requalification de l'ancien aménagement routier.
- L'augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de ces derniers ayant été facilitée par le nouvel aménagement routier.

d- **Trafic total** : C'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit, du trafic dévie, et du trafic normal.

IV.4- Les indicateurs du trafic :

On désigne 5 types :

- le trafic journalier moyen annuel (T.J.M.A) égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jours, on l'exprime en (véh/j).
- les trafics aux heures de pointes, avec les heures de pointe du matin (HPM) et les heures de pointe du soir (HPS).
- le trafic journalier de fin de semaine.
- le trafic journalier moyen d'été, important pour les régions estivales.
- le trafic effectif qui se traduit en unités de véhicules particuliers (UVP/j).

IV.5- Calcul de la capacité du trafic :

IV.5.1- définition de la capacité :

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

IV.5.2- Procédure de détermination du nombre de voies :

- Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.
- Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

IV.5.2.1 - Calcul de TJMA a l'année horizon :

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

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

Avec :

- **$TJMA_n$** : le trafic à l'année horizon.
- **$TJMA_0$**: le trafic à l'année de référence (origine 2017).
- **n** : nombre d'années.
- **τ** : taux d'accroissement du trafic (%).

IV.5.2.2 - Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction du type de route et de l'environnement , pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

- il est représenté par la formule suivante :

$$T_{eff} = TJMA_n[(1-Z) + PZ]$$

Avec :

- **T_{eff}** : trafic effectif à l'année horizon en (up/jour).
- **Z** : pourcentage de poids lourd .
- **P** : coefficient d'équivalence des poids lourds.

Valeur de **P** :

Tableau IV.1 : Coefficient d'équivalence « P » (référence B40).

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristiques	2-3	2-6	8-12
Routes étroites ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

IV.5.2.3 - Débit de pointe horaire normal :

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

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{eff}$$

Avec :

- **n**: généralement 8 heures.
- **Q** : débit de pointe horaire exprimé en UVP/h.

IV.5.2.4- Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par une section de route est déterminé par application de la formule :

$$Q_{adm} = K_1 . K_2 . Cth$$

Avec :

- **K_1** : coefficient lié à l'environnement.
- **K_2** : coefficient de réduction de capacité (en fonction de l'environnement et de la catégorie de la route).
- **C_{th}**: capacité théorique.

Tableau IV.2 : Coefficient « K1 » (référence B40).

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau IV.3 : Coefficient « K2 » (référence B40).

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau IV.4 : Valeur de la capacité théorique (référence B40).

	Capacité théorique Cth
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

IV.5.3 –calcul du nombre de voies :

1- Cas d'une chaussée bidirectionnelle:
   - On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq Q$

2- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :
   - Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : $N = \frac{S.Q}{Qadm}$

Avec :

- **N** : Nombre de voies de la chaussée : le nombre entier le plus proche du rapport.
- **S** : coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic, en général égal à 2/3.
- **Q_{adm}** : débit admissible par voie.

IV.6-Application au projet :

Les données de trafic:

- Le trafic à l'année 2017 $TJMA_{2017}$= 21019 véh/j . (dans les deux sens)
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ= 4 %
- Le pourcentage de poids lourds Z=17 %
- L'année de mise en service sera en 2022
- La durée de vie estimée de 20 ans
- Catégorie d'autoroute : C1
- Environnement facile (plaine) : E1
- La vitesse de base sur le tracé Vb=120km/h

- **Calcul:**

1- TJMA a l'année de la mise en service admissible « 2022 » :

$$TJMA_{2022} = (1+\tau)^5 \times TJMA_{2017} = (1+0.04)^5 \times 21019 = 25573 \text{ véh/j}$$

$TJMA_{2022} = 25573$ véh/j

2- TJMA à l'année horizon « 2042 » :

$$TJMA_{2042} = (1+\tau)^{20} \times TJMA_{2022} = (1+0.04)^{20} \times 25573 = 56034 \text{ véh/j}$$

$TJMA_{2042} = 56034$ véh/j

3- Trafic effectif :

$$Teff = [(1-Z) + P.Z].TJMA$$

On a : Z = 17% ; P = 3 pour un environnement E1

Donc : $Teff_{(2022)} = [(1-0.17) + 3 \times 0.17] \times 25573 = 34268$ UVP/j

$Teff_{(2042)} = [(1-0.17) + 3 \times 0.17] \times 56034 = 75086$ UVP/j

$T_{eff\ (2022)} = 34268$ uvp/j **$T_{eff\ (2042)} = 75086$ uvp/j**

4- Débit de pointe : $Q = (1/n).T_{eff}$ avec : n =8 ⟶ 1/n = 0.12 (réf :B40)

$Q_{2022} = 0.12 \times 34268 = 4112$ UVP/h **$Q_{(2022)} = 4112$ uvp/h**

$Q_{2042} = 0.12 \times 75086 = 9010$ UVP/h **$Q_{(2042)} = 9010$ uvp/h**

- Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir Qadm≥ Q

  On a :- k1 = 0.75 et K2 = 1 pour un environnement E1 et pour une route C1

- Cth = 1800 UVP/h. (d'après le tableau « Tab.II.4 ») ,(capacité d'une voie)

$\longrightarrow$ $Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 = 1350$ uvp/h **Q_{adm} = 1350 uvp/h**

5- Nombre de voies :

$N = \frac{S.Q}{Qadm}$ avec : S = 2/3 $\longrightarrow$ $N = \frac{2}{3} \times \frac{9010}{1350} = 4.44$

Donc : N = 4 c'est –à –dire : **4 voies/sens**

6- Calcul de l'année de saturation :

- On a : $Q_{adm} = 1350$ uvp/h et $Q_{(2022)} = 4112$ uvp/h
- L'année de saturation correspond à : $Q_{Saturation} = 4 \times Q_{adm} + ½(4 \times Q_{adm})$

Donc : $Q_{Saturation} = 3 \times (0.75 \times 1 \times 1800) = 8100$ uvp/j

$Q_{Saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2022}$ $\longrightarrow$ $(1+\tau)^n = \frac{5400}{2056} = 1,97$

$n = \frac{Ln(2.626)}{Ln(1+0.04)} \approx 17,33$ Donc : n =17ans

- L'année de saturation est donc : **Année : 2047**

IV.7- Conclusion :

- Suite à nos calculs, nous opterons donc pour une route constituée de deux chaussées unidirectionnelles de 4 voies chacune (largeur de voie de 3.5m).
- Les résultats de nos calculs sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : récapitulatif des résultats obtenus.

$TJMA_{2017}$ (v/j/)	$TJMA_{2022}$ (v/j/)	$TJMA_{2042}$ (v/j/)	$T_{eff\ (2042)}$ (uvp/j/)	Q_{2042} (uvp/h)	N (Voies/sens)
21019	25573	56034	75086	9010	4

CHAPITRE V :

GÉOMÉTRIE

V.1 - Introduction :

Dans tout projet de réalisation d'une infrastructure de transport routière, l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus adéquate à la configuration du terrain.

La route est un ouvrage spatial, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- tracé de son axe en situation ou en plan
- tracé de cet axe en élévation ou profil en long
- profil en travers

Les caractéristiques géométriques de ces éléments doivent correspondre à la meilleure solution du point de vue économique, et satisfaire certaines conditions minimales dictées par la nature, plus particulièrement la topographie et la géologie ainsi que le trafic futur prévu.

V.2 - Tracé en plan :

V.2.1. Introduction :

Le tracé en plan d'une route c'est la projection orthogonale de tous les points sur un plan horizontal .il constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

V.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé dans les normes avec un minimum de cout, on doit respecter certaines conditions à savoir :

- L'adaptation du tracé au terrain naturel a fin d'éviter les grandes mouvements de terre (les terrassements importantes)
- Se raccorder au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestiers.
- Chercher le meilleur tracé possible évitant le maximum de propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'art et cela pour des raisons économique, éviter les ouvrages biais si le franchissement est obligatoire.
- Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou de matériaux présentant des caractéristiques très médiocres).

V.2.3. Eléments constituant le tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession d'alignements, de liaison et d'arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous

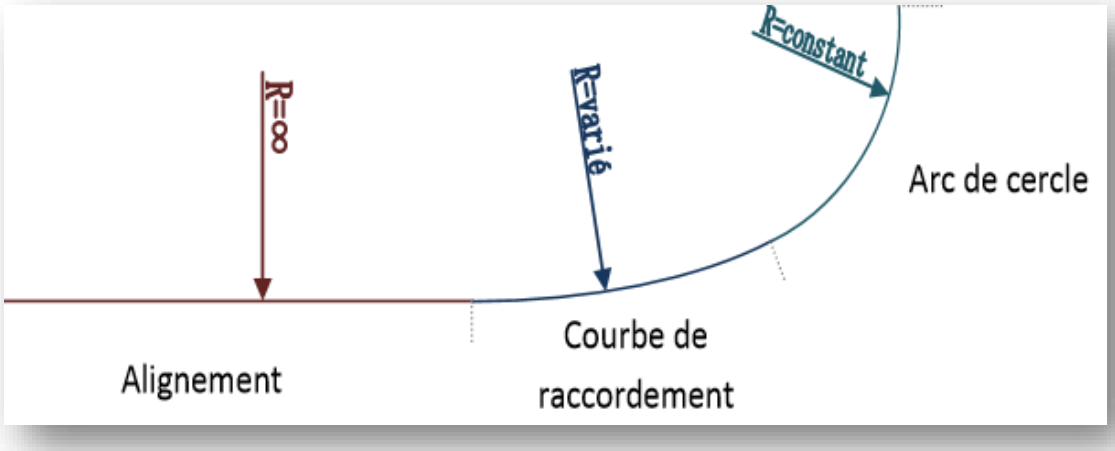


Figure V.1 : Les éléments du tracé en plan

V.2.3.1. Les alignements droits :

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

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

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Difficultés de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou un malaise chez le conducteur .
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Le tableau suivant représente les valeurs extrêmes des alignements droites dans le tracé en plan :

Tableau V.1 : :Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan (source **ICTAAL 2000**)

Vitesse de base	VB (km/h)	120
longueur minimale	Lmin (m)	200
longueur maximale	Lmax (m)	2000

Avec :

$$L_{min} = \frac{V_B}{3.6}.5$$

$$L_{max} = \frac{V_B}{3.6}.60$$

réf : B40

- V_B : vitesse de base en Km/h qui est égale a 120km/h.

V.2.3.2. Arcs de cercles (les courbes) :

Les courbes sont limitées par l'intervention des trois éléments:

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau suivant :

Tableau V.2 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2000)

Catégorie		L1
Rayon minimal	Rm (m)	600
Rayon minimal non déversé	Rnd(m)	1000
Rayon minimum sans courbe de transition	1.5 Rnd(m)	1500

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à 1,5 Rnd est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

V.2.3.3. Les Raccordement progressifs : d'après (l'**ICTAAL2000**)

Les courbes de rayon inférieur à 1,5 R_{nd} sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : **{14|Δδ| et R/9}.**

- Où : **R** : note le rayon de courbure (en m).
- **Δδ** : la dilférence des pentes lransversales (en %} des éléments du tracé raccordés.

V.2.4. Enchainement des éléments du trace en plan : D'après (l'**ICTAAL2000)** *:*

Des courbes circulaires de rayon modéré (<1,5 Rnd) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 (m) à l'aide de courbes de plus grand rayon.

Dans ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire la condition :

- $R_1 \leq 1{,}5R_2$, où R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2 (<1,5Rnd) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent
- séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf

  Pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs

V.2.5. Exemple de calcul manuel d'axe du trace en plan :

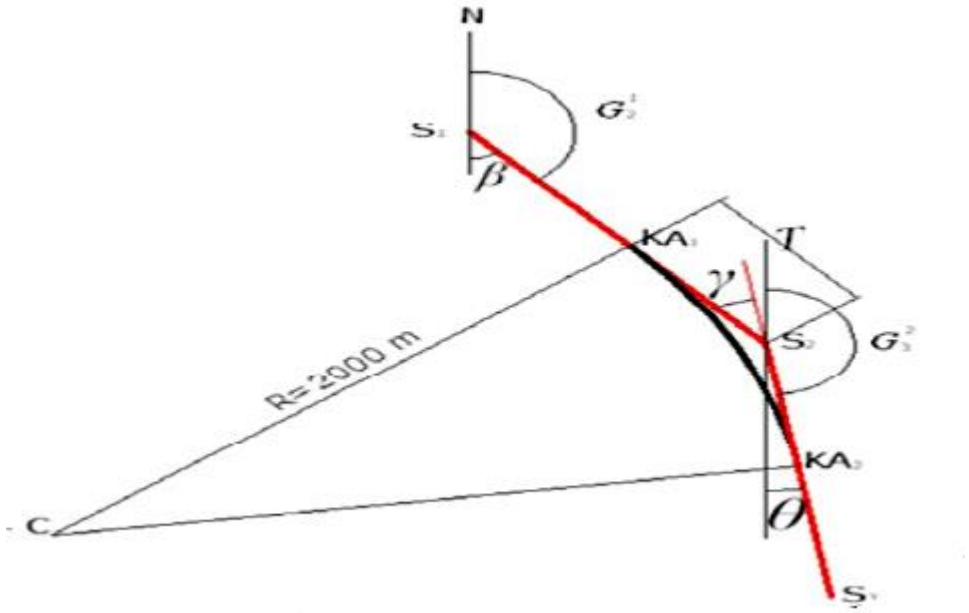


Figure V.2 : Raccordement circulaire entre deux alignements .

Les points du tracé en plan :

Tableau V.3 : Les données de l'axe à calculer.

Sommets	X (mètre)	Y (mètre)	R (mètre)	V_B (km /h)
S1(x ; y)	673298.4514	3876833.8174	2000	120
S2(x ; y)	673709.7896	3875722.3575		
S3(x ; y)	674031.1966	3875157.8441		

- Pour notre projet nous avons :

R=2000 m > 1.5Rnd =1500 ⟹ d= -2.5% donc le calcul se fait pour un rayon sans clothoïde.

➢ ***Calcul des gisements :***

$$|\Delta X_{12}| = |X_{P_2} - X_{P_1}| = |411.3382| = 411.3382$$

$$|\Delta Y_{12}| = |Y_{P_2} - Y_{P_1}| = |-1111.4599| = 1111.4599$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta X_{12}|}{|\Delta Y_{12}|}\right) = 22.56g$$

$$G_{P_1}^{P_2} = 200\text{-}22.56 = \boxed{177.43g} \longleftarrow 2^{\text{éme}} \text{ cadran}$$

$$|\Delta X_{23}| = |X_{P_3} - X_{P_2}| = |321.407| = 321.407$$

$$|\Delta Y_{12}| = |Y_{P_3} - Y_{P_2}| = |-564.5134| = 564.5134$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta X_{23}|}{|\Delta Y_{23}|}\right) = 32.95g$$

$G_{P_2}^{P_3} = 200\text{-}32.95 =$ 167.05g ⟵ 2éme cadran

- ***Calcul des distances :***

$d_{12} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(411.3382)^2 + (1111.4599)^2} =$ 1185.133m

$d_{23} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(321.407)^2 + (564.5134)^2} =$ 649.598m

- ***Calcul des angles :***

$\gamma = |G_{P_2}^{P_3} - G_{P_1}^{P_2}| = |167.05 - 177.43| = |-10.38| =$ 10.38g

- ***Calcul de la tangente :***

$T = \tan\left(\frac{\gamma}{2}\right) \times R$

$T = \tan\left(\frac{10.38}{2}\right) \times 2000 =$ 163.41m

- ***Calcul des coordonnées des points singuliers :***

K_{A1} :

$X_{K_{A1}} = X_{P_2} - T\times\sin\left(G_{P_1}^{P_2}\right) = 673709.7896 - 163.41\times\sin(177.43) =$ 673653.0621m

$Y_{K_{A1}} = Y_{P_2} - T\times\cos\left(G_{P_1}^{P_2}\right) = 3875722.3575 - 163.41\times\cos(177.43) =$ 3875875.605m

K_{A2} :

$X_{K_{A2}} = X_{P_2} + T\times\sin\left(G_{P_2}^{P_3}\right) = 673709.7896 + 163.41\times\sin(167.05) =$ 673790.641m

$Y_{K_{A2}} = Y_{P_2} + T\times\cos\left(G_{P_2}^{P_3}\right) = 3875722.3575 + 163.41\times\cos(167.05) =$ 3875580.3508m

- ***Calcul des coordonnées de centre :***

$G_{A1}^{C} = 300 + G_{A1}^{P2}$ avec : $G_{A1}^{P2} = G_{P1}^{P2} = 177.43g$

Donc : $G_{A1}^{C} = 300 + 177.43 = 477.43g$

$X_C = X_{K_{A1}} + R\times\sin\left(G_{A1}^{C}\right) = 673653.0621 + 2000\times\sin(477.43) =$ 675528.6825m

$Y_C = Y_{K_{A1}} + R\times\cos\left(G_{A1}^{C}\right) = 3875875.605 + 2000\times\cos(477.43) =$ 3876569.9018m

Remarque :

Les calculs d'axe sont établis à l'aide du logiciel **AUTOCAD CIVIL 3D 2020** et les résultats sont joints en annexe .

V.3 - profil en long :

V.3.1. Introduction :

Le profil en long est la représentation d'une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan avec une échelle. C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires ou parabolique.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturle
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet.

V.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouveau tracer routier n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais. Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes. (**ICTAAL 2000**)
- Eviter les hauteurs excessives de remblais.
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long.
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

V.3.3. Déclivité :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.3.3.1. Déclivité minimale :

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.2% Selon les normes « **ICTAAL L1** » et de préférence 0. 5%.

V.3.3.2. Déclivité maximale :

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne toutes les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd doit .et selon (l'**ICTAAL**) elle doit être inférieur à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

V.3.3. caractéristiques de notre profile en long :

Tous les paramètres de notre profile en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau suivant :

Tableau V.4 : Valeurs limites des paramètres du profil en long

Catégorie	L1
Déclivité maximale (%)	5
Déclivité minimale (%)	0.5
Raccordement convexe (angle saillant) (m)	12500
Raccordement concave (angle rentrant) (m)	4200

- L'utilisation de rayons supérieurs aux rayons minimaux est préconisée si cela n'induit pas de surcoût sensible.

V.3.4. Coordination du tracé en plan et du profil en long : (source **ICTAAL2000**)

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 : $R_{vertical} > 6R_{horizontal}$, 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.

V.3.5. Exemple de calcul manuel d'axe de profil en long :

Les points du profil en long :

Tableau V.5 : Les données de l'axe à calculer.

Sommet	X(métre)	Z(métre)	R(métre)	V_b(km/m)
S1(x ; z)	0	548.669	12000	120
S2(x ; z)	864.34	561.488		
S3(x ; z)	1017.64	564.741		

➢ ***Calcul des pentes :***

$$P_1 = \frac{Z_2 - Z_1}{X_2 - X_1} = \boxed{1.483\%}$$

$$P_2 = \frac{Z_3 - Z_2}{X_3 - X_2} = \boxed{2.121\%}$$

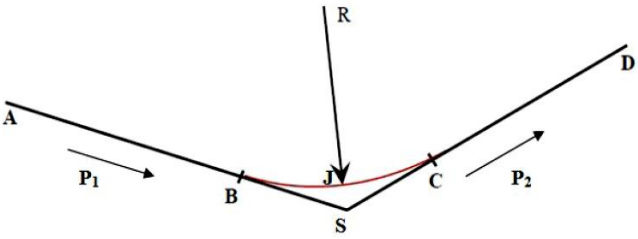


Figure V.3 : schéma illustratif d'un rayon concave.

➢ ***Calcul des tangente :***

$$T = \frac{R}{2} \times (|P_1| + |P_2|) = \frac{12000}{2} \times (0.01483 + 0.02121) = \boxed{216.24m}$$

➢ ***Calcul de la flèche B_X:***

$$B_X = \frac{T^2}{(2 \times R)} = \frac{216.24^2}{(2 \times 12000)} = \boxed{1.948m}$$

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

B $\begin{cases} X_B = X_2 - T = 864.34 - 216.24 = 648.10m \\ Z_B = Z_2 + T \times |P_1| = 561.488 + 216.24 \times 0.01483 = 564.69m \end{cases}$ **B (648.10m ; 564.69m)**

C $\begin{cases} X_C = X_2 + T = 864.34 + 216.24 = 1080.58m \\ Z_C = Z_2 - T \times |P_2| = 561.488 - 216.24 \times 0.02121 = 556.90m \end{cases}$ **C (1080.58m ; 556.90m)**

➢ ***Calcul de la longueur de raccordement :***

$$L = 2 \times T = 2 \times 216.24 = 432.48m$$

➢ ***Calcul des cordonnées du point J :***

$$X_{J/A} = R \times |P_1| = 12000 \times 0.01483 = 177.96m$$

$$Z_{J/A} = X_{J/A} \times |P_1| - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} = 177.96 \times 0.01483 - \frac{(177.96)^2}{2 \times 12000} = 1.319m$$

J $\begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 648.10 + 177.96 = 826.06m \\ Z_J = Z_B + Z_{J/A} = 564.69 + 1.319 = 566.1m \end{cases}$ **J (826.06m ; 566.1m)**

Remarque :

Les résultats de calcul de profil en long sont joints aux annexes .

V.4 - profils en travers :

V.4.1. Introduction :

Après les études du tracé en situation et du tracé en élévation qui recherchaient essentiellement l'évolution de l'axe de la route, il s'agit maintenant de définir le 3ème élément d'un projet routier : le profil en travers. Le profil en travers est la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il définit notamment les talus et la largeur et le dévers des chaussées et les zones non roulables de la route (bandes dérasées). Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la route qui définit le nombre de voies.

V.4.2. Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

V.4.2.1. Profil en travers type :

- Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

V.4.2.2. Le profil en travers courant :

- Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance généralement régulière (10, 15, 20,25 m…). Qui servent à calculer les cubatures et d'avoir des précisions techniques et géométriques sur les sections transversales de la route.

V.4.3. Les éléments du profil en travers :

Les éléments constructifs d'un profil en travers sont les suivants :

Emprise : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.

Assiette : c'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

Plate forme : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre plein central et la bande d'arrêt d'urgence.

Chaussée : La chaussée est une surface aménagée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussées séparées par un terre-plein central.

La largeur rouable : La largeur rouable comprend les sur-largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt d'urgence.

Terre- plein central (T.P.C) : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation ,sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

a/- bande dérasée de gauche (B.D.G) : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurit, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.

b/-bande médiane : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrières, supports de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui y sont implantés.

Accotement : L'accotement est une zone latérale qui borde extérieurement la chaussée. Il peut être dérasé ou surélevé. Il comprend une zone de sécurité, bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

a/- La zone de sécurité : Cette zone, qui comprend la berme, doit être dépourvue de tout obstacle agressif (plantation de haute tige, poteau électrique ou d'éclairage public, tête de buse non protégée)

b/- bande d'arrêt d'urgence : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule ; elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée ; elle est également revêtue

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

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

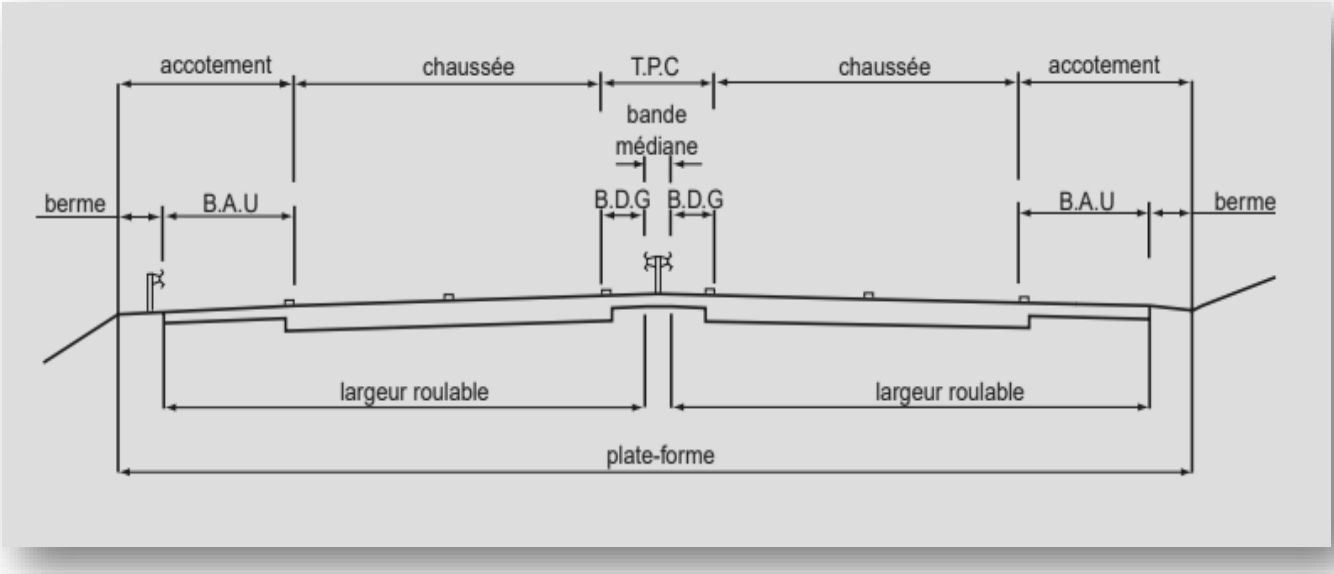


Figure V.4 : Eléments constitutifs du profil en travers en section courante.

V.4.4. Pentes transversales :

- Les courbes de rayon inférieur à Rnd sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

V.4.4.1. En alignement et en courbe non déversée :

- La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.
- La pente d'une B.A.U (ou d'une B.D.D), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au-delà de la surlargeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques.
- Les pentes des B.D.G et du versant en toit d'un T.P.C revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.
- La berme extérieure présente une pente transversale de 8 % qui peut être portée jusqu'à 25 % dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement

V.4.4.2. En courbe déversée :

- La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5 % pour Rnd et 7 % pour Rm.
- La pente de la B.A.U. (ou la B.D.D.) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente. La pente de la B.A.U. extérieure (ou la B.D.D.) reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %, hormis la surlargeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée.

V.4.5. Les éléments de profil en travers de notre projet :

Description	Largeur (m)	nombre	largeur totale (m)
Voie de circulation 2x2	**3.5**	**8**	**28**
Terre-plein central (T.P.C)	**3.0**	**1**	**3**
✓ Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1.0	2	2
✓ Bande médiane (B.M)	1.0	1	1
Accotement	**3.5**	**2**	**7**
✓ Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	2.5	2	5
✓ La berme	1.0	2	2
totale			**38**
✓ Zone de sécurité à l'extérieur des voies de circulation	7	2	14
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 extérieure	8% vers l'extérieur.		
dévers en courbe			
✓ Chaussée	7 % (maximum).		
✓ Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.		
✓ Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	identique à celle de la chaussée		

Tableau V.6 : Caractéristique du profil en travers.

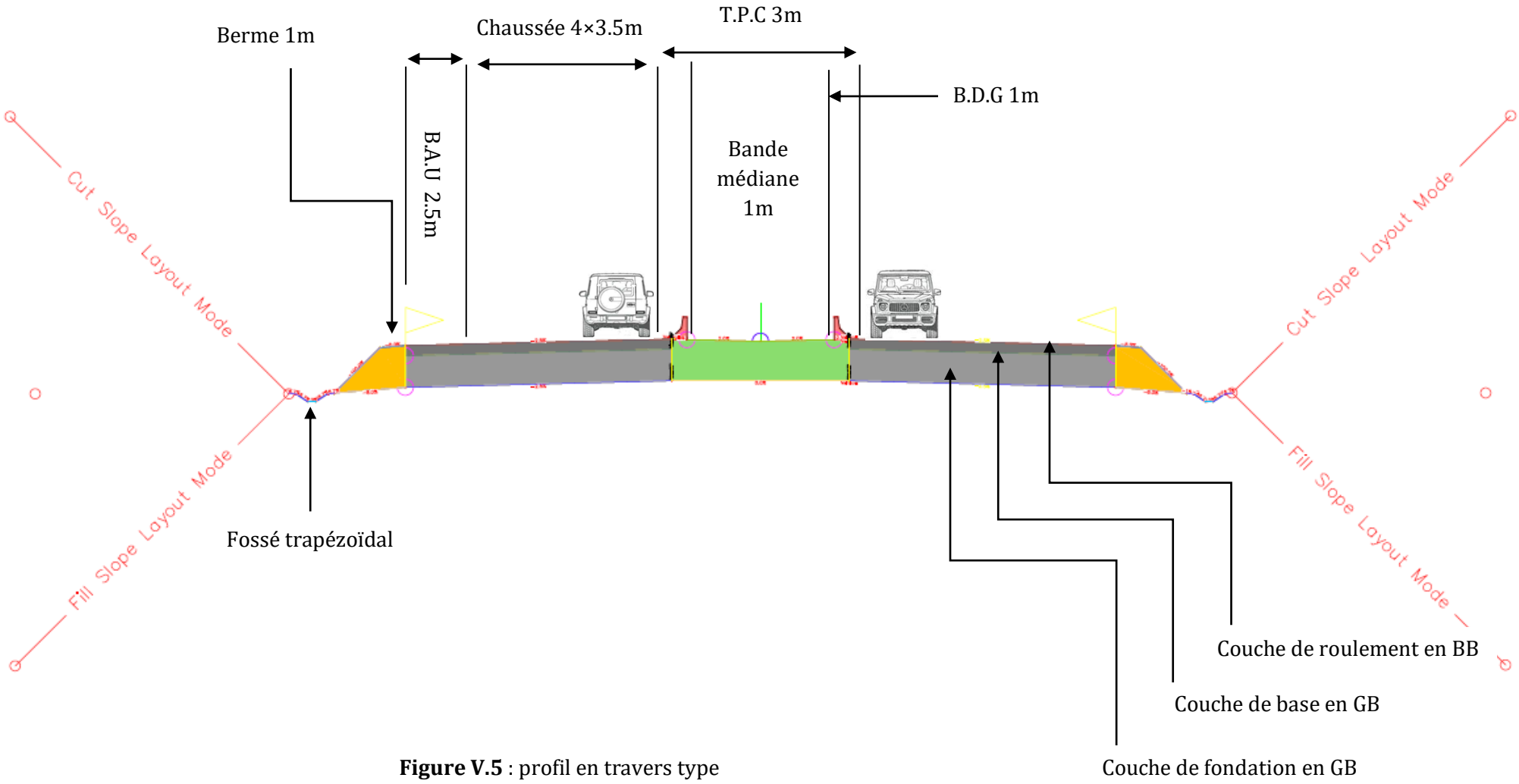


Figure V.5 : profil en travers type

CHAPITRE VI :

CUBATURES

VI.1 - Introduction :

La réalisation d'une infrastructure routière nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Cette modification s'effectue soit par apport au sol sur le terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge, cas de déblai. Pour maîtriser tout ces mouvements des terres, il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

VI.2- Définition :

Les cubatures de terrassement c'est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

- ✓ Des profils en long.
- ✓ Des profils en travers.
- ✓ Des distances entre ces profils.

VI.3- . Méthodes de calcul utilisées :

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

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

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

VI.4- . Description de la méthode de la moyenne des aires :

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste a calculé le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs par la formule suivante :

$$V = \frac{L}{6} \times (S_1 + S_2 + S_{moy})$$

Avec :

- **L** : distance entre ces deux profils
- $\mathbf{S_{moy}}$: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)
- **S1** : surface de profil en travers P1 ;
- **S2** : surface de profil en travers P2.

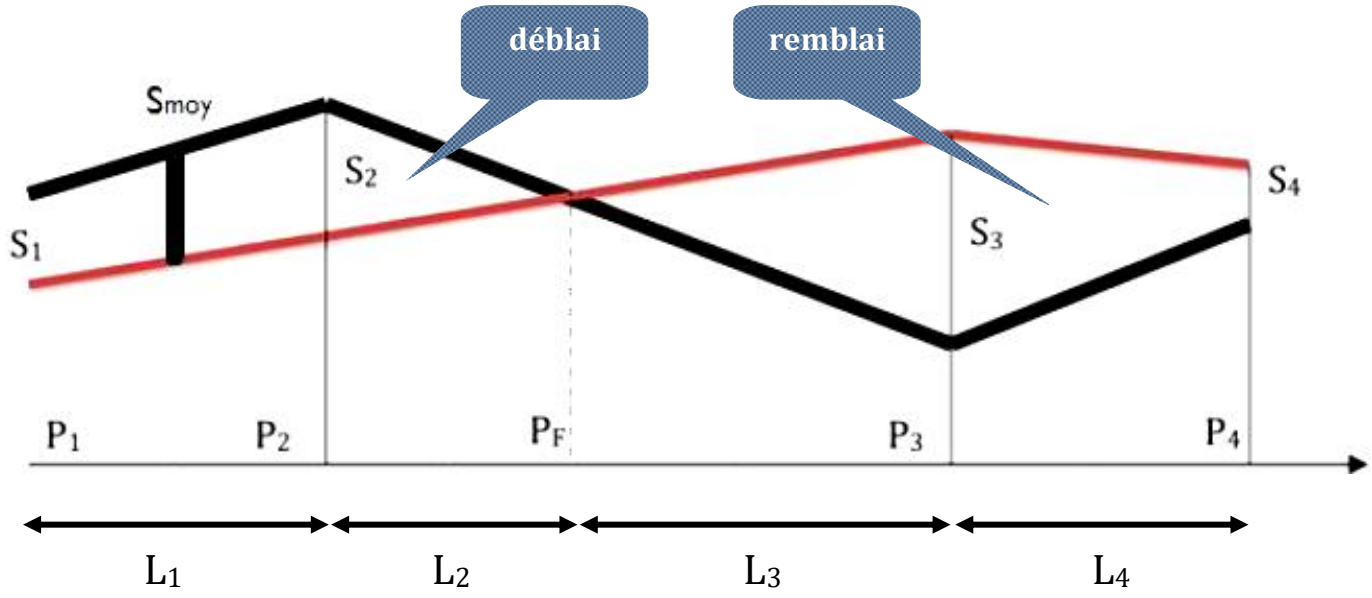


Figure VI.1 : schématisation des déblais et remblai sur le profil en long.

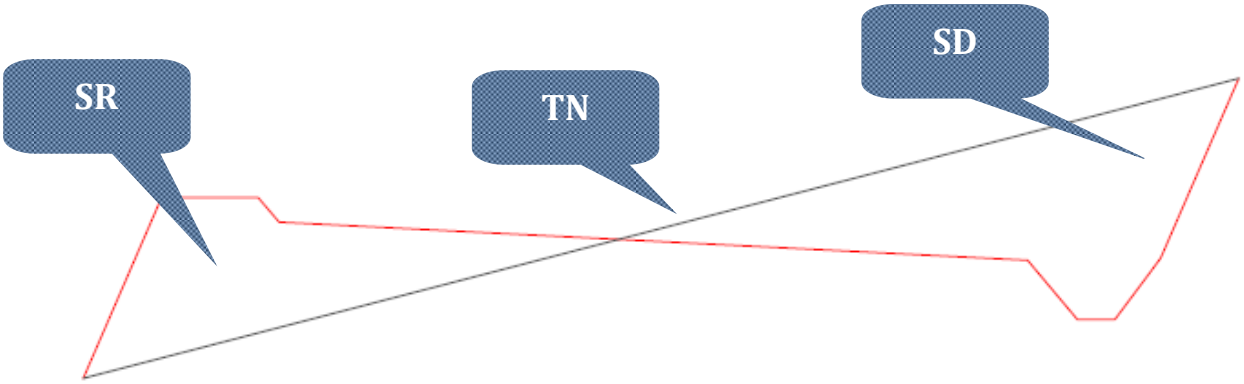


Figure VI.2 :.Surface en déblai et en remblai d'un profil en travers

Avec :

- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.
- **PF**: profil fictive, surface nulle.

VI.5- . Exemple d'application :

Le volume compris entre les deux profils en travers Pi et Pi+1 de section Si et Si+1 égale à :

$$V_i = \frac{Li}{6} \times (S_1 + S_2 + S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que : $S_{moy} = \frac{S1+S2}{2}$

Donc :

- Entre P1 et P2 : $V_1 = L_1 \times \frac{S1+S2}{2}$
- Entre P2 et PF : $V_1 = L_2 \times \frac{S2+0}{2}$
- Entre PF et P3 : $V_1 = L_3 \times \frac{S1+S2}{2}$
- Entre P3 et P4 : $V_1 = L_4 \times \frac{S1+S2}{2}$

Le volume total : $\mathbf{V}=V_1+V_2+V_3+V_4$

$$\mathbf{V} = S_1 \times (\frac{L1}{2}) + S_2 \times (\frac{L1+L2}{2}) + S_3 \times (\frac{L3+L4}{2}) + S_4 \times (\frac{L4}{2})$$

VI.6- . Calcul des Cubatures de Projet :

Le calcul se fait à l'aide du logiciel « **CIVIL 3D 2020** » et donne les résultats suivant :

- **Volume des remblais** : 165726,1 m^3
- **Volume des déblais** : 248914,7 m^3

N.B : Les résultats obtenus sont joints en annexe.

CHAPITRE VII :

ETUDE GÉOTECHNIQUE

VII.1 - Introduction :

Il est nécessaire est indispensable de connaitre les caractéristiques mécanique et physiques de notre terrain. Pour assurer la durabilité de l'infrastructure ainsi que la sécurité est le confort des usager, tel que d'éviter les problèmes de dégradation du corps de chaussée a long est à court terme depuis la mise en œuvre de la route et aussi les problèmes au niveau de l'exécution.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes concernant la route ,dans toutes ses parties ,elle étudie notamment :

- ✓ Les remblais
- ✓ Les fondations de chaussée
- ✓ La construction des différentes couches de la chaussée

VII.2- Objectifs de la géotechnique routière :

La géotechnique routière a pour objectif :

- L'identification des caractéristiques mécaniques du sol support.
- Déterminer certaines données nécessaires pour le dimensionnement du corps de chaussé.
- Assurer la sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- Déterminer les caractéristiques et la nature de chaque couche.
- Apporter des bénéfices sur les travaux de terrassements.
- Classer les matériaux issus des déblais, et des gites d'emprunts, selon le guide GTR, pour leur éventuelle réutilisation en remblai, couche de forme et structure de chaussée; avec estimation de leur volumes

VII.3- Programme d'investigation géotechnique :

L'investigation géotechnique menée dans le cadre de cette étude, a consisté en la réalisation des essais suivants :

VII.3.1 - Présentation des essais :

Les essais in situ	Les essais au laboratoire	
	Les essais d'identification	Les essais mécaniques
-Sondage carottés. **-Puits de reconnaissance.**	- Analyse granulométrique par tamisage - Analyse granulométrique par sédimentométrie. - Teneur en eau naturel. - Analyse chimique. - Limites d'Atterberg. - Masse volumique des particules solides d'un sol. - Essai au bleu de méthylène(VBS).	- Essai CBR. - Essai Proctor. - Boite de casagrande

VII.3.2 - Résultats des essais :

VII.3.2.1 - essais in situ :

A/ -Puits de reconnaissance :

Les puits de reconnaissance sont réalisés pour connaître les coupes lithologiques et les caractéristiques de compactage d'un sol pour les sites prévus en remblai et déblai. Les résultats de ces puits est présentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau VII.1 : Etat actuel des puits de reconnaissance et résultats

PUITS N°	PK	Profondeur(m)	Description
PT-01	093+220	2	Calcaire blanchâtre friable (tuf) sous forme de graviers sablo-limoneux
PT-02	094+200	2.5	Calcaire blanchâtre friable (tuf) sous forme de graviers sablo-limoneux
PT-03	095+700	1.2	Calcaire blanchâtre friable
PT-04	097+300	1	Calcaire blanchâtre compact (tuf) sous forme de graviers sablo-limoneux
PT-05	098+350	2.2	Calcaire blanchâtre compact (tuf) sous forme de graviers sablo-limoneux

B/ - Sondages carottés :

Le tableau suivant représente le niveau de la Nappe Phréatique :

Tableau VII.2 : Résultats des sondages carottés

SONDAGE N°	PK	Profondeur(m)	Niveau de la Nappe(m)
SDT-003	093+050	10	Pas trouvé
SDT-004	095+227	16	13.20
SDT-005	098+820	14	Pas trouvé

VII.3.2.2 - essais au laboratoire :

A/ - Résultats des essais physiques :

Les caractéristiques des échantillons extraits, à partir des sondages carottés et des puits de reconnaissance sont représentées dans les tableaux suivants :

Tableau VII.3: Résultats des essais physiques relatifs aux sondages carottés

N°	PK	Profondeur (m)	Propriété physique			Limites d'Atterberg			VBS	Granulométrie (%)	
			W_N (%)	γ_h (kN/m^3)	γ_S (kN/m)	W_L (%)	W_P (%)	I_P		2mm (%)	0.08mm (%)
SDT 003	93+050	9	15	19.1	16.6	53.44	25.03	28.41	/	100	100
SDT 004	95+227	6	15	17.8	15.5	47.53	19.79	27.74	2.01	98	93

Pour puits de reconnaissance:

Tableau VII.4: Résultats des essais physiques relatifs aux puits de reconnaissance

N°	PK	Profondeur (m)	Propriété physique			Limites d'Atterberg			VBS	Granulométrie (%)	
			W_N (%)	γ_h (kN/m^3)	γ_S (kN/m)	W_L (%)	W_P (%)	I_P		2mm (%)	0.08mm (%)
PT01	93+220	1.2	16.77	18.4	15.75	47.6	22.7	24.91	/	84	60
PT02	94+200	2	10.75	19.2	17.34	44.35	22.21	22.14	2.01	94	81
PT03	95+700	1.1	8.62	17.9	16.48	36.1	18.6	17.5	2.5	76	50
PT04	97+300	0.7	13.67	18.3	16.1	30.55	18.21	12.34	/	82	23
PT05	98+350	2.2	7.12	18.44	17.21	33.3	18.44	14.86	0.73	25	16

B/ - Résultats des essais mécaniques :

Les caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

Tableau VII.5: les résultats des essais mécaniques

N°	PK	Profondeur (m)	Proctor		Indice CBR	Cisaillement	
			γ_{dmax} (g/cm^3)	W_{opt} (%)		C(KPA)	φ (°)
PT02	94+200	2	1.63	14.10	10.82	36	20.84
PT05	98+350	2.2	1.57	12.3	10	8	40.94

VII.4- Classification des sols :

VII.4.1 - Classification GTR :

La classification GTR (Guides des Terrassements Routiers) utilise trois types de paramètres pour classer ses sols :

- Les paramètres de nature
- Les paramètres de comportement mécanique
- Les paramètres d'état

Les paramètres de nature :

Il s'agit de définir des caractéristiques intrinsèques des sols , deux paramètres caractérisent la nature d'un sol :

- La granularité
- L'argilosité

Les paramètres de comportement mécanique :

Il s'agit de caractérises l'aptitude d'un sol à être utilisé en couche de forme , trois paramètres de comportement mécanique ont été retenue :

- Le coefficient « Los Angeles » (LA)
- Le coefficient « Micro-Deval en présence d'eau » (MDE)
- Le coefficient de « Friabilité des sables » (FS)

Les paramètres d'état :

Il s'agit de caractériser l'état hydrique d'un sol ,le GTR considère cinq états hydrique :

Etat très humide : th

Etat humide : h

Etat moyen : m

Etat sec : s

Etat très sec : ts

Trois paramètres d'état hydrique ont été retenus :

- Le rapport W_n /W_{opn}
- L'indice de consistance du sol I_c
- L'indice de portance immédiat IPI

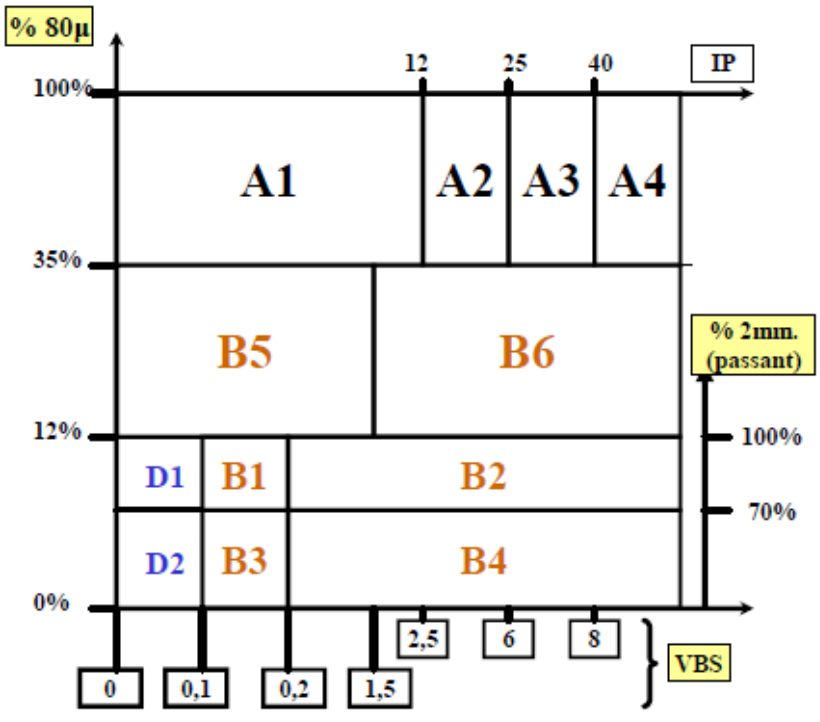


Figure VII.1 : Abbaque de la classification GTR pour $D_{max} \leq 50mm$

VII.4.2 - Classification du sol selon LCPC :

- Pour connaitre la plasticité du sol on utilise le Diagramme suivant :

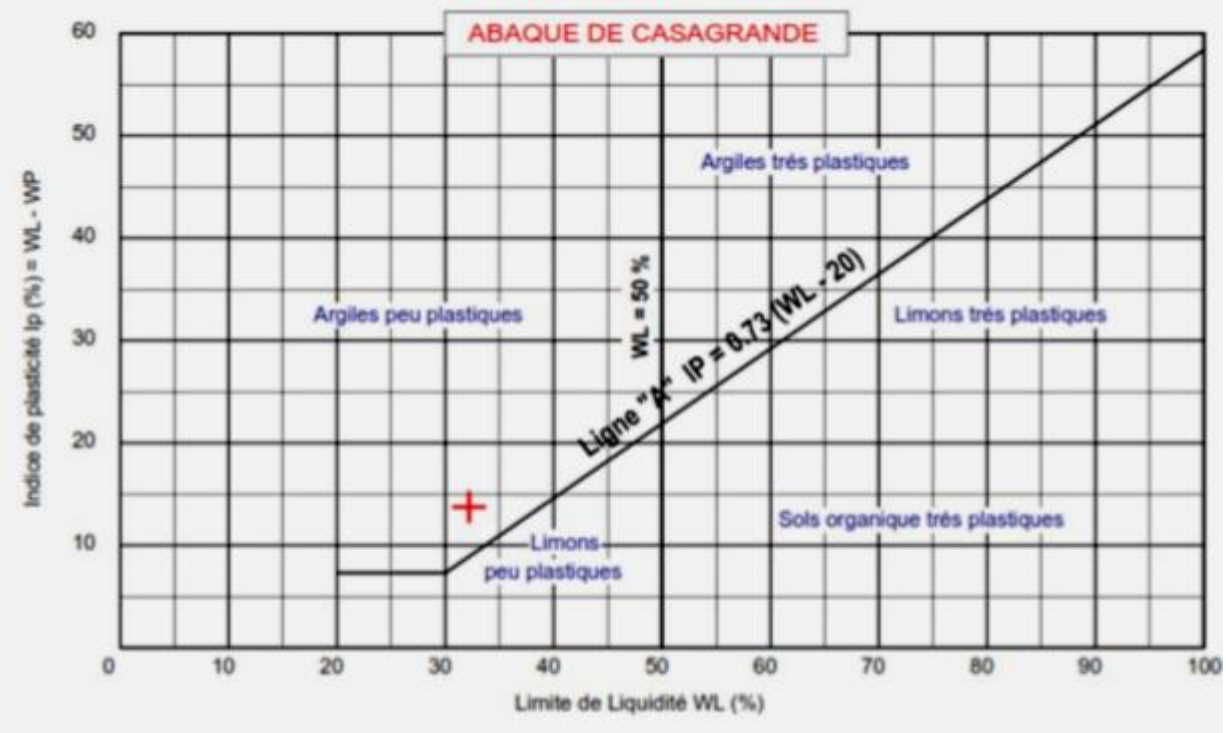


Figure VII.2 : diagramme de CASAGRANDE

VII.5- Etude de la réutilisation des déblais :

Les résultats des essais utilise pour la classification GTR réalisés dans les zones de déblai sont les suivants:

Tableau VII.6: Les résultats des essais utilise pour la classification GTR

N°	PK	Propriété physique			Limites d'Atterberg			Granulométrie (%)		
		W_N (%)	W_{opt} (%)	VBS	W_L (%)	I_C (%)	I_P	D_{max} (mm)	2mm (%)	0.08mm (%)
PT01	093+220	16.77	/	/	47.6	1.8	24.91	5	84	60
PT02	094+200	12.75	14.1	2.01	44.35	1.53	22.14	5	94	81
PT03	095+700	8.62	/	2.5	36.1	2.09	17.5	15	76	50
PT04	097+300	13.67	/	/	30.55	1.37	12.34	10	82	23
PT05	098+350	11.12	12.3	0.73	33.3	1.76	14.86	50	25	16

- A partir des graphes et du tableau précédent, la classification des matériaux sera comme suite :

Tableau VII.7: classifications des sols

N°	Classification selon GTR	Classification de CASAGRANDE (Nature de sol)
PT01	la classe A2	Argile peu plastique
PT02	la classe A2 et la sous classe A2 m	Argile peu plastique
PT03	la classe A2	Argile peu plastique
PT04	la classe B6	Sol organique
PT05	la classe B6 et la sous classe B6 m	Argile minéral de moyenne plasticité.

VII.6- Conclusions et recommandations :

- Sur le plan lithologique le sol est constitué généralement de tuf (Calcaire blanchâtre friable), avec des zones constitué de l'argile limoneuse.
- Le niveau de la nappe Phréatique se trouve à 13.20m.
- Pour le dimensionnement du corps de chaussée la plateforme à un indice de portance $CBR_{imbibé}$ égale à 10 (s2) pour les deux cas de déblai et de remblai.
- D'après la classification GTR en a trouver que le déblai prélevé est de class A2,A2m ,B6,B6m

- Les Caractéristiques principaux des sous classes A2(A2m) et B6(B6m) sont mentionnées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau VII.8: Caractéristiques principaux des classes A2 et B6 (source GTR)

Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux
A sols fins	12 < IP ≤ 25 ou 2,5 < VBS ≤ 6	A2 Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	Le caractère moyen des sols de cette sous - classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que l'Ip atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.
B Sols sableux et graveleux avec fines	- tamisat à 80 µm compris entre 12 et 35% - VBS >1,5 ou Ip >12	B6 Sables et graves, argileux à très argileux	L'influence des fines est prépondérante ; le comportement du sol se rapproche de celui du sol fin ayant même plasticité que les fines du sol avec toutefois une plus grande sensibilité à l'eau due à la présence de la fraction sableuse en plus grande quantité.

Tableau VII.9 : conditions d'utilisation des matériaux « **A2m , B6m** » en ramblai .source (**GTR**)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai
A2 m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	pluie forte	- Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible	- **E** : extraction frontale - **C** : compactage moyen - **H** : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante	- **C** : compactage moyen
		-	évaporation importante	**Solution 1 : arrosage superficiel** - **W** : arrosage superficiel pour maintien de l'état - **C** : compactage moyen
				Solution 2 : emploi en l'état - **C** : compactage intense - **H** : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
				Solution 3 : extraction frontale - **E** : extraction frontale - **C** : compactage intense
B6 m	Ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte En l'absence de pluie, ils présentent en général une bonne traficabilité du fait de la présence d'une fraction granulaire importante	++	pluie forte	- Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible	- **E** : extraction frontale - **C** : compactage moyen - **H** : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante	- **C** : compactage moyen
		-	évaporation importante	**Solution 1 : utilisation en l'état** - **C** : compactage intense - **H** : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
				Solution 2 : arrosage pour maintien de l'état - **W** : arrosage pour maintien de l'état - **C** : compactage moyen
				Solution 3 : extraction frontale - **E** : extraction frontale - **C** : compactage intense

CHAPITRE VIII :

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSÉE

VIII.1 - Introduction :

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic (action des essieux Des véhicules) ainsi que les agressions des agents extérieures (des gradients thermiques, pluie , Neige…..etc.) pour une durée bien déterminée.

Pour cela ,il faudra non seulement assurer a la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques , il est ensuite indispensable que le choix et la mise en œuvre des matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtée.

Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussé retenue, sont fixés en fonction des paramètres fondamentaux qui sont :

- L'environnement de la route.
- Le trafic.
- La nature du sol support.
- Les matériaux choisis.
- La durée de vie de la chaussée.

VIII.2- Objectifs du dimensionnement :

En fonction des paramètres mentionnés ci–dessus , on devra déterminer les épaisseurs des différentes couches constituant la structure et qui sont :

- La couche de surface.
- La couche de base.
- La couche de fondation.

Cela constitue l'objectif fondamental des techniques de dimensionnement des structures de chaussées

VIII.3- La chaussée :

VII.3.1.Définition :

- Au sens géométrique : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- Au sens structurel : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mis en œuvre qui permettent la reprise des charges extérieures.

VIII.3.2. Les différents types de chaussé :

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

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

Ce dernier constitue l'immense majorité des routes actuelles dans notre pays

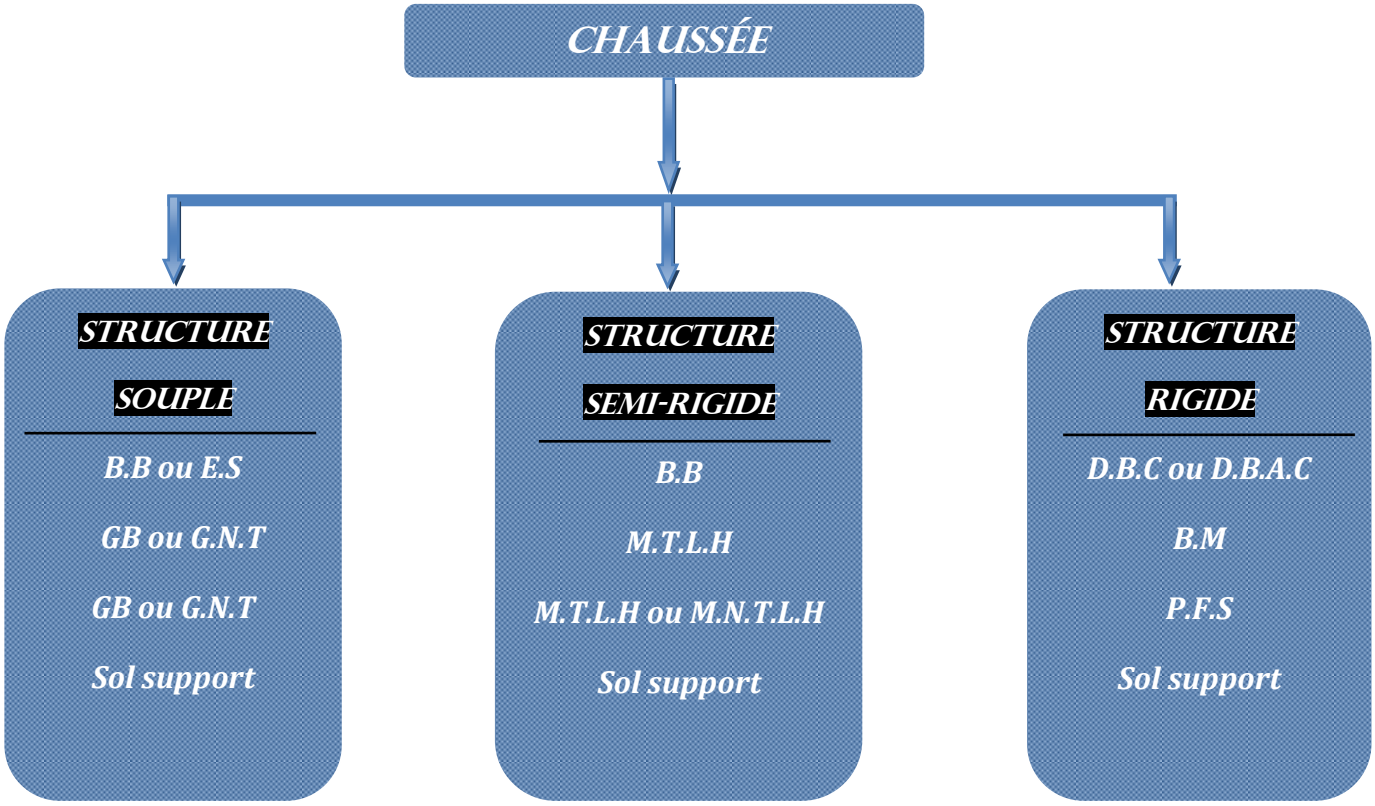


Figure VIII.1 : Différents type de chaussée et leurs structures.

VIII.3.3. Constitution d'une chaussée :

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mise en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée constitué du sol terrassé, dit sol support, plus souvent surmonté d'une couche de forme.

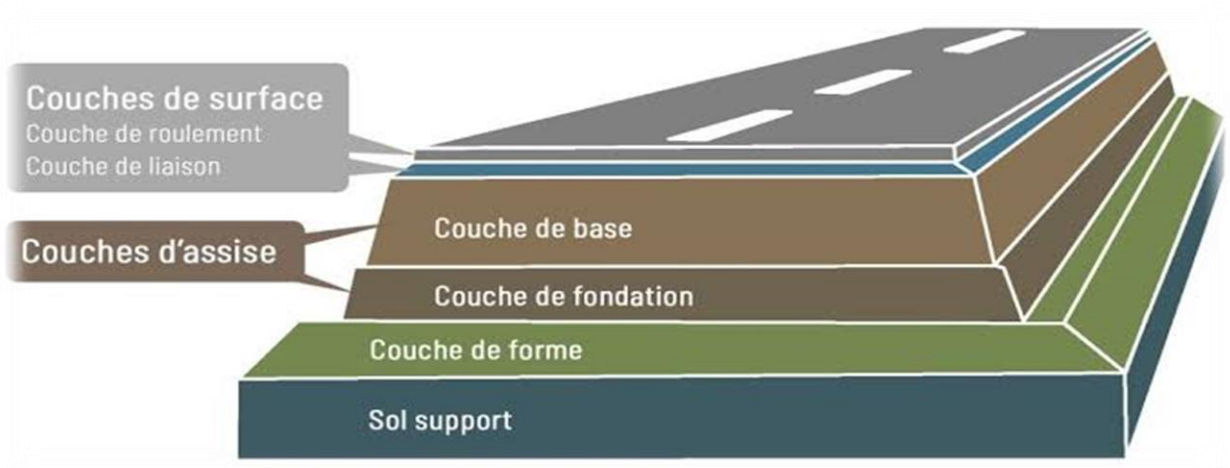


Figure VII.2 :.Différentes couches de la structure de la chaussée.

VIII.4- Méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles de méthodes :

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

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisée sont :

- ✓ La méthode de C.B.R .
- ✓ Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) .

VIII.4.1 - Méthode C.B.R :

C'est une méthode empirique qui est basée sur l'essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de fondation, elle prend en compte aussi l'influence du trafic. La détermination de l'épaisseur totale d'équivalence du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par la formule suivante :

$$Eeq = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50\, log \frac{N}{10})}{I + 5}$$

$$N = TJMA_h \times \%PL$$

Avec :

- ✓ **I** : Indice C.B.R
- ✓ **P** : Charge par roue en tonne=6.5t (essieu de 13t).
- ✓ **N** : Nombre de poids lourd sur la voie la plus charger à l'année horizon.
- ✓ **$TJMA_h$** : taux journalier moyen annuel à l'année horizon.
- ✓ **%PL** : Pourcentage de poids lourds.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{eq} = a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3$$

Avec :

- ✓ **e_1** : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- ✓ **e_2** : épaisseur réelle de la couche de base.
- ✓ **e_3** : épaisseur réelle de la couche de fondation.
- ✓ **a_1, a_2, a_3** : Coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches e1, e2, e3.

Coefficient d'équivalence :

- Le tableau VIII.1 indique les coefficients d'équivalence de quelques matériaux :

Tableau VIII.1 : les coefficients d'équivalence pour quelques matériaux.

Matériaux utilisés	coefficient d'équivalence
Béton bitumineux	2.00
Grave bitume	1.50
Grave non traité	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75

VIII.4.1.1 – Application au projet :

- On a :

✓ $TJMA_{2022}$ = 12787 v/j/sens

✓ % PL = 17 %

✓ Durée de vie 20 ans

- Année de mise en service : 2022

- τ = 4%

- CBR de Sol = 10

PL_{2022} = 12787 × 0.17 = 2174 PL/J/Sens

PL_{2042} = 2174. $(1+0.04)^{20}$ =4764 PL/J/Sens

- Répartition transversale du trafic :

Chaussées unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite :

$PL_{2042(VPC)}$ = 4764 × 0.9 = 4288 PL/J/Sens (VPC)

- Donc l'épaisseur équivalente :

$$Eeq = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50\log\frac{4288}{10})}{10 + 5} \approx 42\ cm$$

- Donc : **E_{eq}= 42 cm**

Tableau VIII.2 : épaisseurs des couches selon méthode C.B.R.

Nom du couche	Matériau	$e_{réelles}$ (cm)	Coefficient d'équivalence	e_{eq} (cm)
Roulement	BB	06	2	12
Base	GB	10	1.5	15
Fondation	GC	15	1	15
Total		**31**		**42**

- C'est-à-dire : Épaisseur réelles est de : 06(BB) + 10(GB) +15 (GC) = **31 cm**

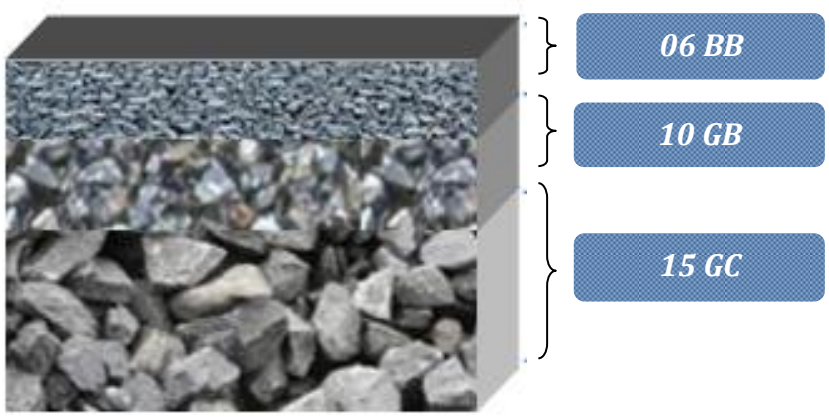


Figure VIII.3 : Structure du corps de chaussée selon la méthode C.B.R.

VIII.4.2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

C'est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches :

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique.

On retrouve sur la figure (**VIII.4**) la démarche du catalogue

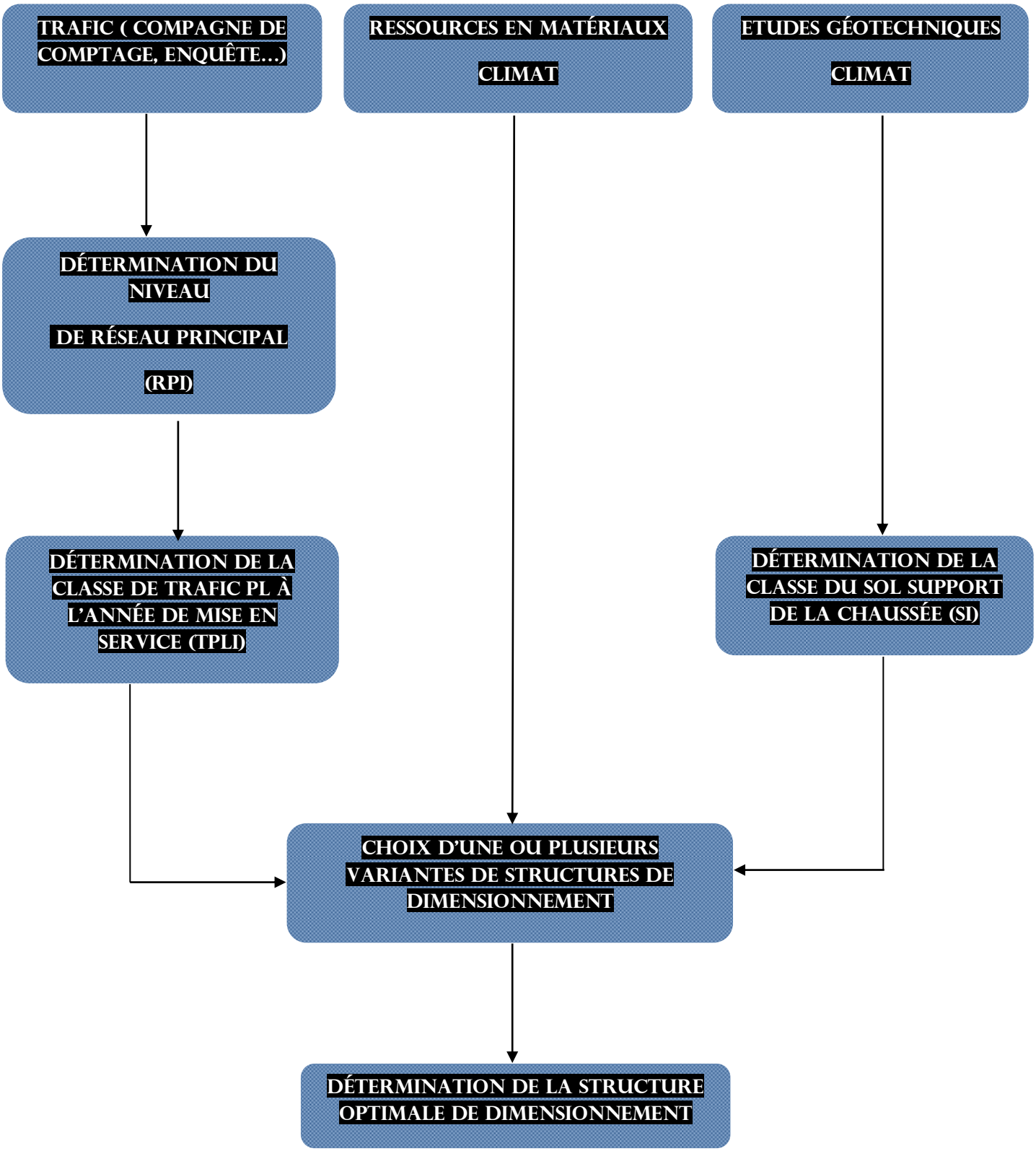


Figure VIII.4 : démarche de catalogue

VIII .4.2.1 – Application au projet :

a- Les données Climatiques : Le projet est situé au niveau de la Wilaya de TLEMCEN

Donc D'après le « ***catalogue de dimensionnement des chaussées neuves*** » :

- le site de projet est classé en zone **II** .
- Donc pour la température équivalente est de : **20 °C .**

b- Le Trafic :

b.1- Détermination du type du réseau principal :

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

Tableau VIII.3 : Choix du type de réseaux principal

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

- L'année de mise en service 2022

  $TJMA_{2022}$= 12787(v/j/sens) > 1500 v/j

- Donc Le réseau principal est : **RP1**

b.2- Détermination de la classe de trafic :

- La classe de trafic (TPL_i) est déterminée à partir de trafic du poids lords par jour par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

On a :

- PL_{2022} = 12787 ×0.17 = 2174 PL/J/Sens

Répartition Transversale du trafic :

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 2 Voies donc :

$PL_{VPC\ (2022)}$ = 2174 ×0.9 = 1957 PL/J/Sens

Classe de TPL_i pour RP_1 :

Tableau VIII.4 : Classe TPLi pour RP1 (Fascicule 1).

TPL_i	TPL_3	TPL_4	TPL_5	TPL_6	TPL_7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

- Donc la classe de trafic est : **TPL_6**

b.3- Trafic cumulé équivalent (TCEi) :

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

Avec :

- **n** :la durée de vie .
- **i :** taux d'accroissement 4% .
- **A :** coefficient d'agressivité de PL par rapport à l'essieu de référence de 13t
- **TPL :** trafic de poids lourds à l'année de mise en service sur la voie la plus chargé .
- On a : RP1 et chaussée à matériaux traité au bitume donc **A=0.6** ⟵ (Fascicule 2)

Tableau VIII.5 : Valeur du coefficient d'agressivité « A »

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traites au bitume : GB/GB, GB/Tuf, GB/SG	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants Hydrauliques : GL/GL, BCg/GC	1

A.N :

$$TCEi = 1957 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 365 \times 0.6 =$$ **12.76×10^6 essieux équivalents de 13t**

C/ - Les Structures de chaussées envisageables pour le projet :

D'après le Catalogue et pour Réseau Principal de niveau 1 (RP1) et Zone Climatique **II** On a :

1- MTB (Matériaux traités au bitume)	**GB/GB**	**GB/GNT**
2- MTLH (Matériaux traités au liants hydrauliques)	**GL/GL**	**BC_g/GC**

D /- La durée de vie : Pour RP1 et MTB la durée de vie est : 20Ans

E/ - Le risque de calcul : D'après le catalogue de dimensionnement Algérien nous avons un risque de 5%

Tableau VIII.6 : Risque adoptés pour le réseau RP1 (Fascicule 2)

CLASSE DE TRAFIC		TPL3	TPL 4	TPL 5	TPL 6	TPL 7
RISQUE (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	10	5	2

F/- Détermination de la portance de sol –support :

- Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S_4 à S_0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée .
- Pour notre Projet on a **CBR = 10** Donc un sol de classe S_2 .

Tableau VIII.7 : Classes de portance de sol-support.

Portance (S_i)	S_4	S_3	S_2	S_1	S_0
CBR	<5	5-10	10-25	25-40	>40

G/- Choix des différentes couches constituantes de la chaussée :

- Nous sommes dans le réseau principal (**RP1**), la zone climatique **II**, durée de vie de **20 ans**, taux d'accroissement (**4%**), portance de sol (**S2**) et une classe de trafic (**TPL6**).

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien **(fascicule 3)** propose la structure suivante :

- Couche de roulement : **BB** = 8 **cm** .
- Couche de base : **GB** = 12 **cm** .
- Couche de fondation : **GB**= 13 **cm** .

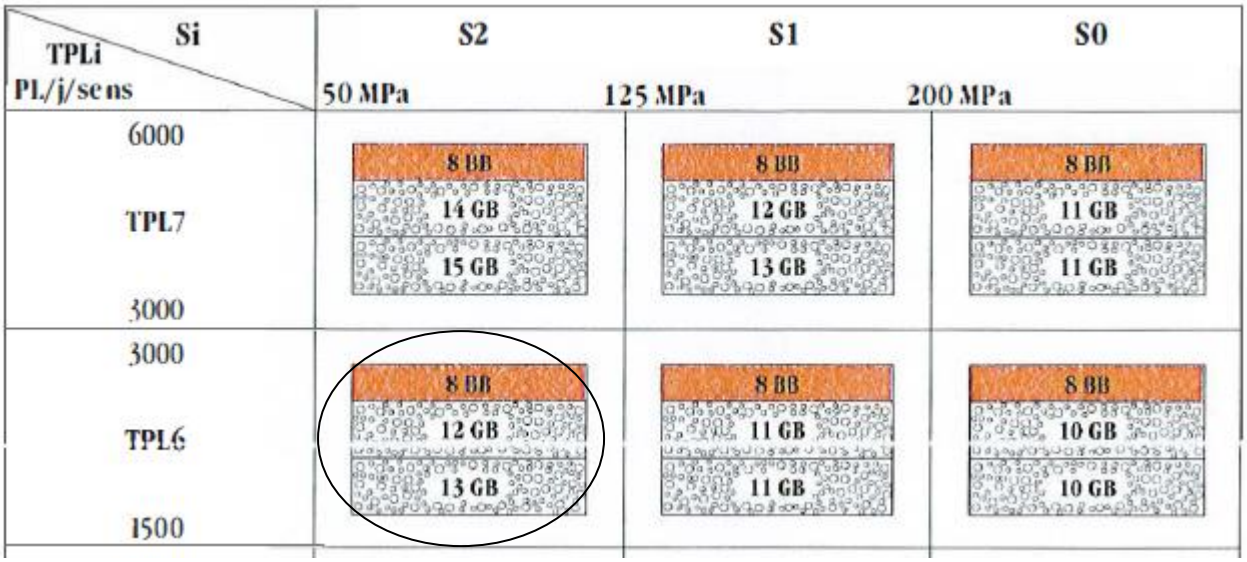


Figure VIII.5 : choix de la structure (fascicule 3).

H/- Conditions aux interfaces :

- L'hypothèse sur le type d'interface de notre structure est : toutes les interfaces sont collées

I/ - Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

Il faudra vérifier que **εt** et **εz** calculées à l'aide de logiciel ALIZE, sont inferieurs aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\varepsilon_{T,adm}$ et $\varepsilon_{Z,adm}$.

I.1/- Calcul de la déformation admissible (εZ,adm) de sol support :

- La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduit à partir d'une étude statique de comportement des chaussées Algériennes.
- Cette formule est : $\varepsilon_{z.adm} = 22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$
- Application numérique de notre projet :

$$\varepsilon_{z.adm} = 22.10^{-3} \times (12.76 \times 10^{6})^{-0.235} = \mathbf{470.48 \times 10^{-6}}$$

I.2/- Calcul de la déformation admissible de traction (εt.adm) :

- La valeur admissible de tractions est donnée par la relation suivante :

$$\varepsilon_{t.adm} = \varepsilon_{6}(10°C\ ,\ 25Hz)\ x\ K_{ne}\ x\ K_{\theta}\ x\ K_{r}\ x\ K_{c}$$

Avec :

- ε_6 **(10°c, 25Hz) :** déformation limite détenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz ;
- k_{ne} **:** facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée ;
- k_{θ} **:** facteur lie à la température ;
- k_r **:** facteur lié au risque et aux dispersions ;
- k_c**:** facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

- Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données dans le tableau suivant :

Tableau VIII.8 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux (Fascicule 2)

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

Alors d'après « ***catalogue de dimensionnement des chaussées neuves*** » et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- Déformation limite ε_6 (10°c, 25Hz)=100.10^{-6} .
- Module complexe à 10°C ⇒E(10°,10Hz)=12500 MPa .
- Module complexe température équivalent (θeq = 20c°) ⇒E(20°,10Hz)=7000 MPa .
- Risque adopté pour le réseau **RP1** et la classe du trafic **TPL6**⇒ (r%=5) .
- **t** : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc (t = - 1.645) .
- Pente de la droite de fatigue b=-0.146 .
- **SN** : dispersion sur la loi de fatigue = 0.45
- **Sh** : dispersion sur les épaisseurs (en cm) = 3
- **C** : coefficient égal 0.02 .
-

Calcul de $\mathbf{k_{ne}}$:

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \qquad \text{avec : b : pente de la droite de fatigue (b<0)}$$

Donc :

$$K_{ne} = \left(\frac{12{,}76.10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = \boxed{0.689}$$

- Calcul de $\mathbf{k_\theta}$:

$$K_\theta = \left(\frac{E(10°C,10Hz)}{E(\theta eq,10Hz)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000}\right)^{0.5} = \boxed{1.34}$$

Calcul de $\mathbf{k_r}$:

$$Kr = 10^{-tb\delta} \qquad \text{avec : r = 5% d'ou t = -1.645}$$

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

Donc :

$$Kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-(-1.645)\,x(-0.146)\,x(0.609)} = 0.714$$

- Calcul de k_c : $K_c = 1.3$

Donc :

$$\varepsilon_{t.adm} = 100.10^{-6} \times 0.689 \times 1.34 \times 0.714 \times 1.3 = 85.7 \times 10^{-6}$$

I.3/- Comparaison des déformations admissibles :

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
			surface (z=0.000)		
h= 0,080 m E= 4000,0 MPa nu= 0,350	0,000m	42,4	0,333	20,1	0,658
	0,080m	17,1	0,270	66,9	0,568
			collé (z=0,080m)		
h= 0,120 m E= 7000,0 MPa nu= 0,350	0,080m	17,1	0,440	29,0	0,568
	0,200m	-19,7	-0,105	35,8	0,193
			collé (z=0,200m)		
h= 0,130 m E= 7000,0 MPa nu= 0,350	0,200m	-19,7	-0,105	35,8	0,193
	0,330m	-78,2	-0,768	73,1	0,016
			collé (z=0,330m)		
h infini E= 50,0 MPa nu= 0,250	0,330m	-78,2	0,000	308,1	0,016

Déflexion maximale =46,3 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =975,0 m (entre-jumelage)

Figure VIII.6 : Résultats de la simulation à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE-LCPC
$\varepsilon_{t.adm} = 85.7 \times 10^{-6}$	$\varepsilon_t = -78.2 \times 10^{-6}$
$\varepsilon_{z.adm} = 470.48 \times 10^{-6}$	$\varepsilon_z = 308.1 \times 10^{-6}$

Tableau VIII.9 : comparaison des déformations

Donc :

- D'après les résultats précédents : $\varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm}$ et $\varepsilon_z < \varepsilon_{z.adm}$

VIII.5- Conclusion :

- Dans notre projet le corps de chaussée retenue est celui de la méthode « ***catalogue de dimensionnement des chaussées neuves*** **» ,** car il tient compte des paramètres de trafic, le climat et des matériaux ainsi que les normes en vigueur en Algérie.

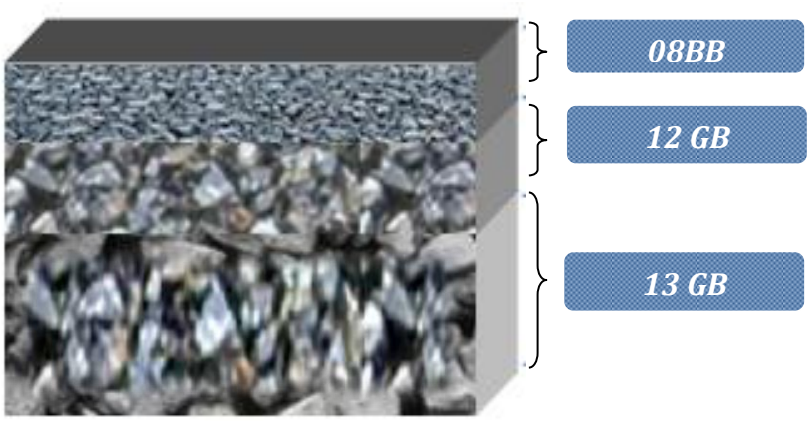


Figure VIII.7: schémas finals des différentes couches.

CHAPITRE IX :

ASSAINISSEMENT

IX.1 - Introduction :

L'eau quelque soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes (inondation ; glissement de terrain, érosion, instabilité des talus, et dégradation de chaussée).

L'assainissement routier comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines,

c'est à dire :

- ✓ L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc.…
- ✓ Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- ✓ Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles(conduites, chambre, cheminées, sacs, …).

IX.2- Objectifs de l'assainissement:

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ✓ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- ✓ Le maintien de bonne condition de viabilité.
- ✓ Réduction du coût d'entretien.
- ✓ Eviter les problèmes d'érosions.
- ✓ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée.(Danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- ✓ Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amant de la plate- forme, (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).
- ✓ Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute se durée de vie.
- ✓ La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surfaces, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

IX.3- Ouvrages d'assainissement :

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et au moindre coût. Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer 3 catégories.

- ✓ les ouvrages de de collecte longitudinale .
- ✓ les ouvrages transversaux .
- ✓ les ouvrages de raccordement .

IX.3.1. les ouvrages de de collecte longitudinale :

- Les eaux de ruissellement provenant des plateformes et des talus doivent être collectées puis évacuées vers des bassins de rétention et éventuellement de dépollution.
- Les ouvrages de collecte sont disposés tout le long de l'infrastructure. Ils sont linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels , permettant l'écoulement des eaux de manière gravitaire.

On distingue 5 types d'ouvrages de collecte longitudinal :

- **l'ouvrage de crête de talus de déblais** : il collecte les eaux de ruissellement du bassin versant naturel intercepté par l'infrastructure et permet d'éviter l'érosion des talus ;
- **l'ouvrage de pied de talus de déblais** : il collecte les eaux issues du ruissellement du talus de déblais de la plateforme ;
- **l'ouvrage de terre-plein central** : il collecte dans le cas des plateformes autoroutières les eaux issues du Terre Plein Central (TPC) et de la chaussée ;
- **l'ouvrage de crête de talus de remblai** : il collecte les eaux de ruissellement issues de la plateforme pour éviter leur déversement sur le talus du remblai et donc éviter toute érosion de celui-ci ;
- **l'ouvrage de pied de talus de remblai** : il collecte toutes les eaux de la plateforme et du talus
du remblai.

IX.3.2. les ouvrages transversaux :

Les ouvrages transversaux permettent d'assurer l'écoulement d'un réseau longitudinal vers un autre. On distingue 2 types d'ouvrages transversaux :

- **les ouvrages superficiels** : descentes d'eau ;
- **les traversées sous chaussées** : collecteurs enterrés.

IX.3.3. les ouvrages de raccordement :

Les ouvrages de raccordement permettent d'assurer les liaisons transversales entre les réseaux longitudinaux . Ils sont constitués :

- de tuyaux ;
- de regards avaloirs ;
- de regards de visite nécessaires pour l'entretien et la maintenance des ouvrages

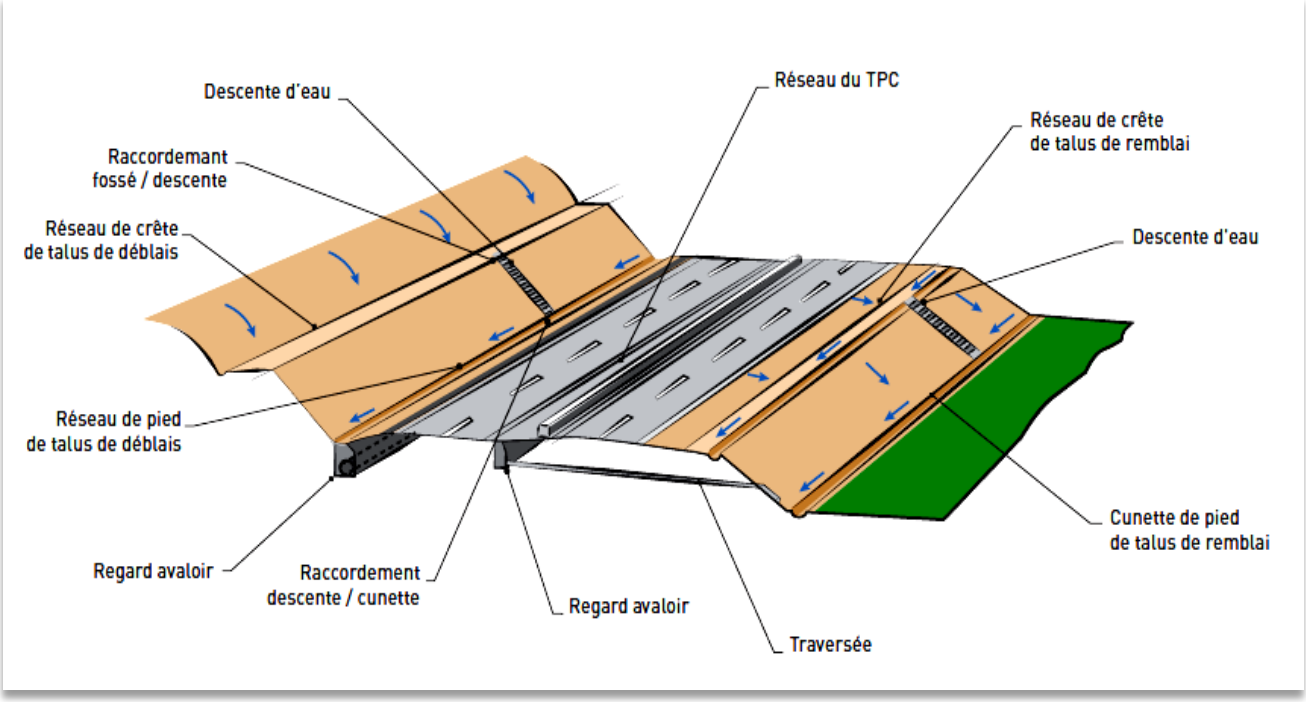


Figure IX.1 : dispositif d'assainissement

IX.4- Quelques Définition :

4.1- Bassin versant :

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

4.2 - Caniveau :

- ✓ Famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissellement de la route.

4.3 - Dalot :

- ✓ Ouvrage hydraulique enterré de section rectangulaire préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité.

4.4 - Buse :

- ✓ Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels

4.5- Les fossés :

- ✓ c'est des ouvrages de forme trapézoïdale qui se situe sur les deux rives de l'autoroute, leur rôle c'est l'évacuation des eaux pluviale en provenance des talus et de la chaussée.

IX.5- Etude hydrologique :

- Dans ce chapitre nous aurons à prévoir et à dimensionner des ouvrages adéquats pour assurer le rétablissement des écoulements naturels, la collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route

IX.5.1-Choix de la fréquence de pluie :

- Il est recommandé que le débit de référence adopté pour le dimensionnement de tous les ouvrages de franchissement (fossés, buses dalots, ouvrage d'art), soit celui dont la période de retour est de 10,50 et 100 ans respectivement.

IX.5.2- Détermination de l'intensité I(t) :

Elle est tirée à partir des graphes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) ou bien Par la formule de Montana :

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

Avec :

I : intensité de pluie exprimée en (mm/h) .

T : période de retour exprimée en ans .

t=tc : temps de l'averse égal au temps de concentration (h)

a et **b** : paramètres de Montana avec **b**=0.59.

Le paramètre **«a»** pour les différentes fréquences est donné dans le tableau suivant:

Tableau IX.1 : Valeurs du paramètre «a» pour les différentes fréquences .

T (Période de retour)	2	5	10	20	50	100
a(T)	14.1	20.1	24.1	27.9	32.9	36.6

IX.5.2.1 - Temps de concentration :

- Les formules de détermination du temps de concentration sont utilisées suivant la superficie du bassin versant :

1/ - Lorsque A < 5 km² : $tc = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$ ← Ventura

2/- Lorsque 5km² ≤ A < 25 km² : $tc = 0.108 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$ ← Passini

3/ -Lorsque 25 km² ≤ A < 200 km² : $tc = 0.108 \frac{\sqrt[4]{A}+1.5L}{0.8\sqrt{H}}$ ← Giandotti

Avec :

- **tc** : Temps de concentration (heure).
- **A** : Superficie du bassin versant (km²).
- **L** : Longueur de bassin versant (km).
- **P** : Pente moyenne du bassin versant (m/m).
- **H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

IX.6- Estimation du débit de crue :

- Le débit de crue de fréquence donnée, à l'intensité moyenne I de la pluie, et de durée t égale au temps de concentration tc, est effectué au moyen d'une formule dite méthode rationnelle appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200Km2.donnée par :

$$Q = K.C.I.A$$

Avec :

- **Q** : débit de crue de fréquence déterminée (m3/s)
- **C** : coefficient de ruissellement
- **I** : intensité de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h)
- **K** : coefficient de conversion des unités est égale à 0.278
- **A** : surface du bassin d'apport (Km²)

IX.6.1 - Coefficient de ruissellement :

IX.6.1.1 - Pour les bassins versants :

Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants:

- la pente P
- la nature du sol .
- la couverture végétale

où "C" est la somme de trois coefficients partiels :

$$C = C1 + C2 + C3$$

Tableau IX.2 : Valeurs du Coefficient (C1) « Dépend de la pente P du thalweg principal »

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
P≤3.5	0.01-0.05
3.5≤P≤11	0.06-0.10
11≤P≤35	0.12-0.20
35≤P	0.22-0.3

Tableau IX.3 : Valeurs du Coefficient (C2) « Dépend de la perméabilité du sol »

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

Tableau IX.4 : Valeurs du Coefficient (C3) « Dépend de la couverture végétale »

couverture végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0.22-0.30
Prairie	0.17-0.25
Labours-Champs	0.07-0.15
Forets et Terrains Sableux	0.03-0.05

IX.7- Application au projet :

IX.7.1. Caractéristique des bassins versants :

Tableau IX.5 : Caractéristique des bassins versants

N° bassin versant (PK)	Section du bassin versant (km^2)	Longueur du talweg (km)	Pente (%)
94+779	4.4369	3.112	5.94
94+937	1.3640	1.586	3.91
99+845	1.1880	0.121	1.64

IX.7.2. Coefficients de ruissellement :

Tableau IX.6 : Coefficients de ruissellement des bassins versants

PK	C1	C2	C3	C
94+779	0.1	0.2	0.25	0.55
94+937	0.05	0.2	0.25	0.5
99+845	0.05	0.2	0.25	0.5

IX.7.3. Calcul du débit d'apport :

Tableau IX.7: résultats de calcule de débit d'apport

PK	Section du basin versant (km^2)	Pente (%)	C	Tc (h)	I (mm/h) 50ans	Q (m3/s)
94+779	4.4369	5.94	0.55	1.098	31.134	21.121
94+937	1.3640	3.91	0.5	0.750	38.986	7.392
99+845	1.1880	1.64	0.5	1.081	31.422	5.189

- Tout les bassins versent a une section 'A < 5 km^2' donc pour le calcule de t_c on applique la formule de ventura : $\mathbf{tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}}}$
- $\mathbf{I\ (t, T)= \frac{a(T)}{t\hat{}b}}$ avec : a=32.9 (pour T=50ans) b =0.59
- Les résultats de calcule sont mentionnées dans le tableau ci-dessus

IX.8- Dimensionnement des ouvrages :

IX.8.1.Système de drainage transversal :

L'écoulement des bassins versants se draine à travers l'autoroute via des ponts, des dalots et des buses.

Dans ce chapitre on va traiter un seul exemple de calcul d'assainissement, pour les autres calculs, les résultats seront mentionnés dans un tableau général à la fin du ce présent chapitre.

IX.8.1.1. Dimensionnement des buses :

- On a fait le dimensionnement de buse au PK 94+937, où nous avons un débit Q_a=7.392m^3/s

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

Tel que : Q_s :débit de saturation donnée par la formule de Manning –Strickler : $\mathbf{Q_s = S \times K_{ST} \times Rh^{2/3} \times I^{1/2}}$

Avec :

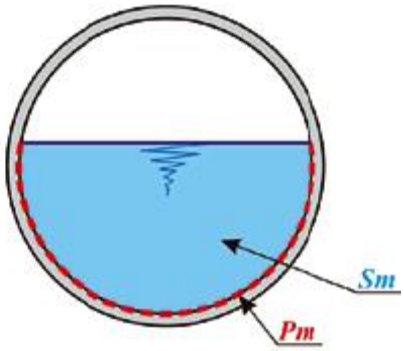
- Q : débit en m^3/s.
- K_{ST} : coefficient de rugosité donné par le tableau ci-dessous :

Tableau IX.8: Coefficient de rugosité.

Type	Paroi en terre	Buse métallique	Maçonneries	Bétons (dalots)	Buses préfabriquées
Kst	30	40	50	70	80

- S_m : section mouillée en m^2
- I : pente de pose de l'ouvrage (m/m) ,pour notre projet on prend I=2%
- Rh : rayon hydraulique = S_m/ P_m
- P_m : périmètre mouillé en m

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à 0.5 Ø :



- Ø : diamètre de la buse
- Sm: surface mouillée = (1/2) .π . R^2
- P_m : périmètre mouillé = π . R
- Rh : rayon hydraulique= R/2

Donc : $Q_a = Q_s = (1/2.\ \pi\ .\ R^2) \times (80) \times (R/2)^{2/3} \times (0.02)^{0.5}$

$\Longrightarrow Q_a = 6.08 \times R^{8/3} \Longrightarrow R = [Q_a/6.08]^{3/8}$

A.N : $R=(7.392/6.08)^{3/8} = 1.076m \longrightarrow Ø = 2R = 2\times1.076 = 2.152m = 2152mm$

Ø = {100,150,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800,900,1000,1200,1500,1800,2000}.

Alors : on prend deux (02) buses de diamètre Ø1200

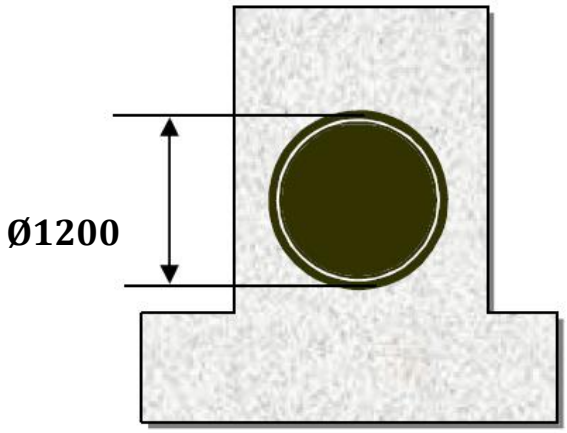


Figure IX.2 : diamètre de buse

IX.8.1.2. Dimensionnement de dalot :

- On a fait le dimensionnement de dalot au PK 94+779, où nous avons un débit $Q_a=21.121m^3/s$
- la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à : 0.8H

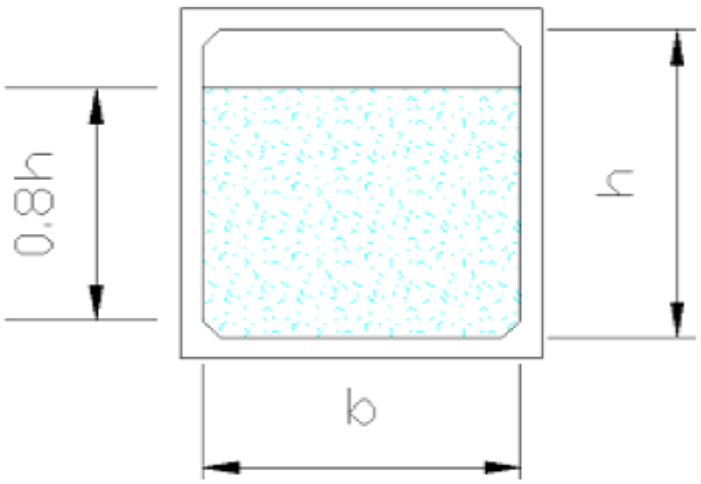


Figure IX.3 : dimensions du dalot

Donc:

- La section mouillée : $S_m = (0.8H) \times b$
- Le périmètre mouillé : $P_m = 2.(0.8H)+b$
- Le rayon hydraulique : $R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(0.8H)\times b}{1.6H+b}$

Pour dimensionner le dalot on prend $Q_a = Q_s = S.K_{ST}.R^{2/3}.I^{1/2}$

Avec :

- K_{ST} : pour les dalots (béton armé) nous avons pris un coefficient de rugosité égal à 70
- I : pente de pose de l'ouvrage (m/m) ,pour notre projet on prend I=1%
- Donc : $Q_a = (0.8H)\times b \times K_{ST} \times \left(\frac{(0.8H)\times b}{1.6H+b}\right)^{\frac{2}{3}} \times I^{1/2}$

$$\Longrightarrow \boxed{H = \frac{1}{0.8b}\left(\frac{Q_a}{K_{ST}\times I^{1/2}}\right)^{\frac{3}{5}} (1.6H+b)^{\frac{2}{5}}}$$

A.N : On prend b= 3m $\Longrightarrow$ $H = 0.808.(1.6H+3)^{\frac{2}{5}}$

Après on tire la hauteur H par itération qui vérifie cette inégalité ,On trouve : h ≈ 1.6m ; Alors on prend un dalot de 2m de hauteur et 3m de largeur (2m×3m).

IX.8.1.2. Tableau récapitulatif des dalots et buses :

- Les résultats calculés dans le cadre de notre projet sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau IX.9: Tableau récapitulatif des dalots et buses.

Ouvrage hydraulique	PK	les valeurs obtenues(m)	ouvrages sélectionnés
Dalot	94+779	b=3m ; h= 1.6m	b= 3m ; h= 2m
Buses	94+937	R= 1.076m	2 Ø1200
	99+845	R= 0.942m	Ø1000

IX.8.2. Système de drainage longitudinal :

Pour le Dimensionnement des fossés l'estimation du débit de pointe selon les Hypothèses de calcul suivantes:

- La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans.
- La durée est égale au temps de concentration du bassin.
- Les bassins versants sont de petites superficies (inferieurs à 5 km^2).
- La section transversale des fossés est de forme trapézoïdale.

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable.

La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 500m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total.

une largeur de talus : été prise défavorable égale (10m).

Tableau IX.10: Les surfaces des sous bassins versants.

SBV	Largeur(m)	Surface(m2)	Pente(%)
Chaussée+ B.A.U+BDG	10.5	5250	2.5%
Berme	1	500	8%
Talus de déblai	10	5000	66.67%

IX.8.2.1. Détermination de l'intensité I(t) :

Exemple :

- Pour (SBV 01) (0.00525km^2, P= 2.5%)

A <5km^2: donc on applique la formule de vontura : $tc = 0.127\sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127\sqrt{\frac{0.00525}{0.025}} = 0.06h$

- Pour une période de retour de 10 ans on a : a= 24.1 et b= 0.59

$$\text{donc : } I(t,T) = \frac{a(T)}{t\hat{}b} = \frac{24.1}{0.06\hat{}0.59} = 126.7mm/h$$

IX.8.2.2. Coefficient de ruissellement (C) :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après.

Tableau IX.11: Les coefficients de ruissellements

Type de chaussée	Valeur de C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80à0.95	0.95
Accotement: sol légèrement perméable	0.10 à 0.40	0.35
Talus	0.10à 0.30	0.25

IX.8.2.3. Déterminations des débits d'apport :

- Pour (SBV 01) : 0.00525km^2 , P= 2.5% , t_c = 0.06h , I = 126.7 mm/h

On applique la formule :

$$Q_a(\text{SBV 01}) = K.C.I.A = 0.278\times0.95\times126.7\times0.00525 = 0.18m^3/s$$

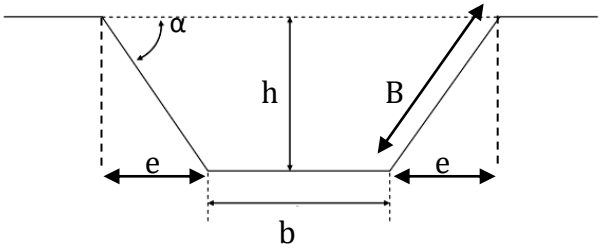
- Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IX.12: Le débit équivalent des bassins versants.

SBV	A(km²)	C	I(%)	Tc (h)	I (mm/h) 10ans	Qa (m³/s)	Qa(SBV_{eq}) (m³/s)
Chaussée +B.A.U+BDG	52.5×10^{-4}	0.95	2.5	0.060	126.74	0.18	0.318
Berme	5×10^{-4}	0.35	8	0.010	364.77	0.018	
Talus du déblai	50×10^{-4}	0.25	66.67	0.011	344.82	0.120	

IX.8.2.4. Calcul du débit de saturation (QS) :

a/- La section mouillée :



S_m=bh +2(eh/2).

Avec : 1/tg α=m, d'où : e= m.h

S_m= bh +mh^2 ⟶ Sm = h (b+mh).

b/- Le périmètre mouillé :

Pm= b + 2.B avec : $B = \sqrt{(h^2 + e^2)} = \sqrt{(h^2 + (hm)^2)} = h\sqrt{1 + m^2}$

Donc : $P_m = b+2h\sqrt{1 + m^2}$.

c/- Le Rayon hydraulique :

R_h= h (b+mh)/ (b+2h $\sqrt{1 + m^2}$)

$$Q_a = Q_s = S.K_{ST}.R^{2/3}.I^{1/2} = K_{ST} \times I^{1/2} \times \left(\frac{h\,(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}}\right)^{2/3} \times h\,(b+mh).$$

- On pose : b=0.30m et pour un angle 45°=>m=1
- Pour la pente hydraulique du fossé « I », on a : I=2%
- K_{ST} : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé sur place).

Donc on obtient la formule suivante :

$$h=\left(\frac{Qa}{K_{ST}\times b\times I^{1/2}}\right)^{3/5}\frac{\left(1+2\sqrt{2}\times\frac{h}{b}\right)^{2/5}}{1+\frac{h}{b}}$$

$$h_{n+1}=\left(\frac{0.318}{70\times 0.3\times(0.02)^{1/2}}\right)^{3/5}\frac{\left(1+2\sqrt{2}\times\frac{h}{0.3}\right)^{2/5}}{1+\frac{h}{0.3}} = 0.26\,\frac{(1+9.43h)^{2/5}}{1+3.33h}$$

Après on tire la hauteur h par itération qui vérifie cette inégalité :

- On trouve : h ≈ 0.233m

- Pour des raisons de sécurités on prend un fossé (**b**=30 cm, **h**=30 cm) .

Donc la conception retenue est de forme :

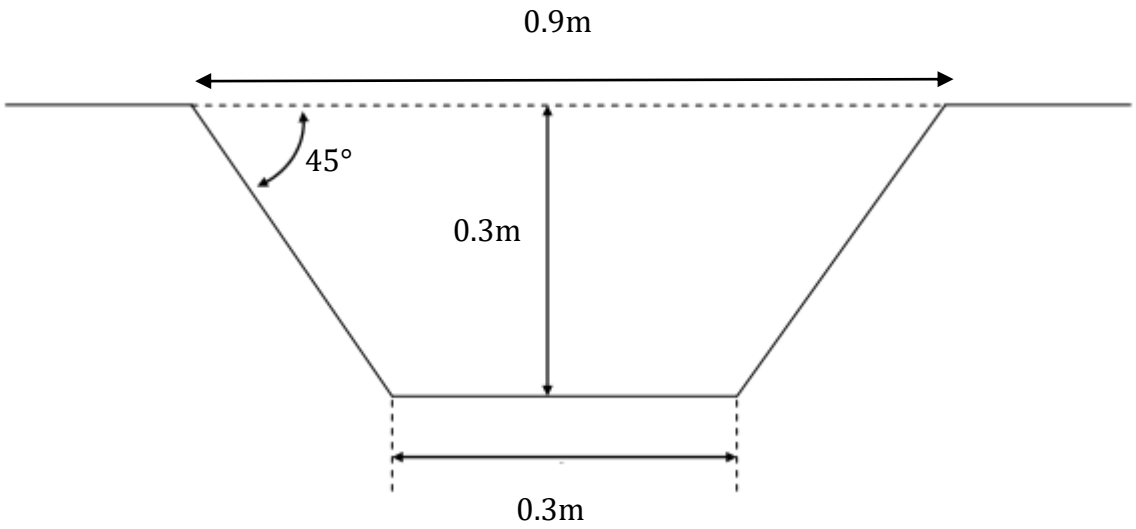


Figure IX.4: dimensions du fossé

IX.8.2.5. Fossés de terre-plein central :

Le fossé de terre-plein central est placé au centre de la bande médiane . C'est un fossé de section triangulaire dont les parois intérieures sont revêtues en béton. Le rôle principal de ces fosses est de drainer les eaux superficielles du TPC et de la chaussée lorsque celle-ci est déversée vers l'intérieur pour ensuite les acheminer et les évacuer vers les collecteurs et les ouvrages de traversée (dalots et buses).

- On propose un fossé de largeur **b**=0.3 et de hauteur **h**=0.3 .

CHAPITRE X :

ECHANGEUR

X.1 - Introduction :

Un échangeur autoroutier est un ensemble de bretelles routières permettant de s'engager sur une autoroute ou de la quitter soit pour prendre une autre autoroute soit pour emprunter le réseau routier ordinaire. Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau et également tout ralentissement sur les chaussées principales de l'autoroute.

X.2 - Rôle d'un échangeur :

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

Avantage de l'échangeur	Inconvénients de l'échangeur
Les avantages de l'échangeur sont : ✓ Facilite aux usagers les déplacements dans de bonnes conditions de confort et de sécurité, ✓ Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, ✓ Evite les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables, ✓ Evite les contraintes d'arrêt et de reprise, ✓ Assure la continuité du réseau autoroutier.	Il nécessite un investissement financier important. C'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes de circulation doit être amplement justifiée. C'est ainsi que la décision d'implanter un échangeur autoroutier

X.3- Les éléments de base pour l'aménagement des échangeurs :

Le choix d'un aménagement d'un échangeur doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

- La sécurité
- La classification des routes qui se croisent et leurs vitesses de base
- Le débit et la composition du trafic
- Le nombre de branches de l'échangeur
- Le relief
- La desserte des quartiers riverains
- Les aspects reliés aux réseaux et la cohérence de l'aménagement
- L'environnement
- Les aspects économiques

X.4- Condition à respecter :

- Eviter les sites en courbe de faibles rayons.
- Eviter les sites en point haut profil en long.
- Eviter des passages au voisinage ou sur des habitations et édifices publics.
- Eviter les sections à fortes déclivités.
- Eviter les terrassements importants.
- Eviter le passage perpétuel sur terrain agricole.

X.5- Types d'échangeurs :

Echangeur majeur : raccordement Autoroute-Autoroute. (Trèfle complet, bifurcation « Y »).
Echangeur mineur : raccordement Autoroute-Route. (Losange, Demi-trèfle, Trompette).

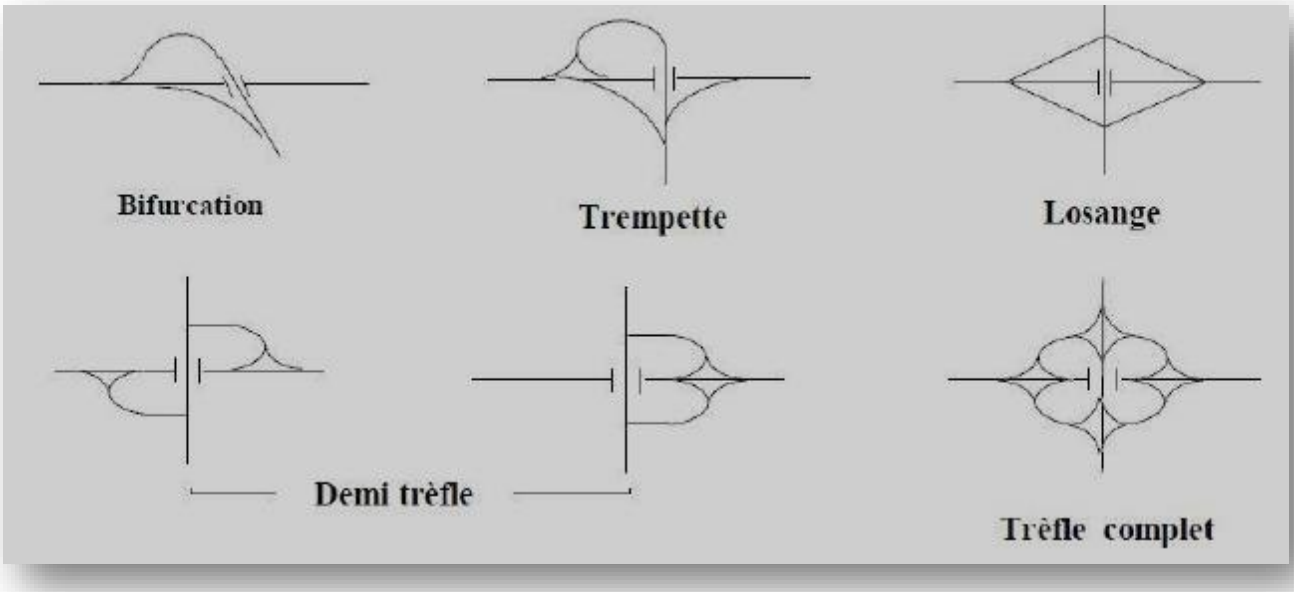


Figure X.1 : Différant type d'échangeurs.

X.6- Caractéristiques géométriques des échangeurs :

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

- Le pont (passage supérieur ou inférieur).
- Les Carrefour (s) plan (s).
- Les bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

X.7- Choix de l'échangeur:

L'changeur à concevoir doit assurer un raccordement entre :

- ✓ l'autoroute Est-Ouest.
- ✓ l'autoroute Tlemcen -Aricha

Donc :

- l' autoroute Est-Ouest (2 ×4) voies .
- l'autoroute Tlemcen –Aricha (2 ×2) voies .

C'est deux routes sont très convoité c'est-à-dire qu'elles connaissent un grand trafic.

Donc l'échangeur sera du type diffuseur, avec une géométrie de type TREFLE COMPLET.

pour les raisons suivantes :

- L'échangeur trèfle complet assurer une bonne sécurité aux usagers et offrant une bonne visibilité.
- Assurer une bonne fluidité du trafic.
- Le gain de temps dont vont bénéficier les usagers de cette échangeur, car il favorise toutes les directions existantes.

Vitesse sur la bretelle (vitesse de référence) :

D'après B40 nous avons :

- Vitesse sur notre pénétrante : 120 Km/h.
- Vitesse sur l'autoroute est ouest : 120Km/h.
- Vitesse sur boucles : 40 à 60 km/h.

Donc la Vitesse sur bretelles est limitée par : **40 Km/h.**

X.8- Caractéristiques géométriques des bretelles :

Pour les diffuseurs, généralement, les bretelles sont à 1 voie (d'après l'**ICTAAL2000**).

X.8.1. Tracé en plan d'une bretelle :

A/- Valeurs limites des rayons :

Tableau X.1 : Valeurs limites des rayons du tracé en plan

		1 voie sortie	1 voie boucle
Rayon minimal	Rm (m)	40(7%) et 100 (le premier rayon rencontré)	40 (7%)
Rayon minimal non déversé	Rnd (m)	300	
Rayon maximal dans la partie circulaire des boucles(m)		/	60
Dévers entre Rnd et Rm	d (m)	d = (675/R) +0.25 entre 300 et 100	/

B/- Enchaînement 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≤ 2R2, où R1 et R2 notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées dans le sens de circulation sauf si R1>1.5Rnd et si R1 > R2.
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à 3s à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

C/- Raccordement progressif :

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs : $6R^{0,4}$ et $7|\Delta\delta|$

- Où : R note le rayon de courbure (en m).
- Δδ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

X.8.2. Profil en long d'une bretelle:

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

Tableau X.2 : Les valeurs limites des paramètres du profil en long

déclivité maximale	6 %
rayon minimal en angle saillant	1 500 m
rayon minimal en angle rentrant	800m

X.8.3. Profil en travers d'une bretelle:

A/- Largeur des bretelles:

La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée de même structure qu'elle, et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement. Les largeurs des composantes du profil en travers sont les suivantes :

Tableau X.3: Les largeurs des bretelles en profil en travers

Chaussée	**Unidirectionnelle**	3.5m
	Bidirectionnelle	7m
B.D.D		1.00m
B.D.G		0.5m

- Dans une courbe de rayon inférieur à 100 m, une surlargeur de 50/R par voie est à introduire

B/- Pente transversale d'une bretelle:

Le profil d'une chaussée bidirectionnelle est constitué de deux versants plans raccordés sur l'axe, celui d'une chaussée unidirectionnelle d'un seul versant. Les bandes dérasées ont la même pente transversale que la voie adjacente.

Tableau X.4: Dévers de la chaussée

Elément	Rayons (m)	Valeur du dévers
Alignement ou rayon ≥ Rnd	AD ou R ≥ 300	2.5 % orientés vers la droite
Rayon déversé R < Rnd	100 < R < 300	Variation en 1/R entre 2.5 % (R300) et 7 % (R100)
	100 ≤ R	7 %

C/- Profils en travers types des bretelles:

Tableau X.5: Bretelle unidirectionnelle à une voie

Berme	BDG	Chaussée	BDD	Berme
1.00	0.5m	3.5m+S	1.00m	1.00m

X.8.4. Zones de décélération et d'accélération :

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

X.8.4.1. La zone de décélération:

Les sorties à 1 voie c'est le cas le plus courant pour les diffuseurs.

Le dispositif de sortie comporte successivement (**Figure X.2**):

- une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m ;
- une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de 1,5 m/s^2 .

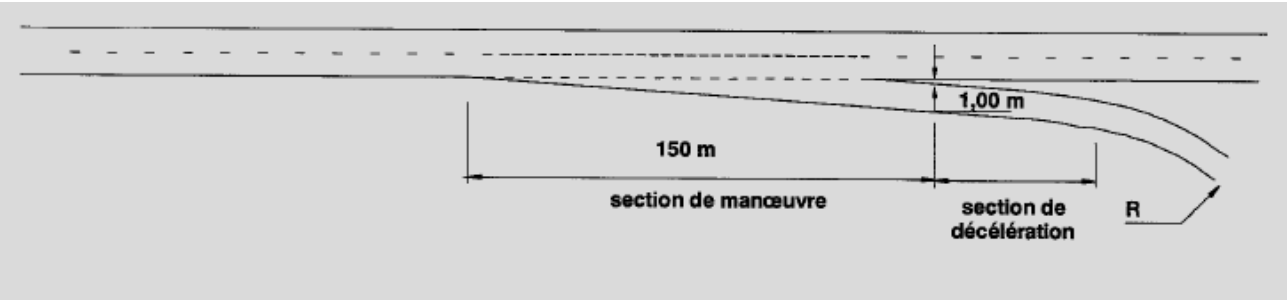
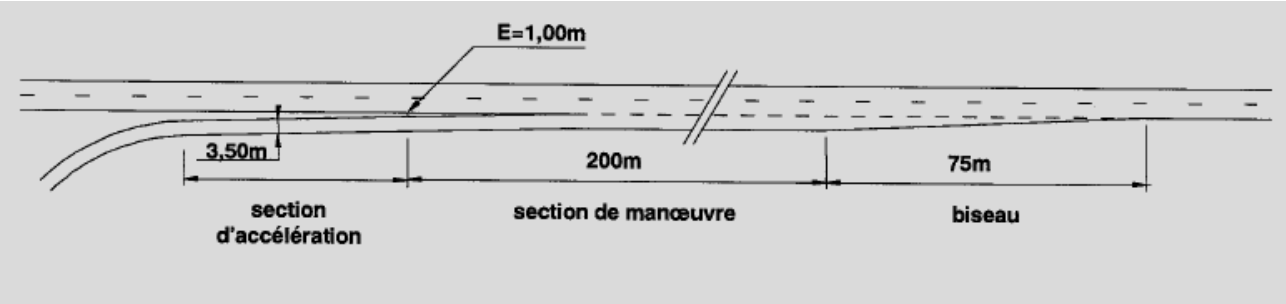


Figure X.2 : La zone de décélération

X.8.4.2. La zone d'accélération:

Le dispositif d'entrée comprend successivement (**Figure X.3**):

- Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s^2
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m
- Un biseau long de 75 m.



FigureX.3 : La zone d'accélération

La longueur d'une zone de décélération ou d'accélération en pente est donnée par la formule :

$$L_{d/a} = L_0/(1-10.p)$$

où : - p est la déclivité en valeur algébrique.

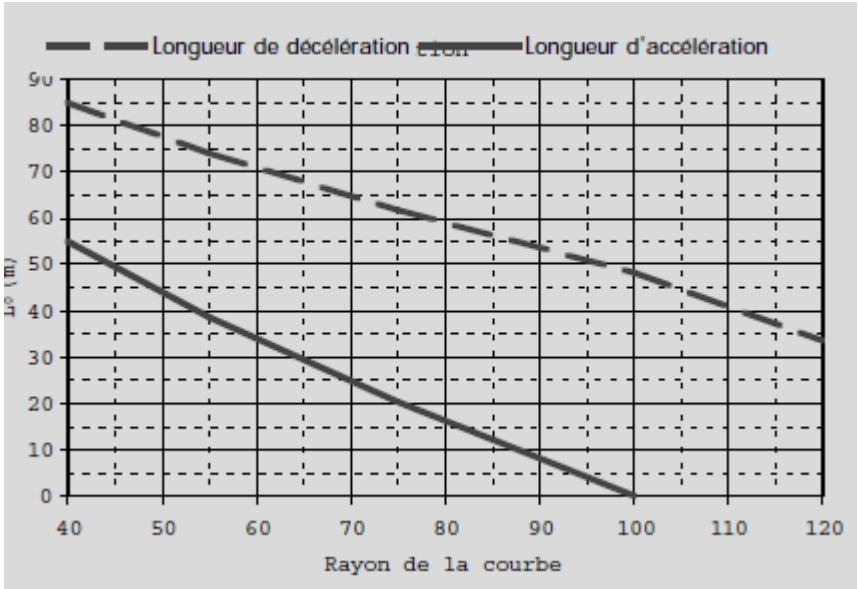


Figure X.4 : Longueurs de décélération/d'accélération en palier L_0 en fonction du rayon de la première/dernière courbe de la bretelle.

X.9- Condition de visibilité :

X.9.1. Visibilité sur une sortie d'autoroute:

- La distance de manœuvre en sortie d_{ms} est définir comme la distance parcourue à vitesse constante la vitesse maximale autorisée pendant le temps nécessaire pour opérer, fixé à 6 secondes d_{ms} = 6V (V en m/s).
- Pour les deux voies de circulation les plus à droite de la chaussée, le conducteur doit à la fois percevoir à la distance d_{ms} du point dit "de sortie au plus tôt" (S = 1,50 m):
- l'ensemble de la face du panneau de signalisation avancée placé au droit de ce point ; la balise signalant le musoir, que l'on suppose observée à une hauteur de 1 m, à l'endroit où le musoir atteint 5 m de large

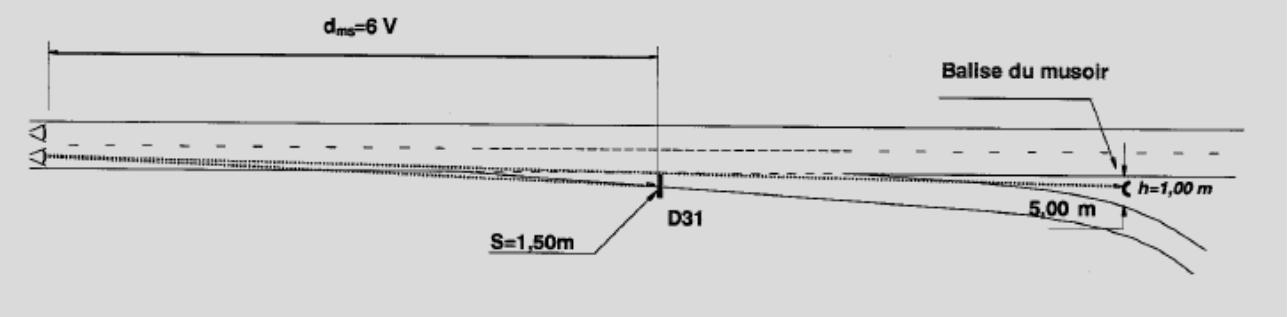


Figure X.5: Règle de visibilité sur une sortie d'autoroute

X.9.2. 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, positionné sur la bretelle d'entrée au droit du point dit "d'entrée au plus tôt" (E=1,00 m).

Distance d'arrêt : $\mathbf{d_a}$= distance de freinage + distance de perception/réaction

$$d_a = [V^2/2g\,(\gamma(v) + p)] + 2V$$

Avec :

- **V** en m/s
- **γ (v)** : décélération moyenne exprimée en fraction de g
- **p** : la déclivité, en valeur algébrique

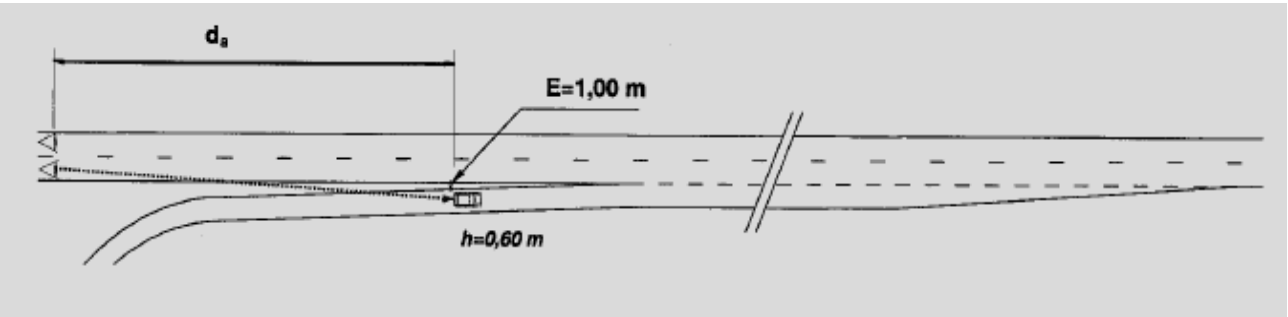


Figure X.6: Règle de visibilité sur une entrée d'autoroute

X.9.3. Distance de visibilité sur marquage d_{vm} :

$d_{Vm} = 3V$ avec (V en m/s).

X.9.4. Distance de lecture (lc) :

- Définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation :

$lc=5V$ avec (V en m/s).

- Le tableau ci-dessous représente les Principales distances de visibilité :

Tableau X.6: Principales distances de visibilité

Vitesse	120(km/h)
Vitesse	33.333(m/s)
Décélération moyenne γ(v)	0.34 (m/s2)
Distance d'arrêt en palier (p=0)	233m
Distance de manœuvre en sortie dms	200m
Distance de visibilité sur marquage dvm	100m
Distance de lecture lc	167m

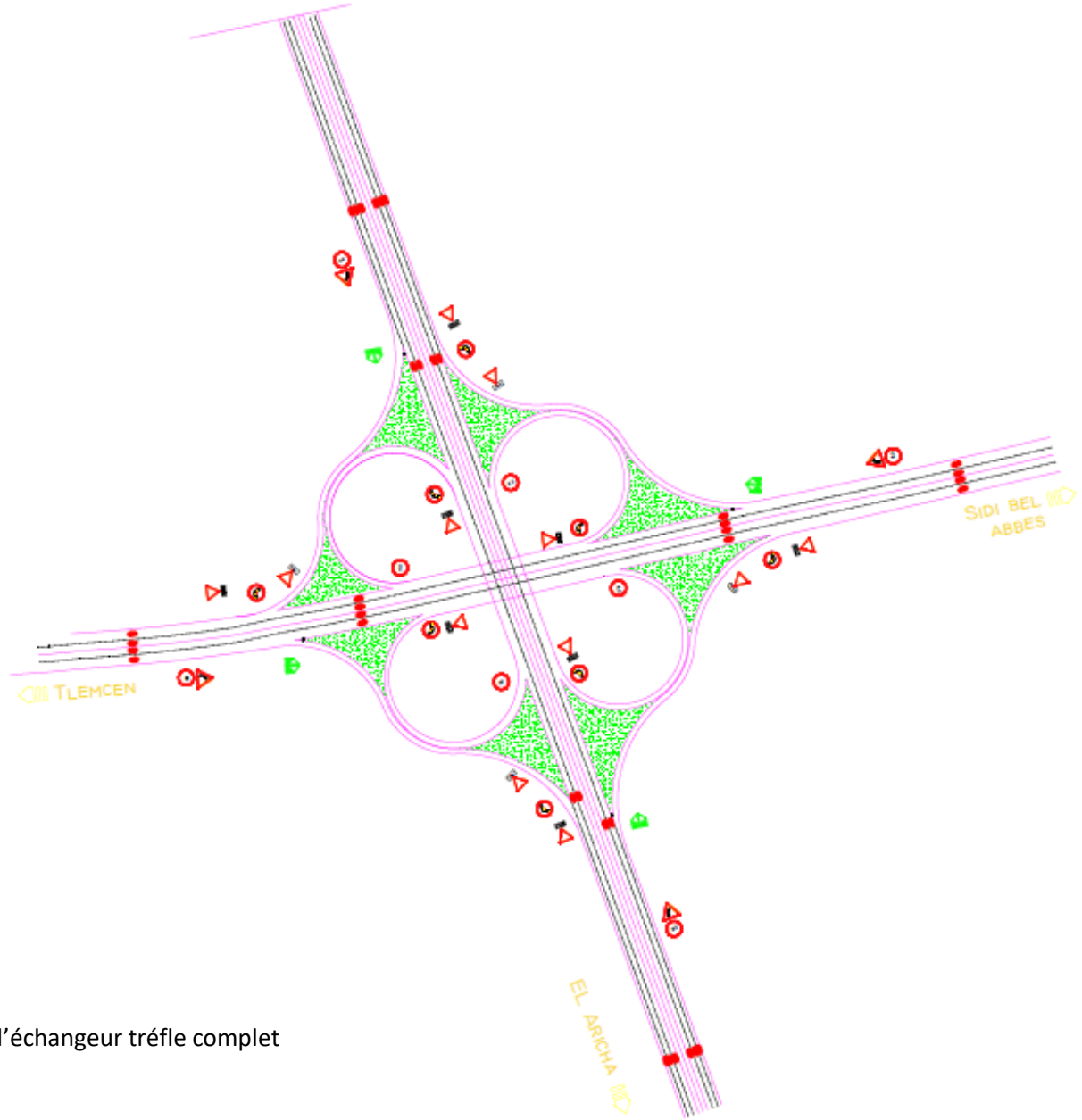


Figure X.7 : tracé en plan de l'échangeur tréfle complet

CHAPITRE XI :

OUVRAGE D'ART

XI.1. Introduction :

D'une façon générale, on appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal. En résumé, un pont est tout ouvrage de franchissement en élévation construit in situ, ce qui exclut les buses totalement ou partiellement préfabriquées.

Ce chapitre présentera les types de l'ouvrage à concevoir pour franchir les obstacles existants (les routes, les pistes, les voies ferrées), Avant d'entamer la présentation de type des ouvrages choisis pour notre projet, il nous semble important de citer la définition de l'échangeur.

XI.2.Définition d'un échangeur :

Un échangeur est l'ouvrage qui permette d'accéder à l'autoroute ou d'en sortir, leur disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des divers courants de circulation.

XI.3.Description des ouvrages :

Les ouvrages ont été catégorisés selon la voie portée. Ainsi les ouvrages sont divisés en deux types, soit les passages supérieurs (l'autoroute franchit l'obstacle) ou le passage inférieur (le pont franchit l'autoroute). Les voies portées des passages supérieurs et inférieurs sont des chemins agricoles, wilaya, routes nationales et voie ferrée .

XI.4.les voies de rétablissement :

Les ouvrages comprennent :

- Les passages supérieurs.
- Les passages inférieurs.

Les passages supérieurs : Il s'agit des passages supérieurs sur la voie express qui concernent :

- Les routes nationales.
- Les chemins de wilaya.
- Les chemins ruraux et pistes agricoles.

XI.4. présentations des ouvrages existant dans notre projet :

OA 01 : un échangeur

Situation de l'ouvrage :

- L'ouvrage 01 est un échangeur situé au niveau du Pk 100 qui relié l'autoroute 'est-ouest' à notre projet

Description de l'ouvrage :

- Échangeur du type diffuseur avec une géométrie de type **TREFLE COMPLET.**

OA 02 : un pont autoroutière « autoroute est-ouest » et il est situé au niveau de PK100

Situation de l'ouvrage :

- L'ouvrage 02 C'est un passage supérieur qui croise l'axe de notre projet au niveau du PK100 . Il permet le franchissement de l'autoroute « est-ouest »

OA 03 : un Pont a poutre simple

Situation de l'ouvrage :

- L'ouvrage 03 c'est un passage qui permet le franchissement de notre projet au niveau du PK97 +100 jusqu'à PK97+250.

Description de l'ouvrage :

Il est composé de :

- Un Pont portique en béton armé
- Le pont est composé de quatre tablier de portée de 33.4m chacune et une seule travée de portée de 21m
- Largeur de tablier est de 15.5m chacun
- L'infrastructure de l'ouvrage est constituée des piles et des culées reposants sur des fondations profondes.

OA 04 : un viaduc

Situation de l'ouvrage :

- L'ouvrage 04 C'est un passage qui permet le franchissement de notre projet au niveau du PK96+450 jusqu'à PK97+05.

Description de l'ouvrage :

- Un viaduc de type voussoir
- Le viaduc est composé de 6 tabliers de portée de 100m
- Largeur de tablier est de 15.5m chacun
- L'infrastructure de l'ouvrage est constituée des piles et des culées reposants sur des fondations profondes.

CHAPITRE XII :

SIGNALISATION

XII.1. Introduction :

La signalisation routière est un outil de communication essentiel pour l'usager de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée d'une manière à aider les usagers tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce en lui évitant hésitations et fausses manœuvres. Dans ce chapitre, il est présenté une planche de signalisation horizontale et verticale pouvant se trouver le long de notre section .

XII.2.objectifs de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour rôle :

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

XII.3. Catégories de signalisation :

On distingue :

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

XII.4. Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

XII.4.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

- **Signalisation avancée :** Ce type de signalisation est placé avant un danger pour prévenir l'usager de la présence d'un danger quelconque.
- **Signalisation de position :** Indique une obligation à respecter.
- **Signalisation de direction :** C'est des plaques indiquant les noms des régions et les chemins à suivre pour s'y rendre. Ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75 .

XII.4.2. Signalisation horizontale :

Elle concerne les différentes marques sur le sol, les lignes et les flèches qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagés, ces marques sont généralement de couleur blanche, la signalisation horizontale complète la signalisation routière verticale.

XII.4.2.1. Catégories de marques de chaussée :

a/- Lignes longitudinales :

- Continues, de largeur variable.
- Discontinues, de largeur et modulation variables.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité " u " Les valeurs de U sont :

- U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- U = 6cm sur les routes et voies urbaines.
- U = 5cm pour les autres routes.
- U = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

Pour notre projet la route est de type "autoroute" , Donc la valeur de U est 7.5 cm.

Tableau XII.1 : Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées.

Modulation	désignation des marques	largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3u
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3u
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2u
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5u
	Ligne de rive de chaussée	3u
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2u
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3u
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3u
T'2	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50cm

Caractéristiques des lignes discontinues :

Tableau XII.2 : Les caractéristiques des lignes discontinues .

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs	Couleur
Axial longitudinal	T1	3	10	Blanc
	T'1	1.5	5	Blanc
	T3	3	1.33	Blanc
Rive	T2	3	3.5	Blanc
	T'3	20	6	Blanc
	T4	39	13	Jaune
Transversal	T'2	0.5	0.5	Blanc
délimitation du TPC	LC			Jaune

b/- Lignes transversales :

- Ligne "Stop", largeur de 50 cm.
- Ligne "Cédez le Passage", largeur de Type 2.

c/- Les flèches :

- Flèches de rabattement.
- Flèches de sélection unidirectionnelle.
- Flèches de sélection bidirectionnelle.

d/- Autres marques :

- Marquage d'îlots séparateurs avec hachures.
- Marquage spécial pour stationnement ou aires d'arrêt d'appel d'urgence.

XII.5. Dispositifs de retenue :

Les dispositifs de retenue sont des équipements de protections des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussées.

L'emploi des dispositifs de retenue est étroitement lié avec la notion de zone de sécurité(ICTAAL 2000), qui est définie sur les côtés des chaussées, avec une largeur min de8,5m, sinon tout obstacle (naturel ou artificiel) doit être isolé ou exclu, y compris les installations autoroutières.

Les dispositifs de retenue utilisés sont les suivants :

a/- Glissières De Sécurité Métalliques Fixes :

- La glissière de sécurité simple est utilisée pour implantation en TPC et du côté droit de la chaussée pour protection contre les obstacles.

b/- Glissières De Sécurité Métalliques Amovibles :

- Les glissières de sécurité métalliques amovibles sont les glissières démontables utilisées dans l'interruption du TPC pour permettre de basculer la circulation d'une chaussée à l'autre.

c/- Séparateurs en Béton :

- Les séparateurs en béton du type « DBA » (double séparateur en béton adhérent) sont des murets de type New Jersey, continus en béton coulé en place ou préfabriqué. Ils ont un comportement rigide lors d'un impact avec un véhicule, tout en facilitant le redressement de ce dernier.

XII.6. Clôture :

- Les clôtures sont des aménagements spécifiques pour assurer la sécurité des usagers et, le cas échéant, pour assurer le respect de péage. Ainsi l'autoroute doit être clôturée sur toute sa longueur, des deux côtés.

XII.7. Application au projet :

XII.7.1. Signalisation horizontale :

a/- Le marquage du tracé

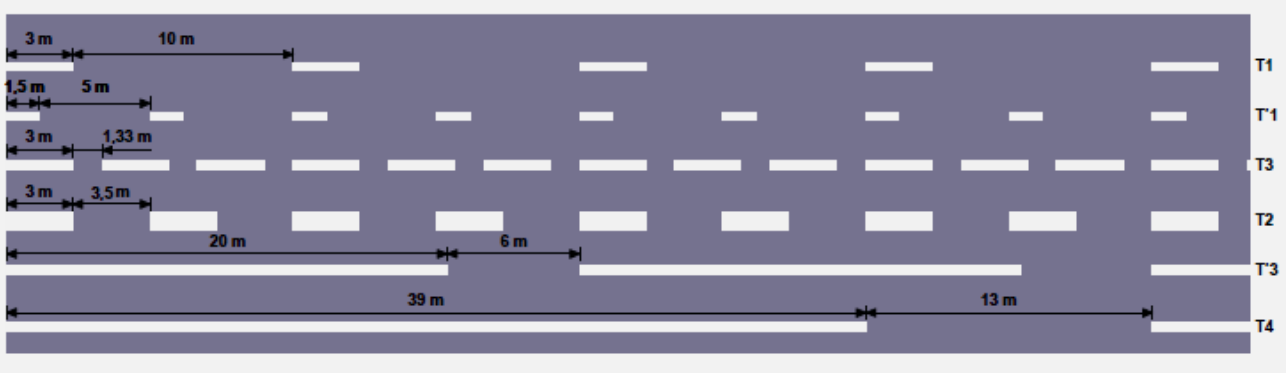


Figure XII.1 : Les lignes longitudinales .

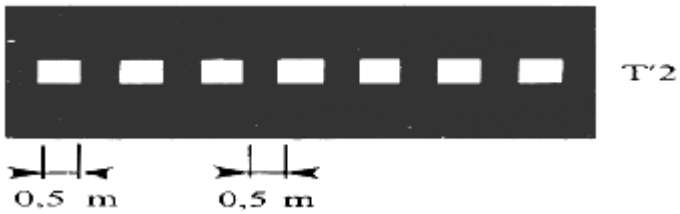


Figure XII.2 : Lignes transversales .

- Les lignes de délimitation de voies sont de type T1 de largeur 2u.

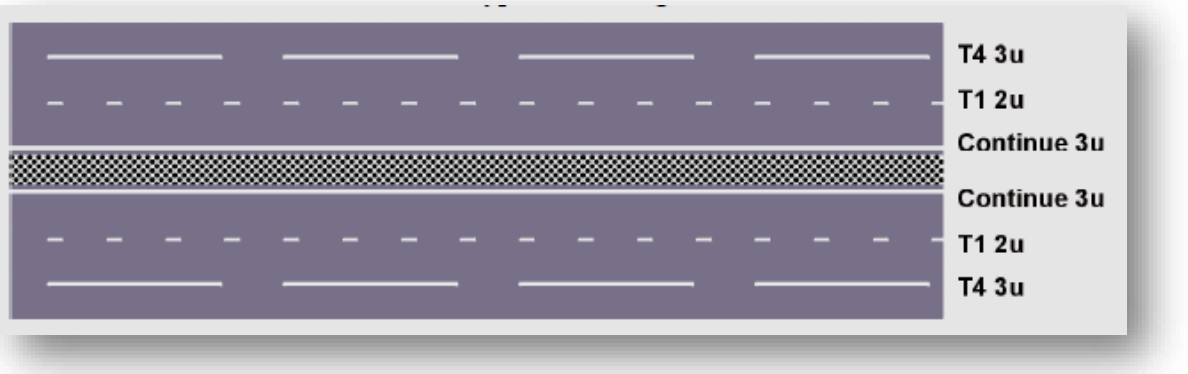


Figure XII.3 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé.

b/- Les flèches :

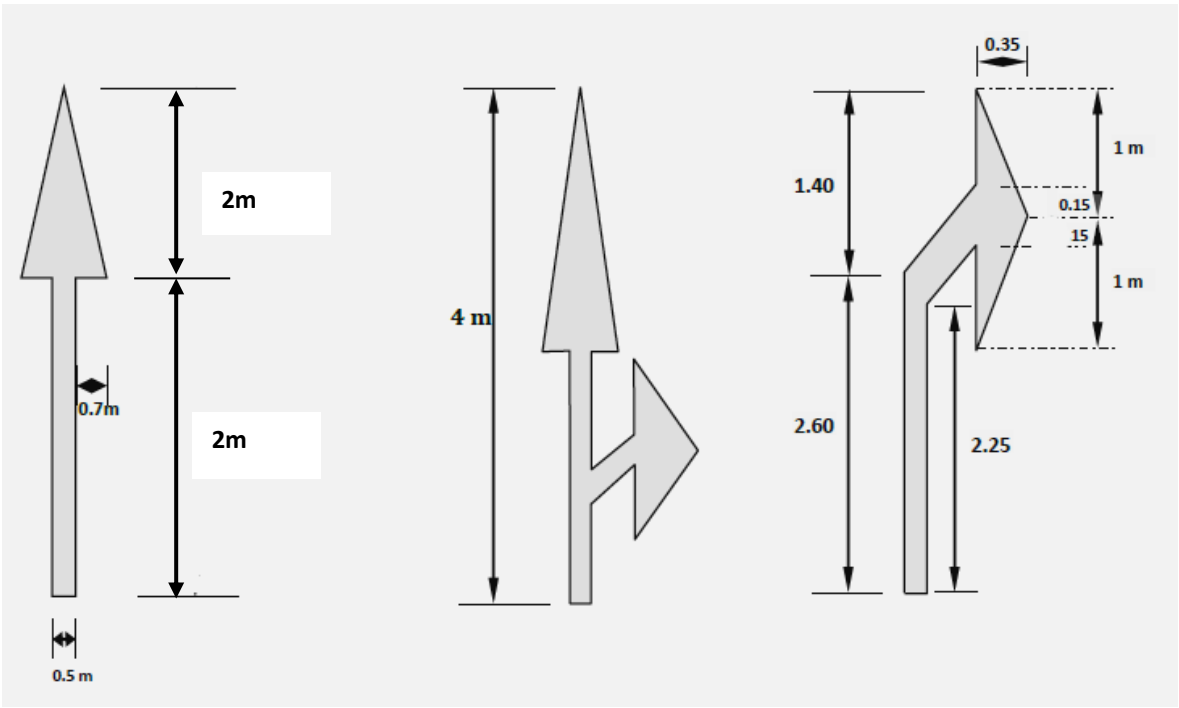
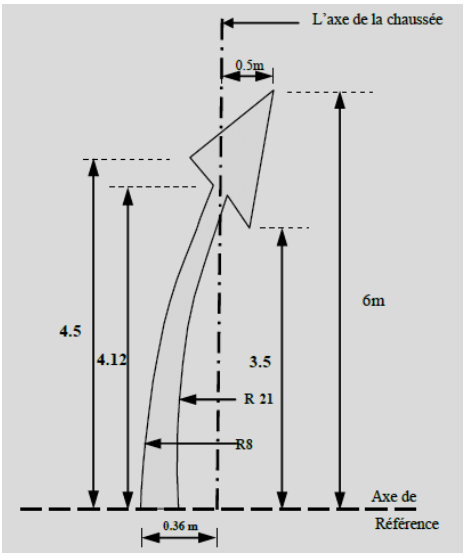


Figure XII.4 : Flèches de sélection.

Figure XII.5 :

Flèche de rabattement .



c/- Autres marques :

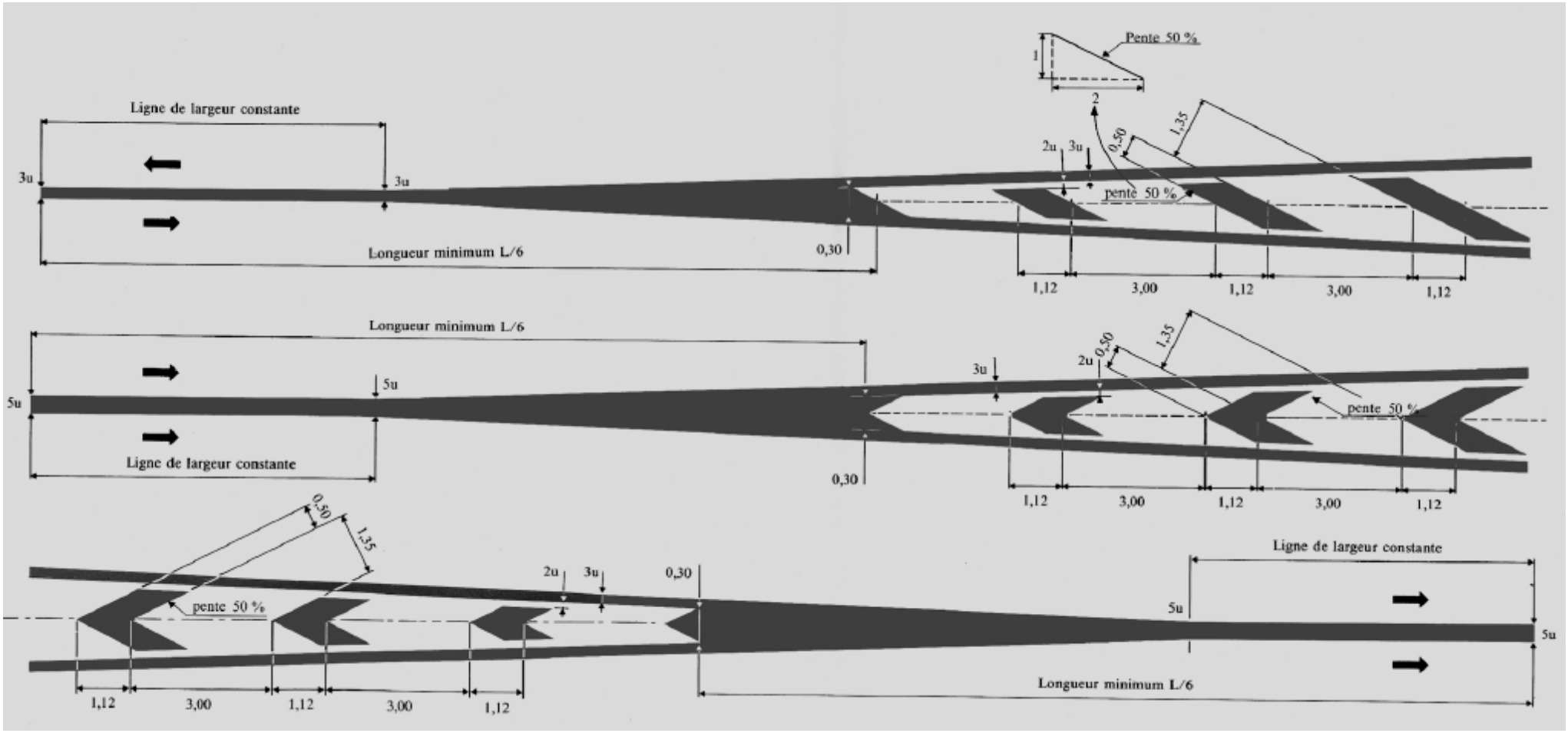
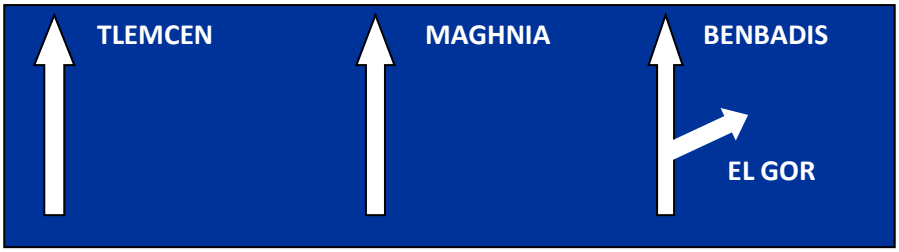
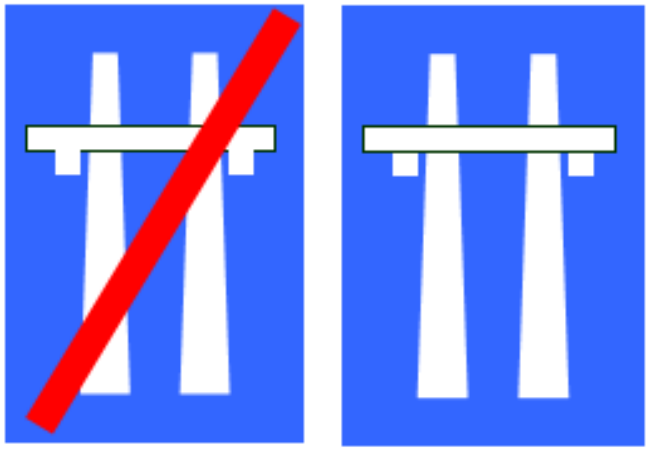


Figure XII.6 : Schéma de marquage avec hachures .

XII.7.2. Signalisation Verticale :

Tableau XII.3: Différents signaux verticaux utilisé.

Nom des panneaux	Schéma
B14 Limitation de vitesse.	
B3a Interdiction aux poids lourds de dépassé	
C26a , C26b Voies de détresse à droite et à gauche	
Panneaux spéciaux type A	

Pré signalisation	
Signalisation de direction (E4)	
Interdiction de tourner à gauche/droite	
Signalisation des passages supérieurs et des ouvrages d'arts (Limitations de hauteur, Interdiction de stationné)	
Sortie/entrée d'autoroute	

CHAPITRE XIII :

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XIII.1. Introduction :

La construction d'un aménagement routier est une tâche délicate à accomplir et est perçue aujourd'hui comme étant une action susceptible de porter atteinte à l'environnement.
En effet l'extraction de matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi que les ressources naturelles.
Un impact sur l'environnement constitue toute altération de l'état initial d'un site due à la construction, la modification et l'exploitation d'une installation, dans quelque domaine que ce soit, Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement **(eau, air, faune, flore..)**, mais aussi sur l'environnement de l'être humain .

XIII.2. Cadre juridique :

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie se fait conformément au décret n° 9078 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.
- Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet .

XIII.3. objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement :

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet. Elle a pour objectifs :

- Assurer l'intégration des contraintes et des opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure .
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage .
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- Les mesures envisagées pour réduire, compenser les conséquences dommageables du projet.

XIII.4. Etude d'impact sur l'environnement :

C'est une étude scientifique, technique et technologique multidisciplinaire qui permet d'analyser et d'évaluer l'ensemble des impacts sur les milieux physiques, humains et sur l'environnement naturel d'un Projet donné et qui vise à maitriser, contrôler et minimiser les différents impacts dus à ce type d'aménagement .

XII.4.1. Impact sur l'agriculture :

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et inépuisable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

Les impacts : L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont :

- exploitées.
- L'effet de coupure, entrainant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de la modification du régime agricole.

Les remèdes : Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

- **Mesures préventives** : Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des caractéristiques du projet, sinon on aura recours aux mesures curatives.
- **Mesures curatives** : Comprenant la restriction des exploitations et des mesures technique allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

XII.4.2. Impact sur la nature :

a/- La faune: L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y' a lieu de présence d'animaux sauvages sur les abords.

b/- La flore : Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les groupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant (littoral).

c/- L'eau : Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines. Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception. Les ouvrages d'assainissement sont ainsi largement dimensionnés par rapport aux crues les plus importantes et des aménagements spéciaux sont réalisés pour parer aux effets dévastateurs des écoulements torrentiels.

XII.4.3. Impact sur les habitants :

a/- La destruction : Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés. Ça peut concerner :

- Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.
- Les populations situées au périmètre d'accueil.

a.1/- Les impact :

- Economique : modification des systèmes de production.
- Socioculturel : désorganisation des communautés, et modification culturelle.
- Naturel : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.

b/- Les bruits : c'est un des impacts les plus manifestes de la circulation routière et peut apparaitre pendant la phase de la construction pour les travaux d'excavation ou d'emprunt dans les zones sensibles.

b.1/- Les impacts : la construction d'un évitement au voisinage d'habitation à des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

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

c/- Les remèdes :

- Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.
- Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.
- Agir sur les façades des bâtiments concernés.
- La protection entre la source et le récepteur consiste à interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à proximité. Dans le cas d'immeubles de grande hauteur, ces dispositifs sont incapables de protèges les étages supérieurs.

Une attention particulière doit accorder aux normes applicables au niveau sonore des engins, aux horaires de travail, aux itinéraires de transport des matériaux et à tout autre aspect ayant trait à la gestion du chantier .

d/- Sécurité : Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

- Implanter des passerelles au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.
- Réduire la vitesse au niveau des virages et d'intersections.
- Des panneaux de signalisation seront implantés.
- Installation des dispositifs de retenue au bord de la chaussée.

- Implanter des trottoirs tout le long de la route si c'est nécessaire.

XIII.5. Conclusion :

L'objectif de notre étude est de minimiser l'impact négatif sur l'environnement de la zone. Tout en privilégiant un contrôle continue sur cet impact pendant les années à venir ou le flux des véhicules sera plus important donc plus polluant et aussi préconiser une étude dans le cadre de l'aménagement de territoire futur de cette région car une route fiable génère une activité socio-économique plus intense donc des effets plus importants sur la route.
Il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront prises pour prévenir, atténuer ou réparer les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, L'étude de l'impact sur l'environnement permettra d'atténuer ou de compenser les impacts les plus significatifs du projet.

CHAPITRE XIV :

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Devis quantitatif et estimatif

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire DA	Prix Total DA
1	Acquisition de terrain	m²	277648	1000	277648000
Total partiel 1 : 277648000					
2	installation de chantier et repliement	F		3% du total (3+4+5)	18906412,5
Total partiel 2 : 18906412,5					
3	**Dégagement de l'emprise**				
3.1	Préparation de terrain y compris défrichement, arrachement des rabes, abatages d'arbres toutes tailles, dessouchage des racines et démolitions diverses enlèvement		225120	250	56280000
Total partiel 3 : 56280000					
4	**Terrassement et couche de forme**				
4.1	Décapage de terre végétale	m³	27540	50	1377000
4.2	Remblai en provenance de carrier	m³	248915	600	149349000
4.3	Déblais mis en Dépôt	m³	165727	450	74577150
Total partiel 4 : 225303150					
5	**Chaussée et accotement**				
5.1	Tuf	m³	4488	1500	6732000
5.2	Couche de base Grave bitume (GB)	t	36472	7100	258951200
5.3	Couche de roulement en béton bitumineux (BB)	t	12608	6500	81952000
5.4	Couche d'imprégnation 0.8 kg/m2	t	126	79000	9954000
5.5	Couche d'accrochage 0.3 kg/m2	T	47	59000	2773000
Total partiel 5 : 348630600					
6	Ouvrages d'art	m²	11625	250000	2906250000
Total partiel 6 : 2906250000					
7	Ouvrage d'art courants et assainissement	F		10% du total (3+4+5)	63021375
Total partiel 7 : 63021375					
8	Impact sur l'environnement	F		1% du total (3+4+5)	6302137,5
Total partiel 8 : 6302137,5					
9	déviation des réseaux	F		3% du total (3+4+5)	18906412,5
Total partiel 9 : 18906412,5					
10	signalisation et équipements routiers	F		5% du total (3+4+5)	31510687,5
Total partiel 10 : 31510687,5					
11	Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F		2% du total (3+4+5)	12604275
Total partiel 11 : 12604275					

TOTAL = 3965363050

En lettre :

Trois Milliards neuf cent soixante-cinq Millions trois Cent soixante-trois Milles cinquante Dinars Algériens

Conclusion générale

L'étude de ce projet routier, nous a donné une occasion d'appliquer et d'approfondir nous connaissances acquises pendant le cycle de notre formation à l'école nationale supérieur des travaux publics.

Pour notre étude nous avons essayé d'appliquer rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liées au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain.

ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels « Autocad-Civil 3d-Excel-Word-Alize LCPC», vue leur traitement rapide et la précision de leur résultats.

L'objectif du chapitre master est de présenter que la valorisation des laitiers sidérurgiques dans le domaine de la construction routière est une solution parmi autres qui joue un rôle très important dans le contexte du développement durable. Car elle absorbe des quantités considérables de ces déchets dans ces différentes applications.

Finalement, grâce à ce projet on s'immerge un peu dans le milieu professionnel par acquisition de plusieurs connaissances dans le domaine des travaux publics .

Bibliographie

➢ *COURS :*

- Cours de routes de 4éme ENSTP. (Mr : KARA .B)
- Cours d'hydraulique ENSTP 4éme année.(Mr : LEFKIR .A)

➢ *DOCUMENTS :*

- **B40** (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- **I.C.T.A.A.L** (Instruction sur les Condition Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaisons). (SETRA 12Décembre 2000)
- Manuel de projet de route « KALLI FATIMA-ZOHRA ; GOUMETTRE AHMED »
- Les Signaux Routiers (guide SETRA).
- Signalisation routière Art144.
- Guide technique (Assainissement routier, guide SETRA) .
- **GTR** (Guide des Terrassement Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes, LCPC, SETRA ,juillet 2000) .
- anciennes mémoires de fin d'étude ENSTP.
    - SEDDIKI SOFIAN – CHADI BILAK PROMO2014,
    - BELLIL SALAH EDDINE ,BOULERIAL RAFIK PROMO 2012
- Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière « Les laitiers sidérurgiques » ,octobre 2012

➢ *Sites Web :*

- **Wikipedia.org**
- **techniques-ingenieur.fr**
- **piarc.org**

ANNEXE 01 :

GÉOMÉTRIE

Listing de la géométrie de l'axe en plan

Axe en plan: AXE EN PLAN
Project :une liaison autoroutière Tlemcen _ El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur proposé par SETO.
Plage d'abscisse : Début: 0+00.00, Fin: 75+04.44 .

Date: 19/08/2020 18:30:32

Elem	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0+00.00	673298.4514	3876833.8174
DR1	ANG=177.4345 (g)	1185.134			
			11+85.13	673709.7896	3875722.3575
ARC2	XC=675585.4595				
	YC=3876416.5208				
	R=2000.000	652.488			
			18+37.62	674031.1966	3875157.8441
DR3	ANG=156.6652 (g)	569.417			
			24+07.04	674389.5527	3874715.3321
ARC4	XC=672446.7242				
	YC=3873141.9863				
	R=2500.000	529.170			
			29+36.21	674676.7379	3874272.0476
DR5	ANG=170.1404 (g)	312.715			
			32+48.92	674818.0928	3873993.1040
ARC6	XC=672855.6807				
	YC=3872998.6500				
	R=2200.000	1010.620			
			42+59.54	675055.5780	3873019.9036
DR7	ANG=199.3850 (g)	1022.078			
			52+81.62	675065.4520	3871997.8736
ARC8	XC=677865.3214				
	YC=3872024.9235				
	R=2800.000	740.019			
			60+21.64	675169.7365	3871267.4131
DR9	ANG=182.5596 (g)	1482.795			
			75+04.44	675570.8909	3869839.9134

Profil : Abscisse Sommets et Raccordements

Profil en long : LIGNE DE PROJET (1)
Project :une liaison autoroutière Tlemcen _ El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur proposé par SETO.
Plage d'abscisse : Début: 0+00.00, Fin: 75+04.44
LONGUEUR DE L'AXE : 7504.440m .

Date: 19/08/2020 18:32:24

Elément	Caractéristiques des elements	Longueur	Abscisse	Z
			0+00.00	548.669
D1	PENTE= 1.48%	864.342		
			8+64.34	561.488
PAR1	S= 9+40.99 Z=562.625			
	R= 12000.000	153.297		
			10+17.64	564.741
D2	PENTE= 2.76%	460.640		
			14+78.28	577.458
PAR2	S= 16+00.00 Z=580.818			
	R= 10000.000	243.442		
			17+21.72	581.215
D3	PENTE= 0.33%	707.487		
			24+29.21	583.523
PAR3	S= 24+75.00 Z=583.673			
	R= 10000.000	91.583		
			25+20.79	583.403
D4	PENTE= -0.59%	693.620		
			32+14.41	579.313
PAR4	S= 33+00.00 Z=578.809			
	R= 10000.000	171.177		
			33+85.59	579.769
D5	PENTE= 1.12%	1296.668		
			46+82.26	594.320
PAR5	S= 47+43.89 Z=595.012			
	R= 12000.000	123.271		
			48+05.53	596.337
D6	PENTE= 2.15%	585.635		
			53+91.16	608.925
PAR6	S= 54+80.79 Z=610.851			
	R= 12000.000	179.260		
			55+70.42	611.439
	PENTE= 0.66%	877.684		
			64+48.11	617.193
PAR7	S= 64+75.00 Z=617.369			
	R= 12000.000	53.787		
			65+01.89	617.666
D8	PENTE= 1.10%	1002.542		
			75+04.44	628.732

Profilé : Tabulations

Axe en plan: AXE EN PLAN
Project :une liaison autoroutière Tlemcen _ El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur proposé par la Seto.
Plage d'abscisse : Début 0+00.00 - Fin 75+04.44

Date: 19/08/2020 18:33:06

N°	PK	Z TN	Z PR	X	Y	Dev G	Dev D
SL-1	0+00.00	548.669	548.669	673298.4514	3876833.8174	2.5%	-2.5%
SL-2	0+25.00	548.820	549.039	673307.1285	3876810.3715	2.5%	-2.5%
SL-3	0+50.00	549.546	549.410	673315.8055	3876786.9256	2.5%	-2.5%
SL-4	0+75.00	550.151	549.781	673324.4826	3876763.4798	2.5%	-2.5%
SL-5	1+00.00	550.601	550.152	673333.1596	3876740.0339	2.5%	-2.5%
SL-6	1+25.00	550.745	550.523	673341.8366	3876716.5880	2.5%	-2.5%
SL-7	1+50.00	550.747	550.893	673350.5137	3876693.1421	2.5%	-2.5%
SL-8	1+75.00	550.849	551.264	673359.1907	3876669.6963	2.5%	-2.5%
SL-9	2+00.00	551.327	551.635	673367.8678	3876646.2504	2.5%	-2.5%
SL-10	2+25.00	551.835	552.006	673376.5448	3876622.8045	2.5%	-2.5%
SL-11	2+50.00	552.398	552.376	673385.2219	3876599.3587	2.5%	-2.5%
SL-12	2+75.00	552.994	552.747	673393.8989	3876575.9128	2.5%	-2.5%
SL-13	3+00.00	553.544	553.118	673402.5759	3876552.4669	2.5%	-2.5%
SL-14	3+25.00	554.114	553.489	673411.2530	3876529.0210	2.5%	-2.5%
SL-15	3+50.00	554.721	553.860	673419.9300	3876505.5752	2.5%	-2.5%
SL-16	3+75.00	555.291	554.230	673428.6071	3876482.1293	2.5%	-2.5%
SL-17	4+00.00	555.789	554.601	673437.2841	3876458.6834	2.5%	-2.5%
SL-18	4+25.00	556.285	554.972	673445.9611	3876435.2375	2.5%	-2.5%
SL-19	4+50.00	556.862	555.343	673454.6382	3876411.7917	2.5%	-2.5%
SL-20	4+75.00	557.123	555.714	673463.3152	3876388.3458	2.5%	-2.5%
SL-21	5+00.00	557.385	556.084	673471.9923	3876364.8999	2.5%	-2.5%
SL-22	5+25.00	557.879	556.455	673480.6693	3876341.4541	2.5%	-2.5%
SL-23	5+50.00	558.086	556.826	673489.3464	3876318.0082	2.5%	-2.5%
SL-24	5+75.00	558.334	557.197	673498.0234	3876294.5623	2.5%	-2.5%
SL-25	6+00.00	558.435	557.568	673506.7004	3876271.1164	2.5%	-2.5%
SL-26	6+25.00	558.435	557.938	673515.3775	3876247.6706	2.5%	-2.5%
SL-27	6+50.00	558.397	558.309	673524.0545	3876224.2247	2.5%	-2.5%
SL-28	6+75.00	558.321	558.680	673532.7316	3876200.7788	2.5%	-2.5%
SL-29	7+00.00	559.341	559.051	673541.4086	3876177.3329	2.5%	-2.5%
SL-30	7+25.00	560.597	559.422	673550.0856	3876153.8871	2.5%	-2.5%
SL-31	7+50.00	561.286	559.792	673558.7627	3876130.4412	2.5%	-2.5%
SL-32	7+75.00	562.153	560.163	673567.4397	3876106.9953	2.5%	-2.5%
SL-33	8+00.00	562.815	560.534	673576.1168	3876083.5495	2.5%	-2.5%
SL-34	8+25.00	563.168	560.905	673584.7938	3876060.1036	2.5%	-2.5%
SL-35	8+50.00	563.582	561.276	673593.4708	3876036.6577	2.5%	-2.5%
SL-36	8+75.00	563.992	561.651	673602.1479	3876013.2118	2.5%	-2.5%
SL-37	9+00.00	564.361	562.070	673610.8249	3875989.7660	2.5%	-2.5%
SL-38	9+25.00	564.863	562.541	673619.5020	3875966.3201	2.5%	-2.5%
SL-39	9+50.00	565.467	563.065	673628.1790	3875942.8742	2.5%	-2.5%
SL-40	9+75.00	565.667	563.640	673636.8561	3875919.4283	2.5%	-2.5%
SL-41	10+00.00	566.034	564.267	673645.5331	3875895.9825	2.5%	-2.5%
SL-42	10+25.00	566.573	564.944	673654.2101	3875872.5366	2.5%	-2.5%

SL-43	10+50.00	567.018	565.635	673662.8872	3875849.0907	2.5%	-2.5%
SL-44	10+75.00	567.494	566.325	673671.5642	3875825.6449	2.5%	-2.5%
SL-45	11+00.00	568.013	567.015	673680.2413	3875802.1990	2.5%	-2.5%
SL-46	11+25.00	568.834	567.705	673688.9183	3875778.7531	2.5%	-2.5%
SL-47	11+50.00	569.629	568.395	673697.5953	3875755.3072	2.5%	-2.5%
SL-48	11+75.00	570.241	569.085	673706.2724	3875731.8614	2.5%	-2.5%
SL-49	12+00.00	570.747	569.776	673715.0012	3875708.4348	2.5%	-2.5%
SL-50	12+25.00	571.438	570.466	673723.9982	3875685.1100	2.5%	-2.5%
SL-51	12+50.00	572.433	571.156	673733.2860	3875661.8995	2.5%	-2.5%
SL-52	12+75.00	573.509	571.846	673742.8632	3875638.8069	2.5%	-2.5%
SL-53	13+00.00	574.629	572.536	673752.7283	3875615.8358	2.5%	-2.5%
SL-54	13+25.00	575.999	573.226	673762.8798	3875592.9898	2.5%	-2.5%
SL-55	13+50.00	577.470	573.917	673773.3161	3875570.2725	2.5%	-2.5%
SL-56	13+75.00	579.334	574.607	673784.0355	3875547.6874	2.5%	-2.5%
SL-57	14+00.00	581.330	575.297	673795.0363	3875525.2380	2.5%	-2.5%
SL-58	14+25.00	582.910	575.987	673806.3170	3875502.9280	2.5%	-2.5%
SL-59	14+50.00	584.080	576.677	673817.8756	3875480.7606	2.5%	-2.5%
SL-60	14+75.00	584.778	577.367	673829.7104	3875458.7395	2.5%	-2.5%
SL-61	15+00.00	585.261	578.034	673841.8195	3875436.8680	2.5%	-2.5%
SL-62	15+25.00	585.761	578.639	673854.2010	3875415.1496	2.5%	-2.5%
SL-63	15+50.00	586.351	579.181	673866.8531	3875393.5877	2.5%	-2.5%
SL-64	15+75.00	586.442	579.660	673879.7737	3875372.1856	2.5%	-2.5%
SL-65	16+00.00	586.068	580.077	673892.9608	3875350.9467	2.5%	-2.5%
SL-66	16+25.00	585.740	580.432	673906.4124	3875329.8742	2.5%	-2.5%
SL-67	16+50.00	585.234	580.724	673920.1263	3875308.9716	2.5%	-2.5%
SL-68	16+75.00	584.766	580.954	673934.1004	3875288.2420	2.5%	-2.5%
SL-69	17+00.00	583.839	581.121	673948.3325	3875267.6887	2.5%	-2.5%
SL-70	17+25.00	583.049	581.226	673962.8204	3875247.3149	2.5%	-2.5%
SL-71	17+50.00	582.205	581.308	673977.5619	3875227.1238	2.5%	-2.5%
SL-72	17+75.00	581.323	581.389	673992.5546	3875207.1185	2.5%	-2.5%
SL-73	18+00.00	580.603	581.471	674007.7962	3875187.3022	2.5%	-2.5%
SL-74	18+25.00	580.181	581.552	674023.2842	3875167.6779	2.5%	-2.5%
SL-75	18+50.00	579.782	581.634	674038.9867	3875148.2246	2.5%	-2.5%
SL-76	18+75.00	579.416	581.715	674054.7202	3875128.7964	2.5%	-2.5%
SL-77	19+00.00	579.146	581.797	674070.4536	3875109.3681	2.5%	-2.5%
SL-78	19+25.00	578.377	581.879	674086.1871	3875089.9398	2.5%	-2.5%
SL-79	19+50.00	577.457	581.960	674101.9205	3875070.5115	2.5%	-2.5%
SL-80	19+75.00	576.751	582.042	674117.6540	3875051.0832	2.5%	-2.5%
SL-81	20+00.00	576.609	582.123	674133.3874	3875031.6549	2.5%	-2.5%
SL-82	20+25.00	576.883	582.205	674149.1209	3875012.2267	2.5%	-2.5%
SL-83	20+50.00	578.204	582.286	674164.8544	3874992.7984	2.5%	-2.5%
SL-84	20+75.00	579.385	582.368	674180.5878	3874973.3701	2.5%	-2.5%
SL-85	21+00.00	580.254	582.449	674196.3213	3874953.9418	2.5%	-2.5%
SL-86	21+25.00	580.087	582.531	674212.0547	3874934.5135	2.5%	-2.5%
SL-87	21+50.00	580.184	582.613	674227.7882	3874915.0852	2.5%	-2.5%
SL-88	21+75.00	579.875	582.694	674243.5217	3874895.6569	2.5%	-2.5%
SL-89	22+00.00	579.219	582.776	674259.2551	3874876.2287	2.5%	-2.5%
SL-90	22+25.00	578.812	582.857	674274.9886	3874856.8004	2.5%	-2.5%
SL-91	22+50.00	578.741	582.939	674290.7220	3874837.3721	2.5%	-2.5%
SL-92	22+75.00	579.537	583.020	674306.4555	3874817.9438	2.5%	-2.5%
SL-93	23+00.00	580.769	583.102	674322.1890	3874798.5155	2.5%	-2.5%
SL-94	23+25.00	580.813	583.183	674337.9224	3874779.0872	2.5%	-2.5%
SL-95	23+50.00	580.658	583.265	674353.6559	3874759.6589	2.5%	-2.5%

SL-96	23+75.00	580.646	583.347	674369.3893	3874740.2307	2.5%	-2.5%
SL-97	24+00.00	581.050	583.428	674385.1228	3874720.8024	2.5%	-2.5%
SL-98	24+25.00	581.309	583.510	674400.8060	3874701.3336	2.5%	-2.5%
SL-99	24+50.00	580.803	583.570	674416.3015	3874681.7151	2.5%	-2.5%
SL-100	24+75.00	580.760	583.568	674431.6001	3874661.9427	2.5%	-2.5%
SL-101	25+00.00	580.766	583.504	674446.7001	3874642.0183	2.5%	-2.5%
SL-102	25+25.00	581.193	583.378	674461.6002	3874621.9439	2.5%	-2.5%
SL-103	25+50.00	581.868	583.231	674476.2988	3874601.7214	2.5%	-2.5%
SL-104	25+75.00	582.281	583.083	674490.7944	3874581.3530	2.5%	-2.5%
SL-105	26+00.00	582.679	582.936	674505.0857	3874560.8407	2.5%	-2.5%
SL-106	26+25.00	582.516	582.788	674519.1710	3874540.1865	2.5%	-2.5%
SL-107	26+50.00	582.327	582.641	674533.0492	3874519.3925	2.5%	-2.5%
SL-108	26+75.00	582.523	582.494	674546.7187	3874498.4607	2.5%	-2.5%
SL-109	27+00.00	582.687	582.346	674560.1782	3874477.3933	2.5%	-2.5%
SL-110	27+25.00	582.866	582.199	674573.4264	3874456.1923	2.5%	-2.5%
SL-111	27+50.00	583.191	582.052	674586.4619	3874434.8599	2.5%	-2.5%
SL-112	27+75.00	580.179	581.904	674599.2834	3874413.3983	2.5%	-2.5%
SL-113	28+00.00	576.876	581.757	674611.8897	3874391.8095	2.5%	-2.5%
SL-114	28+25.00	575.953	581.609	674624.2795	3874370.0957	2.5%	-2.5%
SL-115	28+50.00	581.736	581.462	674636.4515	3874348.2591	2.5%	-2.5%
SL-116	28+75.00	586.960	581.315	674648.4045	3874326.3019	2.5%	-2.5%
SL-117	29+00.00	587.170	581.167	674660.1374	3874304.2262	2.5%	-2.5%
SL-118	29+25.00	586.800	581.020	674671.6490	3874282.0343	2.5%	-2.5%
SL-119	29+50.00	584.588	580.872	674682.9720	3874259.7456	2.5%	-2.5%
SL-120	29+75.00	581.792	580.725	674694.2726	3874237.4455	2.5%	-2.5%
SL-121	30+00.00	578.902	580.578	674705.5732	3874215.1453	2.5%	-2.5%
SL-122	30+25.00	576.120	580.430	674716.8738	3874192.8452	2.5%	-2.5%
SL-123	30+50.00	573.786	580.283	674728.1744	3874170.5450	2.5%	-2.5%
SL-124	30+75.00	571.910	580.135	674739.4750	3874148.2449	2.5%	-2.5%
SL-125	31+00.00	570.588	579.988	674750.7756	3874125.9448	2.5%	-2.5%
SL-126	31+25.00	569.297	579.841	674762.0763	3874103.6446	2.5%	-2.5%
SL-127	31+50.00	568.300	579.693	674773.3769	3874081.3445	2.5%	-2.5%
SL-128	31+75.00	567.302	579.546	674784.6775	3874059.0444	2.5%	-2.5%
SL-129	32+00.00	565.199	579.398	674795.9781	3874036.7442	2.5%	-2.5%
SL-130	32+25.00	562.775	579.257	674807.2787	3874014.4441	2.5%	-2.5%
SL-131	32+50.00	560.541	579.167	674818.5791	3873992.1438	2.5%	-2.5%
SL-132	32+75.00	559.357	579.140	674829.7418	3873969.7745	2.5%	-2.5%
SL-133	33+00.00	556.744	579.175	674840.6496	3873947.2798	2.5%	-2.5%
SL-134	33+25.00	555.777	579.273	674851.3011	3873924.6625	2.5%	-2.5%
SL-135	33+50.00	555.959	579.433	674861.6949	3873901.9257	2.5%	-2.5%
SL-136	33+75.00	556.968	579.656	674871.8297	3873879.0723	2.5%	-2.5%
SL-137	34+00.00	561.047	579.931	674881.7041	3873856.1051	2.5%	-2.5%
SL-138	34+25.00	566.222	580.212	674891.3169	3873833.0273	2.5%	-2.5%
SL-139	34+50.00	572.495	580.492	674900.6668	3873809.8417	2.5%	-2.5%
SL-140	34+75.00	576.694	580.773	674909.7526	3873786.5513	2.5%	-2.5%
SL-141	35+00.00	578.902	581.053	674918.5733	3873763.1592	2.5%	-2.5%
SL-142	35+25.00	580.362	581.334	674927.1275	3873739.6684	2.5%	-2.5%
SL-143	35+50.00	581.336	581.614	674935.4142	3873716.0819	2.5%	-2.5%
SL-144	35+75.00	581.588	581.895	674943.4324	3873692.4028	2.5%	-2.5%
SL-145	36+00.00	581.532	582.175	674951.1810	3873668.6340	2.5%	-2.5%
SL-146	36+25.00	581.419	582.456	674958.6590	3873644.7788	2.5%	-2.5%
SL-147	36+50.00	581.261	582.736	674965.8654	3873620.8401	2.5%	-2.5%
SL-148	36+75.00	581.126	583.017	674972.7994	3873596.8211	2.5%	-2.5%

SL-149	37+00.00	581.449	583.298	674979.4599	3873572.7248	2.5%	-2.5%
SL-150	37+25.00	581.591	583.578	674985.8462	3873548.5544	2.5%	-2.5%
SL-151	37+50.00	581.611	583.859	674991.9575	3873524.3130	2.5%	-2.5%
SL-152	37+75.00	581.635	584.139	674997.7929	3873500.0037	2.5%	-2.5%
SL-153	38+00.00	581.647	584.420	675003.3516	3873475.6297	2.5%	-2.5%
SL-154	38+25.00	581.720	584.700	675008.6331	3873451.1940	2.5%	-2.5%
SL-155	38+50.00	582.033	584.981	675013.6365	3873426.7000	2.5%	-2.5%
SL-156	38+75.00	582.483	585.261	675018.3613	3873402.1507	2.5%	-2.5%
SL-157	39+00.00	583.500	585.542	675022.8068	3873377.5492	2.5%	-2.5%
SL-158	39+25.00	584.622	585.822	675026.9724	3873352.8988	2.5%	-2.5%
SL-159	39+50.00	585.198	586.103	675030.8577	3873328.2027	2.5%	-2.5%
SL-160	39+75.00	585.597	586.384	675034.4621	3873303.4641	2.5%	-2.5%
SL-161	40+00.00	585.910	586.664	675037.7852	3873278.6860	2.5%	-2.5%
SL-162	40+25.00	586.111	586.945	675040.8264	3873253.8719	2.5%	-2.5%
SL-163	40+50.00	586.270	587.225	675043.5855	3873229.0247	2.5%	-2.5%
SL-164	40+75.00	586.468	587.506	675046.0621	3873204.1478	2.5%	-2.5%
SL-165	41+00.00	586.620	587.786	675048.2558	3873179.2444	2.5%	-2.5%
SL-166	41+25.00	586.798	588.067	675050.1664	3873154.3176	2.5%	-2.5%
SL-167	41+50.00	586.981	588.347	675051.7937	3873129.3708	2.5%	-2.5%
SL-168	41+75.00	587.162	588.628	675053.1373	3873104.4071	2.5%	-2.5%
SL-169	42+00.00	587.088	588.908	675054.1972	3873079.4297	2.5%	-2.5%
SL-170	42+25.00	587.574	589.189	675054.9732	3873054.4418	2.5%	-2.5%
SL-171	42+50.00	587.594	589.470	675055.4651	3873029.4468	2.5%	-2.5%
SL-172	42+75.00	587.628	589.750	675055.7274	3873004.4482	2.5%	-2.5%
SL-173	43+00.00	587.718	590.031	675055.9689	3872979.4494	2.5%	-2.5%
SL-174	43+25.00	588.270	590.311	675056.2104	3872954.4505	2.5%	-2.5%
SL-175	43+50.00	588.699	590.592	675056.4519	3872929.4517	2.5%	-2.5%
SL-176	43+75.00	589.068	590.872	675056.6934	3872904.4529	2.5%	-2.5%
SL-177	44+00.00	589.389	591.153	675056.9349	3872879.4540	2.5%	-2.5%
SL-178	44+25.00	589.495	591.433	675057.1765	3872854.4552	2.5%	-2.5%
SL-179	44+50.00	589.668	591.714	675057.4180	3872829.4564	2.5%	-2.5%
SL-180	44+75.00	589.998	591.994	675057.6595	3872804.4575	2.5%	-2.5%
SL-181	45+00.00	590.673	592.275	675057.9010	3872779.4587	2.5%	-2.5%
SL-182	45+25.00	592.000	592.556	675058.1425	3872754.4599	2.5%	-2.5%
SL-183	45+50.00	592.586	592.836	675058.3841	3872729.4610	2.5%	-2.5%
SL-184	45+75.00	592.405	593.117	675058.6256	3872704.4622	2.5%	-2.5%
SL-185	46+00.00	592.911	593.397	675058.8671	3872679.4634	2.5%	-2.5%
SL-186	46+25.00	593.213	593.678	675059.1086	3872654.4645	2.5%	-2.5%
SL-187	46+50.00	593.661	593.958	675059.3501	3872629.4657	2.5%	-2.5%
SL-188	46+75.00	594.701	594.239	675059.5916	3872604.4669	2.5%	-2.5%
SL-189	47+00.00	594.525	594.532	675059.8332	3872579.4680	2.5%	-2.5%
SL-190	47+25.00	594.498	594.876	675060.0747	3872554.4692	2.5%	-2.5%
SL-191	47+50.00	594.657	595.272	675060.3162	3872529.4704	2.5%	-2.5%
SL-192	47+75.00	594.450	595.719	675060.5577	3872504.4715	2.5%	-2.5%
SL-193	48+00.00	594.421	596.219	675060.7992	3872479.4727	2.5%	-2.5%
SL-194	48+25.00	594.929	596.755	675061.0407	3872454.4739	2.5%	-2.5%
SL-195	48+50.00	595.109	597.293	675061.2823	3872429.4750	2.5%	-2.5%
SL-196	48+75.00	596.162	597.830	675061.5238	3872404.4762	2.5%	-2.5%
SL-197	49+00.00	596.896	598.367	675061.7653	3872379.4774	2.5%	-2.5%
SL-198	49+25.00	597.614	598.905	675062.0068	3872354.4785	2.5%	-2.5%
SL-199	49+50.00	598.141	599.442	675062.2483	3872329.4797	2.5%	-2.5%
SL-200	49+75.00	598.685	599.979	675062.4899	3872304.4809	2.5%	-2.5%
SL-201	50+00.00	599.377	600.517	675062.7314	3872279.4820	2.5%	-2.5%

SL-202	50+25.00	600.371	601.054	675062.9729	3872254.4832	2.5%	-2.5%
SL-203	50+50.00	601.155	601.591	675063.2144	3872229.4844	2.5%	-2.5%
SL-204	50+75.00	601.939	602.129	675063.4559	3872204.4855	2.5%	-2.5%
SL-205	51+00.00	602.865	602.666	675063.6974	3872179.4867	2.5%	-2.5%
SL-206	51+25.00	603.965	603.204	675063.9390	3872154.4879	2.5%	-2.5%
SL-207	51+50.00	604.528	603.741	675064.1805	3872129.4890	2.5%	-2.5%
SL-208	51+75.00	605.042	604.278	675064.4220	3872104.4902	2.5%	-2.5%
SL-209	52+00.00	605.653	604.816	675064.6635	3872079.4914	2.5%	-2.5%
SL-210	52+25.00	606.278	605.353	675064.9050	3872054.4925	2.5%	-2.5%
SL-211	52+50.00	607.093	605.890	675065.1466	3872029.4937	2.5%	-2.5%
SL-212	52+75.00	607.662	606.428	675065.3881	3872004.4949	2.5%	-2.5%
SL-213	53+00.00	608.137	606.965	675065.6899	3871979.4968	2.5%	-2.5%
SL-214	53+25.00	609.129	607.502	675066.2071	3871954.5022	2.5%	-2.5%
SL-215	53+50.00	609.787	608.040	675066.9474	3871929.5132	2.5%	-2.5%
SL-216	53+75.00	610.619	608.577	675067.9108	3871904.5319	2.5%	-2.5%
SL-217	54+00.00	611.606	609.111	675069.0972	3871879.5601	2.5%	-2.5%
SL-218	54+25.00	612.269	609.604	675070.5066	3871854.6000	2.5%	-2.5%
SL-219	54+50.00	612.750	610.045	675072.1387	3871829.6534	2.5%	-2.5%
SL-220	54+75.00	613.311	610.434	675073.9935	3871804.7224	2.5%	-2.5%
SL-221	55+00.00	613.515	610.770	675076.0708	3871779.8089	2.5%	-2.5%
SL-222	55+25.00	613.547	611.055	675078.3705	3871754.9150	2.5%	-2.5%
SL-223	55+50.00	613.212	611.287	675080.8923	3871730.0426	2.5%	-2.5%
SL-224	55+75.00	612.698	611.469	675083.6361	3871705.1937	2.5%	-2.5%
SL-225	56+00.00	611.843	611.633	675086.6017	3871680.3703	2.5%	-2.5%
SL-226	56+25.00	611.277	611.797	675089.7888	3871655.5744	2.5%	-2.5%
SL-227	56+50.00	610.977	611.960	675093.1971	3871630.8079	2.5%	-2.5%
SL-228	56+75.00	610.988	612.124	675096.8265	3871606.0728	2.5%	-2.5%
SL-229	57+00.00	610.955	612.288	675100.6765	3871581.3711	2.5%	-2.5%
SL-230	57+25.00	610.887	612.452	675104.7469	3871556.7048	2.5%	-2.5%
SL-231	57+50.00	611.207	612.616	675109.0374	3871532.0758	2.5%	-2.5%
SL-232	57+75.00	611.237	612.780	675113.5477	3871507.4861	2.5%	-2.5%
SL-233	58+00.00	611.152	612.944	675118.2773	3871482.9377	2.5%	-2.5%
SL-234	58+25.00	611.210	613.108	675123.2259	3871458.4324	2.5%	-2.5%
SL-235	58+50.00	612.314	613.272	675128.3931	3871433.9723	2.5%	-2.5%
SL-236	58+75.00	612.920	613.436	675133.7784	3871409.5593	2.5%	-2.5%
SL-237	59+00.00	613.199	613.599	675139.3816	3871385.1954	2.5%	-2.5%
SL-238	59+25.00	613.574	613.763	675145.2020	3871360.8825	2.5%	-2.5%
SL-239	59+50.00	613.899	613.927	675151.2393	3871336.6225	2.5%	-2.5%
SL-240	59+75.00	614.197	614.091	675157.4929	3871312.4174	2.5%	-2.5%
SL-241	60+00.00	614.516	614.255	675163.9624	3871288.2691	2.5%	-2.5%
SL-242	60+25.00	614.639	614.419	675170.6453	3871264.1789	2.5%	-2.5%
SL-243	60+50.00	614.312	614.583	675177.4088	3871240.1112	2.5%	-2.5%
SL-244	60+75.00	614.154	614.747	675184.1723	3871216.0435	2.5%	-2.5%
SL-245	61+00.00	613.970	614.911	675190.9358	3871191.9758	2.5%	-2.5%
SL-246	61+25.00	613.741	615.075	675197.6993	3871167.9080	2.5%	-2.5%
SL-247	61+50.00	613.641	615.238	675204.4628	3871143.8403	2.5%	-2.5%
SL-248	61+75.00	614.400	615.402	675211.2263	3871119.7726	2.5%	-2.5%
SL-249	62+00.00	615.161	615.566	675217.9897	3871095.7049	2.5%	-2.5%
SL-250	62+25.00	616.351	615.730	675224.7532	3871071.6371	2.5%	-2.5%
SL-251	62+50.00	616.077	615.894	675231.5167	3871047.5694	2.5%	-2.5%
SL-252	62+75.00	616.123	616.058	675238.2802	3871023.5017	2.5%	-2.5%
SL-253	63+00.00	616.247	616.222	675245.0437	3870999.4340	2.5%	-2.5%
SL-254	63+25.00	616.518	616.386	675251.8072	3870975.3663	2.5%	-2.5%

SL-255	63+50.00	616.947	616.550	675258.5707	3870951.2985	2.5%	-2.5%
SL-256	63+75.00	617.043	616.714	675265.3341	3870927.2308	2.5%	-2.5%
SL-257	64+00.00	616.990	616.878	675272.0976	3870903.1631	2.5%	-2.5%
SL-258	64+25.00	617.215	617.041	675278.8611	3870879.0954	2.5%	-2.5%
SL-259	64+50.00	617.722	617.205	675285.6246	3870855.0276	2.5%	-2.5%
SL-260	64+75.00	618.358	617.399	675292.3881	3870830.9599	2.5%	-2.5%
SL-261	65+00.00	619.197	617.645	675299.1516	3870806.8922	2.5%	-2.5%
SL-262	65+25.00	619.800	617.921	675305.9151	3870782.8245	2.5%	-2.5%
SL-263	65+50.00	619.845	618.197	675312.6786	3870758.7568	2.5%	-2.5%
SL-264	65+75.00	620.022	618.473	675319.4420	3870734.6890	2.5%	-2.5%
SL-265	66+00.00	619.570	618.749	675326.2055	3870710.6213	2.5%	-2.5%
SL-266	66+25.00	618.673	619.025	675332.9690	3870686.5536	2.5%	-2.5%
SL-267	66+50.00	617.913	619.301	675339.7325	3870662.4859	2.5%	-2.5%
SL-268	66+75.00	616.956	619.577	675346.4960	3870638.4181	2.5%	-2.5%
SL-269	67+00.00	617.281	619.853	675353.2595	3870614.3504	2.5%	-2.5%
SL-270	67+25.00	617.928	620.129	675360.0230	3870590.2827	2.5%	-2.5%
SL-271	67+50.00	618.211	620.405	675366.7864	3870566.2150	2.5%	-2.5%
SL-272	67+75.00	618.377	620.681	675373.5499	3870542.1473	2.5%	-2.5%
SL-273	68+00.00	619.099	620.957	675380.3134	3870518.0795	2.5%	-2.5%
SL-274	68+25.00	619.772	621.233	675387.0769	3870494.0118	2.5%	-2.5%
SL-275	68+50.00	620.467	621.509	675393.8404	3870469.9441	2.5%	-2.5%
SL-276	68+75.00	620.860	621.785	675400.6039	3870445.8764	2.5%	-2.5%
SL-277	69+00.00	621.063	622.061	675407.3674	3870421.8086	2.5%	-2.5%
SL-278	69+25.00	620.852	622.336	675414.1308	3870397.7409	2.5%	-2.5%
SL-279	69+50.00	620.857	622.612	675420.8943	3870373.6732	2.5%	-2.5%
SL-280	69+75.00	621.051	622.888	675427.6578	3870349.6055	2.5%	-2.5%
SL-281	70+00.00	621.496	623.164	675434.4213	3870325.5378	2.5%	-2.5%
SL-282	70+25.00	622.046	623.440	675441.1848	3870301.4700	2.5%	-2.5%
SL-283	70+50.00	622.473	623.716	675447.9483	3870277.4023	2.5%	-2.5%
SL-284	70+75.00	622.683	623.992	675454.7118	3870253.3346	2.5%	-2.5%
SL-285	71+00.00	622.987	624.268	675461.4752	3870229.2669	2.5%	-2.5%
SL-286	71+25.00	623.542	624.544	675468.2387	3870205.1991	2.5%	-2.5%
SL-287	71+50.00	623.933	624.820	675475.0022	3870181.1314	2.5%	-2.5%
SL-288	71+75.00	624.137	625.096	675481.7657	3870157.0637	2.5%	-2.5%
SL-289	72+00.00	624.304	625.372	675488.5292	3870132.9960	2.5%	-2.5%
SL-290	72+25.00	624.509	625.648	675495.2927	3870108.9282	2.5%	-2.5%
SL-291	72+50.00	624.783	625.924	675502.0562	3870084.8605	2.5%	-2.5%
SL-292	72+75.00	625.029	626.200	675508.8196	3870060.7928	2.5%	-2.5%
SL-293	73+00.00	625.077	626.476	675515.5831	3870036.7251	2.5%	-2.5%
SL-294	73+25.00	625.658	626.752	675522.3466	3870012.6574	2.5%	-2.5%
SL-295	73+50.00	625.832	627.028	675529.1101	3869988.5896	2.5%	-2.5%
SL-296	73+75.00	625.898	627.304	675535.8736	3869964.5219	2.5%	-2.5%
SL-297	74+00.00	626.121	627.580	675542.6371	3869940.4542	2.5%	-2.5%
SL-298	74+25.00	626.475	627.856	675549.4006	3869916.3865	2.5%	-2.5%
SL-299	74+50.00	626.763	628.132	675556.1640	3869892.3187	2.5%	-2.5%
SL-300	74+75.00	627.554	628.408	675562.9275	3869868.2510	2.5%	-2.5%
SL-301	75+00.00	628.633	628.684	675569.6910	3869844.1833	2.5%	-2.5%
SL-302	75+04.44	628.732	628.732	675570.8909	3869839.9134	2.5%	-2.5%

ANNEXE 02 :

VOLUMES DES TERRASSEMENTS

Cubatures Déblai Remblai

Project :une liaison autoroutière Tlemcen _ El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur proposé par SETO.
Plage d'abscisse : Début: 0+00.00, Fin: 75+04.44
LONGUEUR DE L'AXE : 7504.440m .

Station	DEBLAI	REMBLAI
0+00.000	0	0
0+25.000	339,38	33,14
0+50.000	682,6	58,9
0+75.000	1257,97	58,9
1+00.000	1957,2	58,9
1+25.000	2574,37	58,9
1+50.000	2948,3	78,76
1+75.000	3119,78	162,44
2+00.000	3235,41	256,06
2+25.000	3379,4	285,86
2+50.000	3643,57	285,86
2+75.000	4100,5	285,86
3+00.000	4742,51	285,86
3+25.000	5565,2	285,86
3+50.000	6586,9	285,86
3+75.000	7804,55	285,86
4+00.000	9179,03	285,86
4+25.000	10687,24	285,86
4+50.000	12354,93	285,86
4+75.000	14073,51	285,86
5+00.000	15672,22	285,86
5+25.000	17227,94	285,86
5+50.000	18757,35	285,86
5+75.000	20188,39	285,86
6+00.000	21471,35	285,86
6+25.000	22471,25	285,86
6+50.000	23119,15	297,69
6+75.000	23523,38	325,86
7+00.000	24108,15	342,19
7+25.000	25279,16	342,19
7+50.000	27111,76	342,19
7+75.000	29502	342,19
8+00.000	32247,55	342,19
8+25.000	35063,61	342,19
8+50.000	37796,06	342,19
8+75.000	40508,83	342,19

9+00.000	43206,2	342,19
9+25.000	45888,64	342,19
9+50.000	48601,54	342,19
9+75.000	51124,37	342,19
10+00.000	53322,44	342,19
10+25.000	55329,38	342,19
10+50.000	57171,89	342,19
10+75.000	58840,68	342,19
11+00.000	60424,75	342,19
11+25.000	62012,02	342,19
11+50.000	63680,41	342,19
11+75.000	65292,06	342,19
12+00.000	66658,43	342,19
12+25.000	67912,17	342,19
12+50.000	69328,39	342,19
12+75.000	71100,69	342,19
13+00.000	73295,11	342,19
13+25.000	76095,17	342,19
13+50.000	79703,77	342,19
13+75.000	84390,57	342,19
14+00.000	90586,61	342,19
14+25.000	98251,03	342,19
14+50.000	106857,35	342,19
14+75.000	115839,87	342,19
15+00.000	124741,47	342,19
15+25.000	129130,09	342,19
15+50.000	133430,08	342,19
15+75.000	141746,06	342,19
16+00.000	149216,74	342,19
16+25.000	155665,08	342,19
16+50.000	161198,93	342,19
16+75.000	165849,33	342,19
17+00.000	169519,43	342,19
17+25.000	172121,35	342,19
17+50.000	173749,9	342,19
17+75.000	174486,58	342,19
18+00.000	174636,73	513,76
18+25.000	174636,73	1097,91
18+50.000	174636,73	2152,1
18+75.000	174636,73	3627,57
19+00.000	174636,73	5479,42
19+25.000	174636,73	7878,9
19+50.000	174636,73	11127,15
19+75.000	174636,73	15314,98
20+00.000	174636,73	20082,55

20+25.000	174636,73	24849,27
20+50.000	174636,73	28801,68
20+75.000	174636,73	31539,54
21+00.000	174636,73	33387,35
21+25.000	174636,73	34974,67
21+50.000	174636,73	36693,43
21+75.000	174636,73	38651,02
22+00.000	174636,73	41166,09
22+25.000	174636,73	44203,18
22+50.000	174636,73	47484,35
22+75.000	174636,73	50555,58
23+00.000	174636,73	52862,45
23+25.000	174636,73	54626,02
23+50.000	174636,73	56432,56
23+75.000	174636,73	58371,82
24+00.000	174636,73	60202,95
24+25.000	174636,73	61823,72
24+50.000	174636,73	63620,21
24+75.000	174636,73	65675,51
25+00.000	174636,73	67717,78
25+25.000	174636,73	69481,92
25+50.000	174636,73	70633,71
25+75.000	174636,73	71203,03
26+00.000	174700,14	71377,55
26+25.000	174820,1	71381,67
26+50.000	174920,23	71393,9
26+75.000	175146,9	71403,18
27+00.000	175673,87	71403,18
27+25.000	176503,65	71403,18
27+50.000	177662,16	71403,18
27+75.000	178334,76	71403,18
28+00.000	178334,76	71403,18
28+25.000	178334,76	71403,5
28+50.000	178334,76	71403,82
28+75.000	178334,76	71403,82
29+00.000	178347,26	71403,82
29+25.000	181683,76	71403,82
29+50.000	187111,74	71403,82
29+75.000	189896,11	71403,82
30+00.000	190576,49	71403,82
30+25.000	190576,49	71403,82
30+50.000	190576,49	71403,82
30+75.000	190576,49	71403,82
31+00.000	190576,49	71403,82
31+25.000	190576,49	71403,82

31+50.000	190576,49	71403,82
31+75.000	190576,49	71403,82
32+00.000	190576,49	71403,82
32+25.000	190576,49	71403,82
32+50.000	190576,49	71403,82
32+75.000	190576,49	71403,82
33+00.000	190576,49	71403,82
33+25.000	190576,49	71403,82
33+50.000	190576,49	71403,82
33+75.000	190576,49	71403,82
34+00.000	190576,49	71403,82
34+25.000	190576,49	71403,82
34+50.000	190576,49	71403,82
34+75.000	190576,49	71403,82
35+00.000	190576,49	71403,82
35+25.000	190576,49	71403,82
35+50.000	190635,08	71403,82
35+75.000	190746,73	71403,82
36+00.000	190810,76	71548,25
36+25.000	190821,74	71936,55
36+50.000	190821,74	72661,61
36+75.000	190821,74	73728,18
37+00.000	190821,74	74949,99
37+25.000	190821,74	76226,58
37+50.000	190821,74	77681,07
37+75.000	190821,74	79371,68
38+00.000	190821,74	81305,25
38+25.000	190821,74	83459,92
38+50.000	190821,74	85685,82
38+75.000	190821,74	87808,09
39+00.000	190821,74	89518,54
39+25.000	190821,74	90544,72
39+50.000	190821,74	91115,09
39+75.000	190821,74	91537,95
40+00.000	190821,74	91891,77
40+25.000	190821,74	92254,66
40+50.000	190821,74	92695,52
40+75.000	190821,74	93218,05
41+00.000	190821,74	93824,23
41+25.000	190821,74	94515,47
41+50.000	190821,74	95289,3
41+75.000	190821,74	96145
42+00.000	190821,74	97156,44
42+25.000	190821,74	98252,6
42+50.000	190821,74	99409,43
42+75.000	190821,74	100765
43+00.000	190821,74	102290,9

43+25.000	190821,74	103781,3
43+50.000	190821,74	105110,2
43+75.000	190821,74	106340,4
44+00.000	190821,74	107520,1
44+25.000	190821,74	108751,5
44+50.000	190821,74	110096,7
44+75.000	190821,74	111464,9
45+00.000	190821,74	112658,9
45+25.000	190821,74	113311,1
45+50.000	190881,28	113475,8
45+75.000	190951,79	113639,5
46+00.000	190988,07	113836
46+25.000	191040,92	113960,4
46+50.000	191125,9	114023,7
46+75.000	191490,94	114030,1
47+00.000	191947,61	114030,1
47+25.000	192123,23	114068,8
47+50.000	192149,77	114248,6
47+75.000	192149,77	114767,9
48+00.000	192149,77	115731,5
48+25.000	192149,77	116919,2
48+50.000	192149,77	118286,4
48+75.000	192149,77	119601,4
49+00.000	192149,77	120596,2
49+25.000	192149,77	121378,5
49+50.000	192149,77	122042,1
49+75.000	192149,77	122698,3
50+00.000	192149,77	123300
50+25.000	192149,77	123711,4
50+50.000	192171,32	123905,8
50+75.000	192271,3	123966,7
51+00.000	192549,25	123973,3
51+25.000	193152,22	123973,3
51+50.000	193990,05	123973,3
51+75.000	194881,41	123973,3
52+00.000	195864,6	123973,3
52+25.000	196992,13	123973,3
52+50.000	198313,49	123973,3
52+75.000	199781,06	123973,3
53+00.000	201320,85	123973,3
53+25.000	203092,56	123973,3
53+50.000	205114,12	123973,3
53+75.000	207345,52	123973,3
54+00.000	209917,63	123973,3
54+25.000	212786,73	123973,3
54+50.000	215788,14	123973,3
54+75.000	218895,56	123973,3

55+00.000	221979,43	123973,3
55+25.000	224827,75	123973,3
55+50.000	227240,19	123973,3
55+75.000	229030,74	123973,3
56+00.000	230032,19	123973,3
56+25.000	230310,14	124044
56+50.000	230321,53	124359,2
56+75.000	230321,53	124915,8
57+00.000	230321,53	125620,2
57+25.000	230321,53	126481,8
57+50.000	230321,53	127385,5
57+75.000	230321,53	128313,2
58+00.000	230321,53	129417,5
58+25.000	230321,53	130657,4
58+50.000	230321,53	131532
58+75.000	230344,68	131855,8
59+00.000	230408,44	131976,2
59+25.000	230546,98	132026
59+50.000	230805,93	132033,4
59+75.000	231187,86	132033,4
60+00.000	231702,88	132033,4
60+25.000	232265,04	132033,4
60+50.000	232627,52	132072,1
60+75.000	232769,65	132237,6
61+00.000	232830,5	132605,7
61+25.000	232843,66	133244,5
61+50.000	232843,66	134154,5
61+75.000	232843,66	134926,1
62+00.000	232870,81	135217,8
62+25.000	233336,4	135250,4
62+50.000	234047	135250,4
62+75.000	234525,92	135250,4
63+00.000	234927,07	135250,4
63+25.000	235379,45	135250,4
63+50.000	236032,15	135250,4
63+75.000	236740,9	135250,4
64+00.000	237283,42	135250,4
64+25.000	237762,16	135250,4
64+50.000	238419,17	135250,4
64+75.000	239475,55	135250,4
65+00.000	241039,39	135250,4
65+25.000	242969,21	135250,4
65+50.000	244933,08	135250,4
65+75.000	246771,15	135250,4
66+00.000	248172,46	135250,4
66+25.000	248727,33	135287,4
66+50.000	248770,69	135760,4

66+75.000	248770,69	137160
67+00.000	248770,69	139067,3
67+25.000	248770,69	140789,9
67+50.000	248770,69	142383
67+75.000	248770,69	144018,2
68+00.000	248770,69	145453,7
68+25.000	248770,69	146513,8
68+50.000	248770,69	147232,5
68+75.000	248770,69	147747,7
69+00.000	248770,69	148248,5
69+25.000	248770,69	148952,4
69+50.000	248770,69	149966,8
69+75.000	248770,69	151120,6
70+00.000	248770,69	152241,1
70+25.000	248770,69	153196,4
70+50.000	248770,69	153971
70+75.000	248770,69	154696,6
71+00.000	248770,69	155416,4
71+25.000	248770,69	156025,3
71+50.000	248770,69	156498
71+75.000	248770,69	156953,4
72+00.000	248770,69	157480,4
72+25.000	248770,69	158073,8
72+50.000	248770,69	158697,2
72+75.000	248770,69	159343,6
73+00.000	248770,69	160098,7
73+25.000	248770,69	160824,2
73+50.000	248770,69	161465,5
73+75.000	248770,69	162231,9
74+00.000	248770,69	163113,5
74+25.000	248770,69	164002,5
74+50.000	248770,69	164857,8
74+75.000	248779,55	165502,5
75+00.000	248914,7	165726,1

ANNEXE 03 :

VOLUMES DES MATÉRIAUX DE LA CHAUSSÉE

Volume Report

Alignment: AXE EN PLAN

Project :une liaison autoroutière Tlemcen _ El Aricha _ l'autoroute Est-Ouest avec conception d'un échangeur proposé par SETO .

Sample Line Group: SLG-1

Start Sta: 0+00.00

End Sta: 75+04.44

Date: 22/08/2020 22:09:40

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	Tuf	Tuf volume Cumulé	GB volume	GB volume Cumulé	BB volume	BB volume Cumulé
1	0+00.00	0	0	0	0	0	0
2	0+25.00	16,5	16,5	134,5	134,5	42	42
3	0+50.00	16,5	33	134,5	269	42	84
4	0+75.00	16,5	49,5	134,5	403,5	42	126
5	1+00.00	16,5	66	134,5	538	42	168
6	1+25.00	16,5	82,5	134,5	672,5	42	210
7	1+50.00	16,5	99	134,5	807	42	252
8	1+75.00	16,5	115,5	134,5	941,5	42	294
9	2+00.00	16,5	132	134,5	1076	42	336
10	2+25.00	16,5	148,5	134,5	1210,5	42	378
11	2+50.00	16,5	165	134,5	1345	42	420
12	2+75.00	16,5	181,5	134,5	1479,5	42	462
13	3+00.00	16,5	198	134,5	1614	42	504
14	3+25.00	16,5	214,5	134,5	1748,5	42	546
15	3+50.00	16,5	231	134,5	1883	42	588
16	3+75.00	16,5	247,5	134,5	2017,5	42	630
17	4+00.00	16,5	264	134,5	2152	42	672
18	4+25.00	16,5	280,5	134,5	2286,5	42	714
19	4+50.00	16,5	297	134,5	2421	42	756
20	4+75.00	16,5	313,5	134,5	2555,5	42	798
21	5+00.00	16,5	330	134,5	2690	42	840
22	5+25.00	16,5	346,5	134,5	2824,5	42	882
23	5+50.00	16,5	363	134,5	2959	42	924
24	5+75.00	16,5	379,5	134,5	3093,5	42	966
25	6+00.00	16,5	396	134,5	3228	42	1008
26	6+25.00	16,5	412,5	134,5	3362,5	42	1050
27	6+50.00	16,5	429	134,5	3497	42	1092
28	6+75.00	16,5	445,5	134,5	3631,5	42	1134

29	7+00.00	16,5	462	134,5	3766	42	1176
30	7+25.00	16,5	478,5	134,5	3900,5	42	1218
31	7+50.00	16,5	495	134,5	4035	42	1260
32	7+75.00	16,5	511,5	134,5	4169,5	42	1302
33	8+00.00	16,5	528	134,5	4304	42	1344
34	8+25.00	16,5	544,5	134,5	4438,5	42	1386
35	8+50.00	16,5	561	134,5	4573	42	1428
36	8+75.00	16,5	577,5	134,5	4707,5	42	1470
37	9+00.00	16,5	594	134,5	4842	42	1512
38	9+25.00	16,5	610,5	134,5	4976,5	42	1554
39	9+50.00	16,5	627	134,5	5111	42	1596
40	9+75.00	16,5	643,5	134,5	5245,5	42	1638
41	10+00.00	16,5	660	134,5	5380	42	1680
42	10+25.00	16,5	676,5	134,5	5514,5	42	1722
43	10+50.00	16,5	693	134,5	5649	42	1764
44	10+75.00	16,5	709,5	134,5	5783,5	42	1806
45	11+00.00	16,5	726	134,5	5918	42	1848
46	11+25.00	16,5	742,5	134,5	6052,5	42	1890
47	11+50.00	16,5	759	134,5	6187	42	1932
48	11+75.00	16,5	775,5	134,5	6321,5	42	1974
49	12+00.00	16,5	792	134,5	6456	42	2016
50	12+25.00	16,5	808,5	134,5	6590,5	42	2058
51	12+50.00	16,5	825	134,5	6725	42	2100
52	12+75.00	16,5	841,5	134,5	6859,5	42	2142
53	13+00.00	16,5	858	134,5	6994	42	2184
54	13+25.00	16,5	874,5	134,5	7128,5	42	2226
55	13+50.00	16,5	891	134,5	7263	42	2268
56	13+75.00	16,5	907,5	134,5	7397,5	42	2310
57	14+00.00	16,5	924	134,5	7532	42	2352
58	14+25.00	16,5	940,5	134,5	7666,5	42	2394
59	14+50.00	16,5	957	134,5	7801	42	2436
60	14+75.00	16,5	973,5	134,5	7935,5	42	2478
61	15+00.00	16,5	990	134,5	8070	42	2520
62	15+25.00	16,5	1006,5	134,5	8204,5	42	2562
63	15+50.00	16,5	1023	134,5	8339	42	2604
64	15+75.00	16,5	1039,5	134,5	8473,5	42	2646
65	16+00.00	16,5	1056	134,5	8608	42	2688
66	16+25.00	16,5	1072,5	134,5	8742,5	42	2730
67	16+50.00	16,5	1089	134,5	8877	42	2772
68	16+75.00	16,5	1105,5	134,5	9011,5	42	2814
69	17+00.00	16,5	1122	134,5	9146	42	2856
70	17+25.00	16,5	1138,5	134,5	9280,5	42	2898
71	17+50.00	16,5	1155	134,5	9415	42	2940

72	17+75.00	16,5	1171,5	134,5	9549,5	42	2982
73	18+00.00	16,5	1188	134,5	9684	42	3024
74	18+25.00	16,5	1204,5	134,5	9818,5	42	3066
75	18+50.00	16,5	1221	134,5	9953	42	3108
76	18+75.00	16,5	1237,5	134,5	10087,5	42	3150
77	19+00.00	16,5	1254	134,5	10222	42	3192
78	19+25.00	16,5	1270,5	134,5	10356,5	42	3234
79	19+50.00	16,5	1287	134,5	10491	42	3276
80	19+75.00	16,5	1303,5	134,5	10625,5	42	3318
81	20+00.00	16,5	1320	134,5	10760	42	3360
82	20+25.00	16,5	1336,5	134,5	10894,5	42	3402
83	20+50.00	16,5	1353	134,5	11029	42	3444
84	20+75.00	16,5	1369,5	134,5	11163,5	42	3486
85	21+00.00	16,5	1386	134,5	11298	42	3528
86	21+25.00	16,5	1402,5	134,5	11432,5	42	3570
87	21+50.00	16,5	1419	134,5	11567	42	3612
88	21+75.00	16,5	1435,5	134,5	11701,5	42	3654
89	22+00.00	16,5	1452	134,5	11836	42	3696
90	22+25.00	16,5	1468,5	134,5	11970,5	42	3738
91	22+50.00	16,5	1485	134,5	12105	42	3780
92	22+75.00	16,5	1501,5	134,5	12239,5	42	3822
93	23+00.00	16,5	1518	134,5	12374	42	3864
94	23+25.00	16,5	1534,5	134,5	12508,5	42	3906
95	23+50.00	16,5	1551	134,5	12643	42	3948
96	23+75.00	16,5	1567,5	134,5	12777,5	42	3990
97	24+00.00	16,5	1584	134,5	12912	42	4032
98	24+25.00	16,5	1600,5	134,5	13046,5	42	4074
99	24+50.00	16,5	1617	134,5	13181	42	4116
100	24+75.00	16,5	1633,5	134,5	13315,5	42	4158
101	25+00.00	16,5	1650	134,5	13450	42	4200
102	25+25.00	16,5	1666,5	134,5	13584,5	42	4242
103	25+50.00	16,5	1683	134,5	13719	42	4284
104	25+75.00	16,5	1699,5	134,5	13853,5	42	4326
105	26+00.00	16,5	1716	134,5	13988	42	4368
106	26+25.00	16,5	1732,5	134,5	14122,5	42	4410
107	26+50.00	16,5	1749	134,5	14257	42	4452
108	26+75.00	16,5	1765,5	134,5	14391,5	42	4494
109	27+00.00	16,5	1782	134,5	14526	42	4536
110	27+25.00	16,5	1798,5	134,5	14660,5	42	4578
111	27+50.00	16,5	1815	134,5	14795	42	4620
112	27+75.00	8,25	1823,25	66,75	14861,75	42	4662
113	28+00.00	0	1823,25	0	14861,75	42	4704
114	28+25.00	0	1823,25	0	14861,75	42	4746

115	28+50.00	0	1823,25	0	14861,75	42	4788
116	28+75.00	0	1823,25	0	14861,75	42	4830
117	29+00.00	8,25	1831,5	66,75	14928,5	42	4872
118	29+25.00	16,5	1848	134,5	15063	42	4914
119	29+50.00	8,25	1856,25	66,75	15129,75	42	4956
120	29+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	4998
121	30+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5040
122	30+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5082
123	30+50.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5124
124	30+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5166
125	31+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5208
126	31+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5250
127	31+50.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5292
128	31+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5334
129	32+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5376
130	32+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5418
131	32+50.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5460
132	32+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5502
133	33+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5544
134	33+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5586
135	33+50.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5628
136	33+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5670
137	34+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5712
138	34+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5754
139	34+50.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5796
140	34+75.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5838
141	35+00.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5880
142	35+25.00	0	1856,25	0	15129,75	42	5922
143	35+50.00	8,25	1864,5	66,75	15196,5	42	5964
144	35+75.00	16,5	1881	134,5	15331	42	6006
145	36+00.00	16,5	1897,5	134,5	15465,5	42	6048
146	36+25.00	16,5	1914	134,5	15600	42	6090
147	36+50.00	16,5	1930,5	134,5	15734,5	42	6132
148	36+75.00	16,5	1947	134,5	15869	42	6174
149	37+00.00	16,5	1963,5	134,5	16003,5	42	6216
150	37+25.00	16,5	1980	134,5	16138	42	6258
151	37+50.00	16,5	1996,5	134,5	16272,5	42	6300
152	37+75.00	16,5	2013	134,5	16407	42	6342
153	38+00.00	16,5	2029,5	134,5	16541,5	42	6384
154	38+25.00	16,5	2046	134,5	16676	42	6426
155	38+50.00	16,5	2062,5	134,5	16810,5	42	6468
156	38+75.00	16,5	2079	134,5	16945	42	6510
157	39+00.00	16,5	2095,5	134,5	17079,5	42	6552

158	39+25.00	16,5	2112	134,5	17214	42	6594
159	39+50.00	16,5	2128,5	134,5	17348,5	42	6636
160	39+75.00	16,5	2145	134,5	17483	42	6678
161	40+00.00	16,5	2161,5	134,5	17617,5	42	6720
162	40+25.00	16,5	2178	134,5	17752	42	6762
163	40+50.00	16,5	2194,5	134,5	17886,5	42	6804
164	40+75.00	16,5	2211	134,5	18021	42	6846
165	41+00.00	16,5	2227,5	134,5	18155,5	42	6888
166	41+25.00	16,5	2244	134,5	18290	42	6930
167	41+50.00	16,5	2260,5	134,5	18424,5	42	6972
168	41+75.00	16,5	2277	134,5	18559	42	7014
169	42+00.00	16,5	2293,5	134,5	18693,5	42	7056
170	42+25.00	16,5	2310	134,5	18828	42	7098
171	42+50.00	16,5	2326,5	134,5	18962,5	42	7140
172	42+75.00	16,5	2343	134,5	19097	42	7182
173	43+00.00	16,5	2359,5	134,5	19231,5	42	7224
174	43+25.00	16,5	2376	134,5	19366	42	7266
175	43+50.00	16,5	2392,5	134,5	19500,5	42	7308
176	43+75.00	16,5	2409	134,5	19635	42	7350
177	44+00.00	16,5	2425,5	134,5	19769,5	42	7392
178	44+25.00	16,5	2442	134,5	19904	42	7434
179	44+50.00	16,5	2458,5	134,5	20038,5	42	7476
180	44+75.00	16,5	2475	134,5	20173	42	7518
181	45+00.00	16,5	2491,5	134,5	20307,5	42	7560
182	45+25.00	16,5	2508	134,5	20442	42	7602
183	45+50.00	16,5	2524,5	134,5	20576,5	42	7644
184	45+75.00	16,5	2541	134,5	20711	42	7686
185	46+00.00	16,5	2557,5	134,5	20845,5	42	7728
186	46+25.00	16,5	2574	134,5	20980	42	7770
187	46+50.00	16,5	2590,5	134,5	21114,5	42	7812
188	46+75.00	16,5	2607	134,5	21249	42	7854
189	47+00.00	16,5	2623,5	134,5	21383,5	42	7896
190	47+25.00	16,5	2640	134,5	21518	42	7938
191	47+50.00	16,5	2656,5	134,5	21652,5	42	7980
192	47+75.00	16,5	2673	134,5	21787	42	8022
193	48+00.00	16,5	2689,5	134,5	21921,5	42	8064
194	48+25.00	16,5	2706	134,5	22056	42	8106
195	48+50.00	16,5	2722,5	134,5	22190,5	42	8148
196	48+75.00	16,5	2739	134,5	22325	42	8190
197	49+00.00	16,5	2755,5	134,5	22459,5	42	8232
198	49+25.00	16,5	2772	134,5	22594	42	8274
199	49+50.00	16,5	2788,5	134,5	22728,5	42	8316
200	49+75.00	16,5	2805	134,5	22863	42	8358

201	50+00.00	16,5	2821,5	134,5	22997,5	42	8400
202	50+25.00	16,5	2838	134,5	23132	42	8442
203	50+50.00	16,5	2854,5	134,5	23266,5	42	8484
204	50+75.00	16,5	2871	134,5	23401	42	8526
205	51+00.00	16,5	2887,5	134,5	23535,5	42	8568
206	51+25.00	16,5	2904	134,5	23670	42	8610
207	51+50.00	16,5	2920,5	134,5	23804,5	42	8652
208	51+75.00	16,5	2937	134,5	23939	42	8694
209	52+00.00	16,5	2953,5	134,5	24073,5	42	8736
210	52+25.00	16,5	2970	134,5	24208	42	8778
211	52+50.00	16,5	2986,5	134,5	24342,5	42	8820
212	52+75.00	16,5	3003	134,5	24477	42	8862
213	53+00.00	16,5	3019,5	134,5	24611,5	42	8904
214	53+25.00	16,5	3036	134,5	24746	42	8946
215	53+50.00	16,5	3052,5	134,5	24880,5	42	8988
216	53+75.00	16,5	3069	134,5	25015	42	9030
217	54+00.00	16,5	3085,5	134,5	25149,5	42	9072
218	54+25.00	16,5	3102	134,5	25284	42	9114
219	54+50.00	16,5	3118,5	134,5	25418,5	42	9156
220	54+75.00	16,5	3135	134,5	25553	42	9198
221	55+00.00	16,5	3151,5	134,5	25687,5	42	9240
222	55+25.00	16,5	3168	134,5	25822	42	9282
223	55+50.00	16,5	3184,5	134,5	25956,5	42	9324
224	55+75.00	16,5	3201	134,5	26091	42	9366
225	56+00.00	16,5	3217,5	134,5	26225,5	42	9408
226	56+25.00	16,5	3234	134,5	26360	42	9450
227	56+50.00	16,5	3250,5	134,5	26494,5	42	9492
228	56+75.00	16,5	3267	134,5	26629	42	9534
229	57+00.00	16,5	3283,5	134,5	26763,5	42	9576
230	57+25.00	16,5	3300	134,5	26898	42	9618
231	57+50.00	16,5	3316,5	134,5	27032,5	42	9660
232	57+75.00	16,5	3333	134,5	27167	42	9702
233	58+00.00	16,5	3349,5	134,5	27301,5	42	9744
234	58+25.00	16,5	3366	134,5	27436	42	9786
235	58+50.00	16,5	3382,5	134,5	27570,5	42	9828
236	58+75.00	16,5	3399	134,5	27705	42	9870
237	59+00.00	16,5	3415,5	134,5	27839,5	42	9912
238	59+25.00	16,5	3432	134,5	27974	42	9954
239	59+50.00	16,5	3448,5	134,5	28108,5	42	9996
240	59+75.00	16,5	3465	134,5	28243	42	10038
241	60+00.00	16,5	3481,5	134,5	28377,5	42	10080
242	60+25.00	16,5	3498	134,5	28512	42	10122
243	60+50.00	16,5	3514,5	134,5	28646,5	42	10164

244	60+75.00	16,5	3531	134,5	28781	42	10206
245	61+00.00	16,5	3547,5	134,5	28915,5	42	10248
246	61+25.00	16,5	3564	134,5	29050	42	10290
247	61+50.00	16,5	3580,5	134,5	29184,5	42	10332
248	61+75.00	16,5	3597	134,5	29319	42	10374
249	62+00.00	16,5	3613,5	134,5	29453,5	42	10416
250	62+25.00	16,5	3630	134,5	29588	42	10458
251	62+50.00	16,5	3646,5	134,5	29722,5	42	10500
252	62+75.00	16,5	3663	134,5	29857	42	10542
253	63+00.00	16,5	3679,5	134,5	29991,5	42	10584
254	63+25.00	16,5	3696	134,5	30126	42	10626
255	63+50.00	16,5	3712,5	134,5	30260,5	42	10668
256	63+75.00	16,5	3729	134,5	30395	42	10710
257	64+00.00	16,5	3745,5	134,5	30529,5	42	10752
258	64+25.00	16,5	3762	134,5	30664	42	10794
259	64+50.00	16,5	3778,5	134,5	30798,5	42	10836
260	64+75.00	16,5	3795	134,5	30933	42	10878
261	65+00.00	16,5	3811,5	134,5	31067,5	42	10920
262	65+25.00	16,5	3828	134,5	31202	42	10962
263	65+50.00	16,5	3844,5	134,5	31336,5	42	11004
264	65+75.00	16,5	3861	134,5	31471	42	11046
265	66+00.00	16,5	3877,5	134,5	31605,5	42	11088
266	66+25.00	16,5	3894	134,5	31740	42	11130
267	66+50.00	16,5	3910,5	134,5	31874,5	42	11172
268	66+75.00	16,5	3927	134,5	32009	42	11214
269	67+00.00	16,5	3943,5	134,5	32143,5	42	11256
270	67+25.00	16,5	3960	134,5	32278	42	11298
271	67+50.00	16,5	3976,5	134,5	32412,5	42	11340
272	67+75.00	16,5	3993	134,5	32547	42	11382
273	68+00.00	16,5	4009,5	134,5	32681,5	42	11424
274	68+25.00	16,5	4026	134,5	32816	42	11466
275	68+50.00	16,5	4042,5	134,5	32950,5	42	11508
276	68+75.00	16,5	4059	134,5	33085	42	11550
277	69+00.00	16,5	4075,5	134,5	33219,5	42	11592
278	69+25.00	16,5	4092	134,5	33354	42	11634
279	69+50.00	16,5	4108,5	134,5	33488,5	42	11676
280	69+75.00	16,5	4125	134,5	33623	42	11718
281	70+00.00	16,5	4141,5	134,5	33757,5	42	11760
282	70+25.00	16,5	4158	134,5	33892	42	11802
283	70+50.00	16,5	4174,5	134,5	34026,5	42	11844
284	70+75.00	16,5	4191	134,5	34161	42	11886
285	71+00.00	16,5	4207,5	134,5	34295,5	42	11928
286	71+25.00	16,5	4224	134,5	34430	42	11970

287	71+50.00	16,5	4240,5	134,5	34564,5	42	12012
288	71+75.00	16,5	4257	134,5	34699	42	12054
289	72+00.00	16,5	4273,5	134,5	34833,5	42	12096
290	72+25.00	16,5	4290	134,5	34968	42	12138
291	72+50.00	16,5	4306,5	134,5	35102,5	42	12180
292	72+75.00	16,5	4323	134,5	35237	42	12222
293	73+00.00	16,5	4339,5	134,5	35371,5	42	12264
294	73+25.00	16,5	4356	134,5	35506	42	12306
295	73+50.00	16,5	4372,5	134,5	35640,5	42	12348
296	73+75.00	16,5	4389	134,5	35775	42	12390
297	74+00.00	16,5	4405,5	134,5	35909,5	42	12432
298	74+25.00	16,5	4422	134,5	36044	42	12474
299	74+50.00	16,5	4438,5	134,5	36178,5	42	12516
300	74+75.00	16,5	4455	134,5	36313	42	12558
301	75+00.00	16,5	4471,5	134,5	36447,5	42	12600
302	75+04.44	16,5	4488	24	36471,5	7,68	12607,68
	volume totale		4488		36471,5		12607,68