République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة
فرنسـيس جانســون
École Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson

Mémoire

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

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Matériaux de structure

Thème

Etude en APD d'un tronçon autoroutier de pénétrante sur 06 Km entre Tenes et OUED SELI avec conceptiond'un échangeur

Présenté par :

NEMRI Youssouf

Encadré par :

Mr. KARA Benchohra

Promotion 2022 / 2023

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba


بسم الله الرحمن الرحيم

REMERCIMENTS

TOUT D'abord, je tiens à remercier DIEU clément et misécordieux de m'avoir donnée la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à remercier sincèrement mon encadreur Monsieur **KARA Benchohra** et pour ses appréciation compétentes.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers tous les enseignants de l'école qui ont contribué à ma formation et à l'élaboration de ce présent travail.

Mes remercîments vont aussi à mes parents qui mon ont aidé et retenu pendant mes études

Enfin ,à tous ceux qui ont participé de prés ou de loin à l'aboutissement de ce travaille

DEDICACES

On dit que le trajet est aussi important que la destination. Les cinq ans d'étude m'ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes très chers parents :

Mon père Mohamed et ma mère Khayra BATTOH

Pour tous leurs sacrifices afin de me permettre de poursuivre mes études dans la meilleure condition possibles et n'avoir jamais cessé de m'encourager tout au long de mes années d'étude.

A mes chers frères : HMED, TOUFIK, ABDELLAH, ADEL et à ma seule sœur : FATIMA, FATIHA, HIZIYA

JE remercier mem BERBRI Khadîdja

A la fin je profite l'occasion pour dédier ce travail à tous ceux que j'aime et je respect

NEMRI Youssouf

Résumé :

Le but de ce travail est d'étudier le projet de réalisation de l'autoroute reliant le port commercial de Ténès dans la wilaya de Chlef et Tissemssilt sur environ 220 km,et ainsi à l'intersection avec l'autoroute est-ouest dans la la nouvelle station de péage, exactement à la hauteur de la cimenterie de oued sly, en phase d'avant-projet détaillé (APD), le travail consiste à concevoir, calculer et affiner les différents caractéristiques de la liaison étudié. L'étude se fait par des étapes bien précises et doit être étudié d'une façon intense afin d'éviter un tel problème et assurer la sécurité des usagers. Après une étude de trafic et la détermination de la capacité de la route à travers la compagne de reconnaissance (étude géotechnique) suivant deux méthodes (méthode CBR et de catalogue de dimensionnement algérien).dans une autre phase, l'ingénieur tient à concevoir et calculer le tracé géométrique avec une vérification. Des études sommaire portant sur l'assainissement à partir de l'étude hydraulique, le calcul des cubature de terrassement afin d'évaluer le projet, la signalisation et l'éclairage ainsi qu'un établissement d'un devis estimatif et quantitatif. Mots clés: traffic, chaussée, dévers, conception géométrique.

Abstract :

The aim of this work is to study the project of realization of the highway connecting the portage comertial Ténès in the wilaya of Chlef and Tissemssilt on approximately 220 km, and thus to the intersection with the East-West highway in the new station of toll, exactly at the level of the cement factory of oued sly, of phase of preparatory project detailed, work consists to conceive, calculate and refine different characteristics of the project studied. The study is done by quite precise stages and must be studied in an intense way in order to avoid such a problem and to ensure the safety of the users. After a study of traffic and the determination of the capacity of the road through the partner of recognition (geotechnical study) according to two methods (method CBR and of catalogue of dimensioning Algerian). in another phase, the engineer holds to conceive and calculate the geometrical layout with a checking. Studies bearing synopsis on the cleansing starting from the hydraulic study, the calculation of the cubature of earthwork in order to evaluate the project, the street signs and lighting as well as an establishment of an estimate and quantitative. Key words: traffic, roadway, cant, geometrical design.

SOMMAIRE

I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE 1

I.1 Introduction : 2

I.2 Classification des routes 4

I.2.1 Classification d'ordre administratif et juridique 4

I.3 Nomenclature routière 5

I.3.1 Eléments géométriques : 5

I.4 Politique Routière Nationale 5

I.5 Réseau Autoroutier 6

II. PRESETION DES PROJET 6

II.1 Introduction : 7

✓ Réseau routier : 8

II.2 Description générale du projet (pénétrante Ténès-Tissemsilt): 9

II.3 Objectif du projet : 10

II.4 Le Tronçon étudié : 10

III. ETUDE DE TRAFIC 11

III.1 INTRODUCTION 12

III.2 LES DONNEES DE TRAFIC : 12

III.3 PROJECTION FUTURE DU TRAFIC 13

III.4 CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF : 14

III.5 DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE : 14

QPREVISIBLE (2045) =6005 uvpjour 14

III.6 DEBIT HORAIRE ADMAISSIBLE : 14

III.7 DETERMINATION NOMBRE DES VOIES : 15

III.7.1 CAS D'UNE CHAUSSEE BIDIRECTIONNELLE : 15

III.7.2 CAS D'UNE CHASSEE UNIDIRECTIONNELLE : 15

SOMMAIRE

IV. ETUDE GEOMETRIQUE 15

IV.1 Introduction 16

IV.2 Les règles à respecter pour le tracé en plan 16

IV.3 TRACE EN PLAN : 16

IV.3.1 Les alignements : 16

IV.3.2 Les rayons de cercle : 16

IV.3.3 Les raccordements progressifs : 17

IV.4 Description du tracé 20

IV.4.1 Nature des terrains traverses par le projet 20

IV.4.2 Les oueds traverses par le projet : 20

IV.4.3 Les principaux axes routiers croises : 21

IV.4.4 Réseaux électriques 21

IV.5 PROFIL EN LONG : 21

IV.5.1 Profile en long (terrain naturel) 21

IV.5.2 La ligne rouge de projet 21

IV.5.3 Déblais et remblais 21

IV.5.4 Les longueurs des viaducs 21

IV.6 Profile en travers 22

IV.6.1 Définition : 22

IV.6.2 Profil en travers type de projet: 23

V. LES CUBATURES 23

V.1 Introduction 24

V.2 Méthode de calcul 24

V.3 Description de la méthode SARRAUS 25

V.4 Application au projet 26

SOMMAIRE

VI. Etude Géotechnique 26
VI.1 Introduction 27
VI.2 La campagne des reconnaissances : 27
VI.3 Présentation géographique et géologique 27
VI.3.1 CADRE GEOLOGIQUE GENERAL 27
VI.4 Programme de l'investigation géotechnique : 28
VI.4.1 Présentation des essais : 28
- Essais in situ : 28
VI.5 RESULTATS DES ESSAIS : 29
Résultats des essais in situ : 29
✓ Puits de reconnaissance: 29
✓ Sondages carottés : 29
VI.6 Résultats des essais au laboratoire 30
VI.7 CLASSIFICATION DES SOLS : 32
VI.8 Interprétation des résultats : 34
VI.9 Conclusions et recommandations : 35

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE 35
VII.1 Introduction : 36
VII.2 Facteurs d'études de dimensionnement : 36
VII.3 Méthodes de dimensionnement : 36
VII.4 Méthode du catalogue (CTTP) 37
VII.4.1 Description de la méthode 37
VII.5 Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) 41
VII.5.1 Présentation de la méthode 41

SOMMAIRE

VIII. Assainissement 44

VIII.1 INTTRODUCTION : 45

VIII.2 TYPES DE DEGRADATION : 45

- POUR LES CHAUSSEES : 45

VIII.3 CRITERES DE BASE DANS LA CONCEPTION DES OUVRAGES D ASSINISSEMENT 45

VIII.4 Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter : 45

VIII.5 Etude hydrologique : 46

VIII.6 Système de drainage transversal : 50

- Dimensionnement des buses : 50

VIII.7 Système de drainage longitudinal : 51

IX. CONCIPTION D UN ECHANGER 53

IX.1 Introduction 54

IX.2 Définition d'un échangeur 54

IX.3 Constituons des échangeurs 54

IX.3.1 Ouvrages d'art 54

IX.3.2 Bretelles 54

IX.3.3 Carrefour 55

IX.3.4 Les Ilots : 56

IX.3.5 L'aménagement d'un carrefour : 56

IX.4 Disposition d'implantation 56

IX.5 Types d'échangeurs 56

IX.5.1 Echangeur Majeur 57

IX.5.2 Echangeur Mineur 57

Application au projet 57

IX.6 Choix de l'échangeur 57

IX.7 Profils en travers type 57

- Bretelles unidirectionnelles 57

Ce profil en travers est constitué des éléments suivants: 57

Bretelles bidirectionnelles 58

Voie Directe 1 58

Carrefours 59

Profils en travers de l'autoroute 59

IX.8 Caractéristiques géométriques en plan et profil en long 60

SOMMAIRE

X. SIGNALISATION 61

X.1 Introduction : 62

X.2 Rôle de la signalisation routière : 62

X.3 Catégories de signalisation : 62

X.4 Type de signalisation : 62

X.4.1 Signalisation verticale : 62

X.4.2 Signalisation horizontale 63

X.5 Marquage longitudinale : 63

X.6 Marquage transversal : 64

X.7 Application au projet 65

XI. ENVIRONNEMENT 70

XI.1 Introduction : 71

XI.2 Aspect de l'environnement à préserver lors de la conception d'une infrastructure : 71

XI.3 Application au projet : 73

XI.4 Conclusion : 73

XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF 73

XIII. CONCLUSION GENERALE 76

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES :

II. PRESETION DES PROJET

Figure II 1: Situation géographique de Chlef……7

Figure 0 1:: le réseau d'infrastructure de base ……9

Figure 0 2: Début et fin de notre projet……11

III. ETUDE DE TRAFIC

Tableau III 1:valeurs caracteristique de P……...12

Tableau III 2:valeurs caracteristique de K1……12

Tableau III 3:valeurs caractéristiques de K2……..12

Tableau III 4: Capacité théorique…….....13

IV. ETUDE GEOMETRIQUE

Figure IV 1: élément de la clothoide…….17

Figure IV 2: détail de la courbe en plan……...18

Figure IV 3:TRACE EN PLANE……..20

Figure IV 4: les localisations des croisements avec réseaux d'électricité et conduites de gaz…….21

Tableau IV 1:: Valeurs extrêmes des Alignements droits du tracé en plan ICTAAL 20……...16

Tableau IV 2: Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2000)……...17

Tableau IV 3 :LES DONNEE DR PROFIL EN TRAVERS……..23

V. LES CUBATURES

Figure V 1 :surface remblai et surface deblai…….24

Figure V 2: Principe de la méthode sarraus……25

VI. Étude Géotechnique

Figure VI 1Carte géologique du bassin du Chélif (Meghraoui et al., 1986). 1: socle anté-néogène, 2: bassin néogène……27

Figure VI 2: Coupe structurale régionale recoupant les éléments structuraux de l'Ouest Algérien (Meghraoui; 1996)…….28

Tableau 0 1: Etat actuel des puits de reconnaissance et résultats…….30

Tableau 0 2:Résultats des sondages carottés…….30

Tableau 0 3: Résultats des essais physiques relatifs aux puits de reconnaissance…….31

Tableau 0 4:Résultats des essais physiques relatifs aux sondages carottés……32

Tableau 0 5Résultats des sondages carottés……..32

Tableau 0 6: Résultats des analyses chimiques…….33

Tableau 0 7: CLASSIFICATION DE GTR……..…35

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

Tableau VII 1: classification des réseaux principaux…….....37

Tableau VII 2: classes de trafic…….38

Tableau VII 3: classes du sol support…….…….39

Tableau VII 4: Amélioration de la portance du sol support……..39

Tableau VII 5: Matériaux traités au bitume……..40

Tableau VII 6 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau…….……..41

Tableau VII 7: Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau……42

Tableau VII 8épaisseurs des couches……..43

Tableau VII 9: Résultats de calcul par Alize II…….……44

Tableau VII 10:RESULTATS DES DEFORMATIONS……...…44

VIII. Assainissement

Figure VIII 1Localisation des stations climatologiques……...46

Figure VIII 2: La Courbes Intensité-Duré- Fréquence……47

Figure VIII 3: délimitation des bassins versant sur la carte d'état-major…….49

Tableau VIII 1Coefficient a pour la station EL Asnam – ANRH……47

Tableau VIII 2 Valeurs du Coefficient (C1)……..48

Tableau VIII 3Valeurs du Coefficient (C2)……...48

Tableau VIII 4Valeurs du Coefficient (C3)……...49

Tableau VIII 5 : RESULTE DE DEBET……...50

Tableau VIII 6: calcul du débit total…….52

IX. CONCIPTION D UN ECHANGER

Figure 0 1: CONCEPTION DE ECHANGEUR DE CHETTIA……61

Tableau IX 1: Type de bretelle……..55

Tableau 0 1 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE PROFIL EN LONG……..60

X. SIGNALISATION

Figure X 1: Type de modulation…….64

Figure X 2: les lignes longitudinales……..65

Figure X 3: ligne transversal……..66

Figure X 4: ligne de délimitation de voies dans le tracé……..66

Figure X 5: Avec affectation de voies……66

Figure X 6: Sans affectation de voies……67

Figure X 7: Même nombre de voies……..67

Figure X 8: Nombre de voies inferieur…….67

Figure X 9: Voies d'entrecroisement……68

Figure X 10: Schéma de marquage avec hachures…….68

Figure X 11: flèches de sélection……..69

Figure X 12: flèche de rabattement…….69

Figure X 13:Signalisation verticale…….70

Figure X 14:Hauteur limite gabarit--Vitesse limite……...70

Figure X 15: Signalisation de direction……...70

Figure X 16: Panneau de presignalisatio……71

Tableau X 1: Caractéristiques des lignes discontinues…….64

XI. ENVIRONNEMENT

Figure XI 1:PHOTE DE TERRAIN NATUREL……...73

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

Pour concrétiser les connaissances techniques acquises pendant le cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics propose à ses élèves ingénieurs l'élaboration des projets de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état des travaux publics.

Parmi les domaines de travaux publics, celui de l'infrastructure routière qui revête une importance Particulière dans notre pays, c'est un facteur générateur de développement économique, et il constitue la base de toute opération du développement.

Au cours de ce travail qui s'étend sur trois mois de stage, l'élève ingénieur est appelé à appliquer les connaissances théoriques acquises, et il se met face aux problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.

Le travail qu'on va élaborer consiste à faire une étude en phase APD (avant-projet détaillé) d'un tronçon autoroutier sur 13,240 Km de la pénétrante de Ténès-Tissemsilt qui relie la ville de OULADFARAS à la ville de OUED SLY(de pk42au pk48) avec conception d'un échangeur.

I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Généralités sur les Routes

I.1 Introduction :

Jusqu'à la fin du siècle dernier, le choix d'un tracé s'inspirait avant tout de la recherche du plus court chemin, tout en limitant les déclivités à des valeurs compatibles avec la traction animale.

L'invention et le rapide développement du véhicule automobile dont les roues sont munies de pneumatiques, introduisirent dans la technique routière des préoccupations relatives à la vitesse, ayant pour conséquence des caractéristiques bien plus évoluées que ce qui avait été adopté jusqu'alors.

Puis la progression constante de la circulation automobile posa très rapidement de nouveaux problèmes, qu'il fallut bien résoudre en complément des exigences traditionnelles du tracé. Les solutions trouvées ne sont d'ailleurs que provisoires, car les réseaux routiers doivent être notamment adaptés aux circulations prévisibles dans l'avenir, lesquelles seront un multiple du trafic actuel.

Le tracé dépendant notamment du trafic, il est clair qu'avant d'aborder son étude, on doit disposer de données sur le volume actuel et futur de la circulation. Ces données résultent de comptages, d'enquêtes, d'analyses du trafic et d'une technique particulière.

Les problèmes de géologie, d'hydrologie et de géotechnique, très importants dans le choix d'un tracé seront aussi pris en considération. Il en est de même des études économiques, dont dépend l'opportunité de construire une route nouvelle et la détermination de sa rentabilité.

Les premières véritables chaussées furent construites par les Romains pour leurs voies impériales, avec un objectif essentiellement utilitaire, celui de permettre un déplacement rapide des légions en différents points de l'empire, quelles que soient les conditions météorologiques.

Les chaussées de cette époque étaient déjà constituées de plusieurs couches de matériaux, parfaitement codifiées, avec de grandes dalles en pierres posées sur un béton de chaux.

Avec l'apparition des véhicules plus lourds et plus nombreux, et le début de la mécanisation des travaux, on voit se développer les structures à base de « hérisson » et de « macadam ». Les chaussées de l'époque étaient composées de blocs de 250 mm environ pour le « hérisson » et de pierres cassées 40/70 mm pour le « macadam », bloquées avec de l'argile.

Les premiers progrès ont été réalisés au niveau de la surface des chaussées quand apparut l'automobile, pour lutter contre la poussière soulevée par les véhicules par temps sec. Par

hasard, on découvrit les vertus du goudron produit dans les cokeries d'usine à gaz et de hauts fourneaux.

Mais très vite, on constata que ce goudron était glissant par temps de pluie et on lui adjoignit des gravillons pour donner naissance à l'enduit superficiel. Mais on s'aperçoit ensuite qu'il ne fallait ni trop, ni trop peu de goudron, et de gravier, qu'il fallait utiliser un gravier dur et anguleux, et un goudron qui ne se ramollisse pas trop l'été. C'est à cette époque qu'apparaissent les premières spécifications relatives tant aux matériaux qu'à la façon de les mettre en œuvre. C'est l'enduit superficiel qui a fait sortir la route d'un artisanat archaïque et conservateur pour l'amener à un niveau industriel et à la mécanisation. Ensuite les enrobés sont apparus et puis le pétrole avec sa fraction dure : le bitume.

L'homme étant pour de nombreux travaux remplacé par la machine, les techniques à base de mise en œuvre manuelle furent remplacées par des techniques adaptées aux moyens mécaniques.

C'est ainsi que l'on vit apparaître entre 1930 et 1940 en corps de chaussée les matériaux à granulométrie continuent et étalée O/D qui remplacèrent peu à peu les matériaux à granulométrie « serrée » d/D, comme la pierre cassée.

Depuis les années 50, avec les nouvelles conditions de trafic, notamment les poids lourds avec son essieu simple de 13 tonnes, les anciennes solutions type empierrement ou macadam se sont avérées insuffisantes, et l'on a été amené à généraliser l'emploi de matériaux agglomérés par un liant tant pour le corps de chaussée que pour la surface.

L'objet premier des constructeurs de routes est la réalisation de chaussées résistantes aux passages des véhicules. La chaussée a donc pour but de permettre la circulation en toute saison et sans autre intervention qu'un simple entretien de sa surface, un deuxième avantage des chaussées est d'offrir aux véhicules des surfaces unies, peu sonores, confortables et sûres.

Les procédés de construction doivent être économiques et les matériaux utilisés doivent être bon marché et résistants vu l'importance des surfaces devant être pourvues de chaussées.

Les matériaux utilisés sont des matériaux pierreux provenant de roches concassées ou de gisement de graviers.

I. Généralités sur les Routes

I.2 Classification des routes

Une classification quelle qu'elle soit est en général conçue à partir d'un certain point de vue, selon une certaine base de jugement c'est à dire selon un critère qui peut être : D'utilité pratique et de situation

- D'ordre administratif et juridique
- D'ordre constructif
- Faisant état de la nature du trafic
- D'ordre fonctionnel.

I.2.1 Classification d'ordre administratif et juridique

Elle est fondée sur les notions de propriétés, de financement et d'entretien, éventuellement aussi sur la question des compétences en matière de planification générale et d'approbation des projets définitifs. La Classification d'ordre administratif et juridique réseaux routiers de l'Algérie est comme suite :

Catégorie 1 :

- Liaisons entre les grands centres économiques, les centres d'industrie lourde (A)
- Liaisons assurant le rabattement des centres d'industrie de transformation (B) sur ce réseau.

Catégorie 2 :

Liaisons entre les centres d'industrie de transformation (B)

Liaisons assurant le rabattement des pôles d'industries légères diversifiées (C) sur le réseau précédent (Cat .1.)

Catégorie 3 :

Liaisons des chefs-lieux de daïra et de wilaya (D) non desservis par le réseau précédent, avec le réseau des catégories 1 et 2.

Catégorie 4 :

Liaisons des centres de vie (E) avec le réseau des catégories 1 et 3.

Catégorie 5 :

Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

I.3 Nomenclature routière

I.3.1 Eléments géométriques :

La route est placée sur le terrain qui est naturel avant tous travaux ou préparé après exécution des terrassements.

- **L'emprise** de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est à dire dans les limites du domaine public.
- **L'assiette** de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route (y compris les talus), c'est à dire dans les limites des terrassements.
- La plateforme entre fossés ou crêtes des talus en remblai, comprend la chaussée, plus les accotements (éventuellement y compris terre - pleins et voies auxiliaires). La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparées par un terreplein central.
- **Une voie est une bande** de la chaussée correspondant à une largeur de véhicule et circulée dans un seul sens. Les accotements sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés.
- **Une bande cyclable** est une bande faisant partie de la chaussée (largeur environ 1,50 m) réservée de chaque côté de celle-ci pour la circulation des cycles (pas exclusivement).
- **Une piste cyclable** est une voie aménagée sur l'accotement, séparée de la chaussée proprement dite par un terre-plein ou une bordure.
- **Une voie d'arrêt** (bande de stationnement) est une bande auxiliaire adjacente à la chaussée, destinée au freinage et à l'arrêt de véhicules en panne.
- **Les trottoirs** sont des accotements spécialement aménagés pour la circulation permanente des piétons ; ils sont généralement séparés de la chaussée par une bordure surélevée.
- **Les bordures** sont des dispositifs de séparation ou de limite le long des voies ou chaussées, en béton coffré, pavés, pierre taillée ou béton bitumineux. Elles peuvent être arasées ou surélevées. Les dispositifs appelés fossés, caniveaux et saignées à travers les accotements sont destinés à l'assainissement des chaussées.
- **La banquette** ne se pratique plus guère. C'était une surélévation (petite digue de terre) aménagée à la limite extérieure de l'accotement en vue de la sécurité des usagers. Remplacée aujourd'hui par les glissières de sécurité.

I.4 Politique Routière Nationale

Le Ministère des Travaux Publics a pour mission, entre autres, d'élaborer une politique routière et autoroutière s'intégrant dans le schéma National d'Aménagement du Territoire La contribution de la Direction des routes, quant à elle, réside dans la définition des actions à engager dans le cadre des programmes annuels et pluriannuels en matière de routes Nationales et d'autoroutes.

Cette politique est soutenue par un certain nombre d'action parmi lesquelles citons :

I.5 Réseau Autoroutier

❖ **Phase étude** :

• Les études d'APS de 1028 Km achevés ; restent les sections frontalières sur 188 Km.

• Les études d'APD de 546 Km.

• Les études d'APD à lancer à court terme : 333 Km.

❖ **Phase Travaux :**

• Les travaux en cours de 81 Km.

• Le lancement imminent de 21 Km ;

Avec environ de 1400 Km à travers l'Algérie, l'Autoroute Est-Ouest constitue la partie centrale de l'Unité Maghrébine qui relie Nouakchott en Mauritanie à Tripoli en passant par Rabat, Alger et Tunis.

D'intérêt régional, l'Autoroute de l'U.M.A., qui a bénéficié du financement d'une étude de faisabilité grâce à un don du Fonds Arabe de Développement Economique et social (FADES).

Enfin, en ce qui concerne notre pays, la consécration du péage et l'aboutissement du dossier sur la concession d'autoroutes permettra, à ne pas en douter, dans un futur proche, l'ouverture aux capitaux « étrangers des études, de la réalisation et de l'exploitation des autoroutes concédées. Nous espérons alors lancer en travaux au moins 60 km d'autoroute par an de façon à achever la totalité de l'Autoroute

II. PRESENTATION DES PROJET

II. PRESENTATION DES PROJET

II.1 Introduction :

La connaissance des caractéristiques du site est d'une grande importance dans la réalisation des routes car ils permettent la détermination de la catégorie de terrain, l'environnement et tout ce qu'influence sur le choix des paramètres géométriques, dimensionnement du corps de chaussée ……etc. Le tronçon qu'on a étudié se trouve au niveau de la willaya de Chlef, cette dernière présente les caractéristiques suivantes :

❖ Situation géographique :

La wilaya de Chlef est située dans le Tell occidental à 200 km(jusqu'à300 km pour les communes du nord-ouest) à l'ouest d'Alger, entre les plus grandes willaya (Alger et Oran),elle est d' une surface de 4 791 km2 . Elle est délimitée par:

- La Méditerranée au Nord.
- La wilaya de Tissemsilt au Sud.
- La Wilaya de Mostaganem et Relizane à l'Ouest.
- La Wilaya de Ain DEFLA et Tipaza à



Figure II-1: Situation géographique de Chlef

❖ Réseaux routiers

Le Réseau routier de la wilaya se répartis comme suit :

- Routes Nationales : 304
- Autoroute Est-ouest : 52,713
- Chemins de wilaya : 560
- Chemins communaux : 2 244

❖ **Relief**

Le relief Son relief est diversifié, il est constitué de 04 régions naturelles : Au Nord, les hautes collines du Dahra ; Au Sud les monts de l'Ouarsenis ; Au Centre les plaines de Chlef ; La région côtière s'étendant sur 120 km

❖ **Climat**

Le climat La wilaya est caractérisé par un climat de type méditerranéen, sub-humide dans la partie Nord, et de type continental au Sud, froid en hiver et chaud en été. La pluviométrie annuelle moyenne est : 40,06 mm par mois. La température atteint son maximum au mois d'Août avec plus de 38,80°C en été, son minimum au mois de janvier avec +06,1°C en hiver.

❖ **Hydrologie**

La wilaya de Chlef dispose d'un réseau hydrographique assez dense, du bassin versant oued Chlef qui traverse la wilaya d'Est en Ouest, s'ajoutent les différents affluents (Oued Sly, Oued Fodda, Oued Tsighaouet). Il existe 5755 forages au total dont 5625 forages destinés à l'irrigation de la superficie utilisée à l'agriculture, 94 forages destinés à la consommation journalière et 36 forages destinés à l'industrie. Le nombre de sources naturelles destinés à la consommation directe de l'eau potable est 2111.

❖ **L'industrie**

Le secteur de la grande industrie de la Wilaya est essentiellement représenté par :

- ENPC (Entreprise Nationale de Plastique) localisée à Oued Sly Unité de production de tuyaux précontraints (HYDRO-CANAL) à Oued-Fodda .
- Unité de montage des postes de soudure (SONARIC) à AbouElhassen.
- ECDE (Entreprise de Ciment d'ECH-CHELIFF) à Oued Sally et ECO (Entreprise de Céramique ouest) Sidi Akcha. Briqueterie à Oued Sly et Hamisse (Privé).
- L'industrie Agro-alimentaire présentée par ENAJUC (TELLOISE CHLEF).

❖ **Fonciers Industriels**

1. Zone industrielle La zone industrielle d'Oued Sly.
2. Zones d'activités de La Wilaya de CHLEF.

❖ **Infrastructure de Base :**

✓ **Réseau routier :**

Le Réseau routier de la wilaya se répartis comme suit :

Routes Nationales : 304 km.

Autoroute Est-ouest : 52,713 km.

Chemins de wilaya : 560 km.

Chemins communaux : 2 244 km

✓ **Réseau Aéroportuaire**

Un aéroport international sis au chef-lieu de wilaya

✓ **Réseau Ferroviaire**

La wilaya est traversée par une voie ferrée de l'Est à partir des limites de la wilaya d'Ain Defla, à l'Ouest à la limite de la wilaya de Relizane sur un linéaire de 67,8 km comprenant quatre gares principales : Oued Fodda, Chlef, Boukadir et Oued Sly

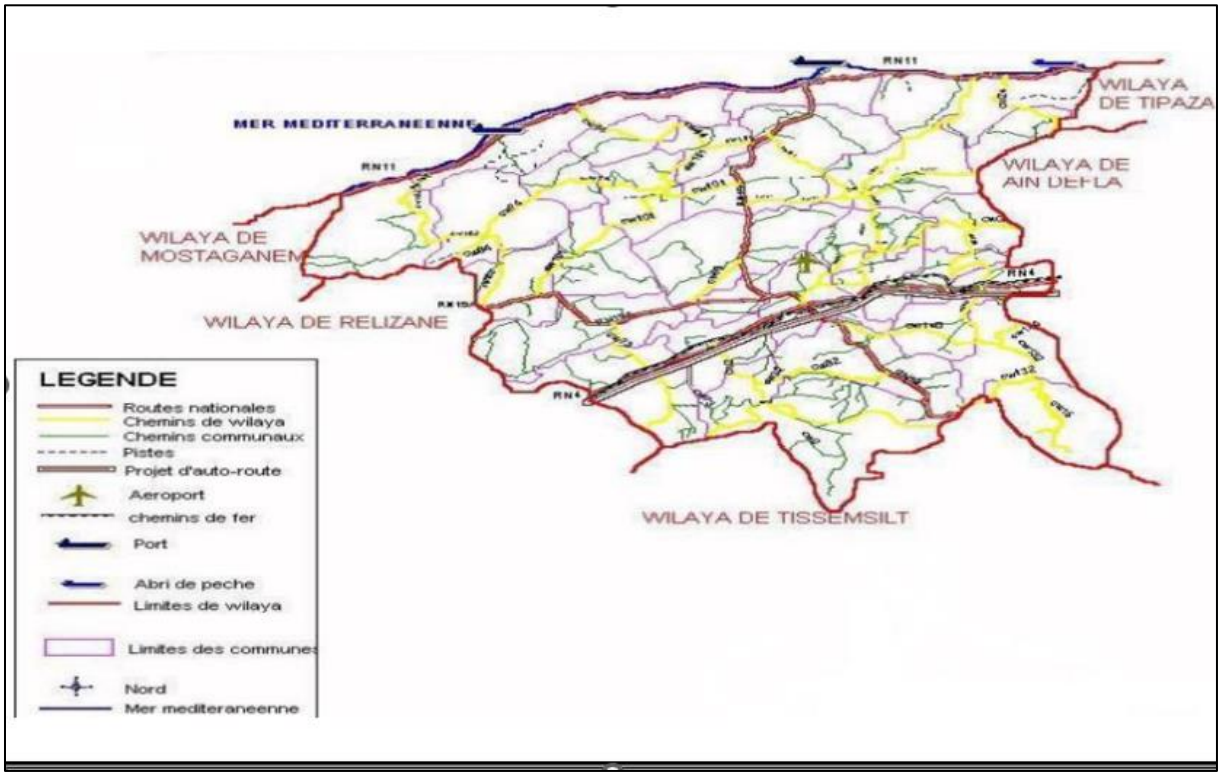


Figure 0-1:: le réseau d'infrastructure de base

❖ **Contrainte**

- Irrégularité de la pluviométrie
- Importance des gelées

Difficulté de communication dans la zone montagneuse (Beni Haoua ,Tenes)

II.2 Description générale du projet (pénétrante Ténès-Tissemsilt):

La pénétrante de Ténès fait partie des projets de pénétrantes autoroutières devant relier l'Autoroute Est-Ouest à plusieurs villes portuaires. Celle de Ténès qui a été annoncée en 2006 doit relier l'Autoroute Est-Ouest depuis la sortie no 53 à Chlef au port de Ténès à travers la plaine du Chélif et le massif de la Dahra. Cette autoroute à :

- une longueur de 220 km traversant le nord de la wilaya de Chlef.
- Un profil en 2x3 voies.

- lot 1 de 22 km compte 8 viaducs. Les études ont été réalisées par le bureau d'étude coréen entre 2010 et 2013.

Le premier lot de 22 km a été attribué au groupement algéro-portugais composé de Teixeira Duarte, l'ETRHB Haddad et GTPH Boufradji en août 2014 pour un montant de 20 milliards de DZD (soit de 204 millions d'€) et un délai de 24 mois.

Les travaux de terrassement ont été lancés en décembre 2014.

II.3 Objectif du projet :

L'objectif principal de la pénétrante est de créer une liaison assurant le transfert de trafic de l'autoroute, et cet objectif aura comme conséquences :

- Contribuer à l'aménagement du territoire et au développement économique de la wilaya de Ténès.
- Accroitre l'efficacité économique du système de transport de la wilaya.
- Réduction des frais d'exploitations : une pénétrante diminuera et donnera naissance à une économie de carburant
- Gains de sécurité : représentés par la diminution du nombre de blessés et de morts .combiné avec la valeur monétaire attribuée à la vie humaine (décès, blessés graves ou légers) .garantir une meilleure fluidité de circulation.
- Gains de temps : la réalisation de la pénétrante permet de réduire les temps de transports .estimation de gain de temps en fonction du motif du déplacement.

II.4 Le **Tronçon étudié** :

Notre travaille a pour objectif de concevoir en phase APD un tronçon d' une pénétrante autoroutière allant de l'autoroute est- ouest, à hauteur de la cimenterie d'oued sly (pk42+000), jusqu'à la ville de Oulad Farès (pk48+000),en contournant les agglomération de Chettia. Le projet en phase d'Avant-Projet Détaillé. C'est- à- dire que le couloir à travers lequel va passer la pénétrante est déjà défini par le groupement de BET conduit par la SAETI, et ainsi, elle est définie par son environnement, sa catégorie et le trafic qu'elle doit assurer. Lors de cette phase l'ingénieur affine les détails techniques et de fixer définitivement les caractéristique de l'ouvrage. En revanche, une conception d'un échangeur de sorte à permettre l'intersection avec la RN19 qui traverse la ville de ChEttai

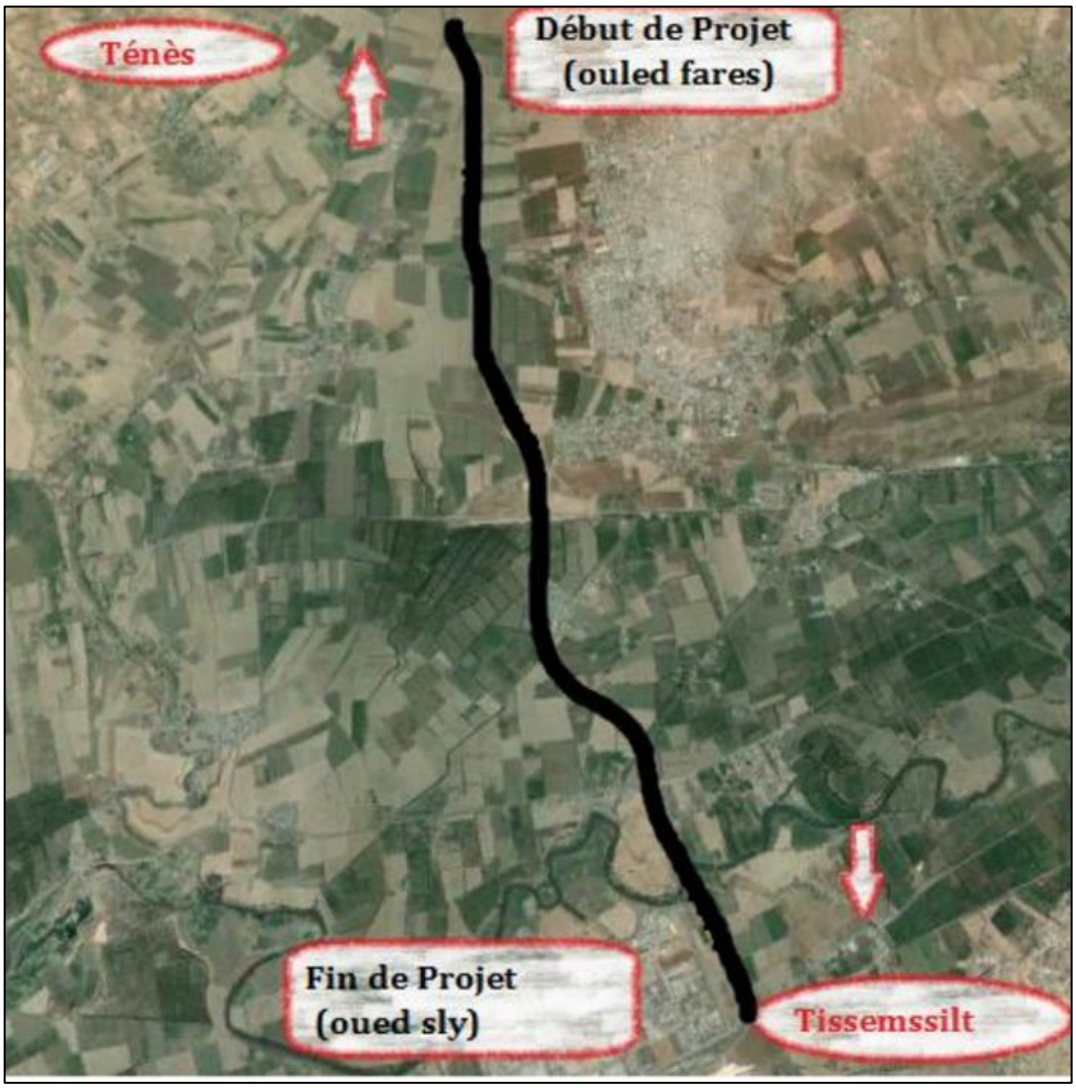


Figure 0-2: Début et fin de notre projet

II. PRESENTATION DES PROJET

III. ETUDE DE TRAFIC

III. ETUDE DE TRAFIC

III.1 INTRODUCTION

Une étude de trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir a l`amont de toute réflexion relative à un projet routier. L`étude de trafic permet le choix du profil en travers d'une route ou autoroute, détermine le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la

Connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

III.2 LES DONNEES DE TRAFIC :

Selon les résultats de comptages et de prévisions, effectues par l`ANA nous avons :

* Le trafic journalier moyen annuel à l`année **2019**

* La mise en service est prévue pour **l'année 2025**

* La durée de vie est de **20 ans**

* Pourcentage de poids lourd **: Z= 24% ;**

* Taux de croissance annuelle de trafic τ **=4%**

* P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Tableau III-1:valeurs caractéristiques de P

Environnement	E 1	E 2	E 3
Route à bonne caractéristique	2, 3	4 , 6	8 , 12
Route étroite	3, 6	6, 12	16, 24

*** VALEUR K1**

Tableau III-2:valeurs caracteristique de K1

Environnement	E 1	E 2	E 3
K 1	0.75	0.85	.90à0.95

*** VALEUR K2**

Tableau III-3:valeurs caractéristiques de K2

Environnement	Catégorie de la route				
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
E 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E 2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E 3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

*** Capacité théorique** :

Tableau III-4: Capacité théorique

	Capacité théorique :
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 2 voies de 3,5 m	2400à3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

III.3 PROJECTION FUTURE DU TRAFIC

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

$$TJMA_H = TJMA_0(1+\tau)^N$$

AVEC

* $\mathbf{TJMA_H}$. : le trafic a l'année horizon

***TJMA$_0$**. Le trafic a l'année de référence 2019

*N : nombre d'année

*τ: *ta*ux d accroissement du trafic (%)

|On a:

TJMA$_0$: TJMA$_{2019}$=9209

TJMA$_{2025}$: TJMA$_{2019}(1+\tau)^4$=9209$(1+0{,}04)^4$=11653 V/J .

TJMA$_{2035}$=TJMA$_{2025}(1+\tau)^{20}$ = 11652.32 $(1+0{,}04)^{20}$=25531V/J .

Les résulte sont représentés dans le tableau TJMA suivant :

L ANNEE	TJMA V/J
2019	9209
2025	11653
2045	25531

III.4 CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF :

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{T_{eff}}=[(1-\boldsymbol{Z})+\boldsymbol{Z}.\boldsymbol{P}]\boldsymbol{TJMA_H}$$

Avec

*$\mathbf{T_{EFF}}$=trafic effectif a l'année horizon en $(uvp/jour)$.

***Z : pourcentage** de poids lourd Z=24%.

***P : COEFFICENT** d'équivalence pour le poids lourds.

Pour notre projet l'environnement est E2 $[TERRAIN\ VALLONNE]$,donc et d'après le tableau coefficient d'équivalence, on a **P=5.**

On a:

$$\mathbf{Teff_{2045}}=[(1-\boldsymbol{z})+\boldsymbol{Z}.\boldsymbol{P}].\boldsymbol{TJMA_{2045}}$$

$$\mathbf{Teff_{2045}=50041}\ \boldsymbol{UVP/JOUR}$$

III.5 DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE :

La formule qui donne le Débit de pointe horaire normale est **:** $\mathbf{Q}=\frac{1}{N}\boldsymbol{T_{EFF}}$

Avec :

***Q=**débit de pointe horaire ;

***N=**nombre d'heure, (en générale **n=8** heures) Donc **:** $\frac{1}{n}=0.12$

***$\mathbf{T_{EFF}}$**=Trafic effectif

Dou le début prévisible a la 20 -ème année

On a: $\mathbf{Q_{PREVISIBLE}\ (2045)=0.12\times T_{2045}=0.12x50040.68}=6005\ \frac{uvp}{jour}$

DONC ;

$$\mathbf{Q_{PREVISIBLE}\ (2045)=6005}\ \frac{uvp}{jour}$$

III.6 DEBIT HORAIRE ADMAISSIBLE :

La formule qui donne le débit horaire admissible est : $Q_{ADM}=k_1.k_2.C_{TH}$

A partir du tableau : $C_{TH} = 1800 \frac{UVP}{H}$

On a: $Q_{ADM} = K_1.k_2.C_{TH}$

$Q_{ADM} = 0.85X0.99X1800 = 1515 {}^{UVP}/_{H}$ DONC :

$Q_{ADM} = 1515 {}^{UVP}/_{H}$

III.7 DETERMINATION NOMBRE DES VOIES :

III.7.1 CAS D'UNE CHAUSSEE BIDIRECTIONNELLE :

On compare Q a Q_{ADM} pour les divers types de route et on prend de profil permettant d'avoir :

$Q \leq Q_{ADM}$

III.7.2 CAS D'UNE CHASSEE UNIDIRECTIONNELLE :

Le nombre de voies par chaussée : est le nombre le plus du rapport **(S.Q / Q_{ADM})** tel que :

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

Q_{ADM} : Débit admissible par voie. $N = S.Q / Q_{ADM}$

Pour notre projet on a une chaussée unidirectionnelle (AUTOROUTE)

$N=S.Q_{PREVISIBLE}/ K_1K_2.C_{TH\ (VOIE)}$

$N=\frac{2}{3X1800} X6005$

N=2.80

DONC

L'AUTOROUTE EST DE 2x3 VOIES

IV. ETUDE GEOMETRIQUE

IV. ETUDE GEOMETRIQUE

IV.1 Introduction

Le tracé en plan d'une route, le profil en travers et le profil en long, sont les trois principaux éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'une route.

IV.2 Les règles à respecter pour le tracé en plan

En premier lieu, il y a lieu de définir les règles de conception, dont elles peuvent être résumées ci- dessous :

- ✓ Adapter au maximum avec terrain naturel
- ✓ Utiliser des grands rayons que possible
- ✓ Respecter la longueur minimale et maximale des alignements droits
- ✓ Se raccorder sur les réseaux existants
- ✓ Eviter les zones d'agglomération ainsi que les terrains agricoles le maximum possibles
- ✓ Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter la construction des ouvrages d'art, sinon on essaie de les franchir perpendiculairement afin minimiser les couts.

IV.3 TRACE EN PLAN :

Les éléments constituant un tracé routier dans sa projection en plan sont les suivants :

IV.3.1 Les alignements :

La longueur des alignements dépend de la durée du parcours rectiligne, pour :

- ✓ La longueur minimale qui est le chemin parcouru en t=6 sec a une vitesse de base VB.
- ✓ La longueur maximale qui est le chemin parcouru en t=1 min a une vitesse de base VB.

Tableau IV-1:: Valeurs extrêmes des Alignements droits du tracé en plan ICTAAL 20

Vitesse de base	V(Km h)	130
Longueur minimale	L_{min}	200
Longueur maximale	L_{max}	2170

IV.3.2 Les rayons de cercle :

Les rayons en plan pour les autoroutes de la catégorie L1, doivent respecter les valeurs Minimales résumées dans le tableau suivant :

Tableau IV-2: Valeurs minimales des rayons du tracé en plan (source ICTAAL2000)

Vitesse de base	V_b (km H)	130
Rayon minimale	R_m (m)	600
Rayon maximale	R_{max} (m)	1000
Rayon minimum sans courbe de transition	R(m)	1500

IV.3.3 Les raccordements progressifs :

Toutes les courbes horizontales doivent être inférieur au rayon non déversé (RHnd) devront être introduites avec des raccordements progressifs (clothoïdes).

- ✓ **Clothoïde :**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dés l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération Transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

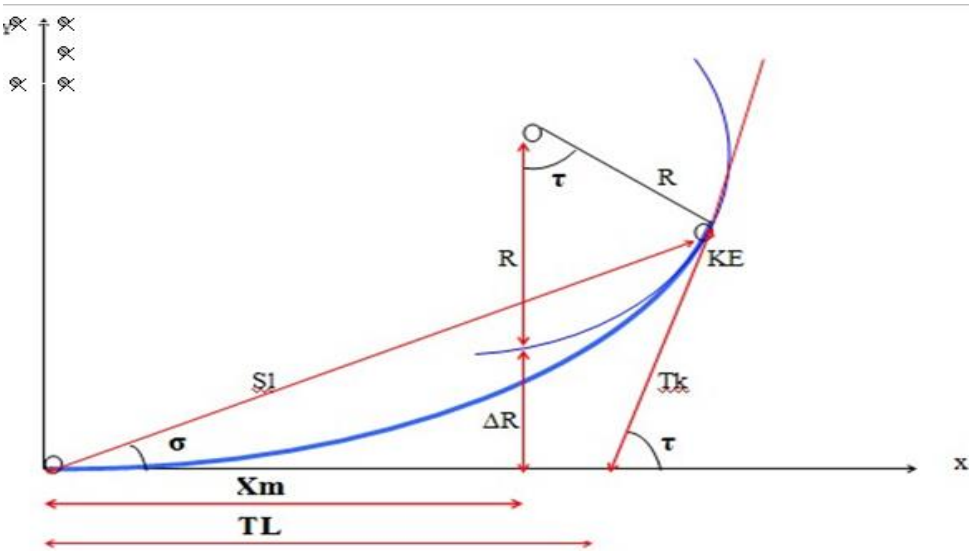


Figure IV-1: élément de la clothoide

- ⇨ R : rayon de cercle.
- ⇨ L : longueur de la branche de clothoïde.
- ⇨ A : paramètre de la clothoïde.
- ⇨ KA : origine de la clothoïde.
- ⇨ KE : extrémité de la clothoïde.
- ⇨ ΔR : ripage.
- ⇨ τ : Angle des tangentes.
- ⇨ TC : tangente courte.
- ⇨ TL : tangente langue.
- ⇨ σ : Angle polaire.
- ⇨ SL : corde (KE – KA).
- ⇨ M : centre du cercle d'abscisse XM.
- ⇨ XM : abscisse du centre du cercle de M à partir de KA YM : ordonnée du centre de
- ⇨ cercle M à partir de KA.

✓ **Expression mathématique de la Clothoïde :**

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne :

$$K = C \cdot L \quad \text{et } K = \frac{1}{R} \rightarrow L \cdot R = \frac{1}{C} \rightarrow \frac{1}{R} = C \cdot L$$

On pose : $\frac{1}{C} = A^2 \rightarrow L \cdot R = A^2$

✓ **APPLICATION AU PROJET :**

Tenant compte de toutes les contraintes rencontrées sur le terrain telles que les lignes électriques, les traversées d'oueds et croisement avec le réseau routier existant, le tracé est marqué par des successions d'alignements droits raccordés par des courbes ouvertes.

Le rayon minimum utilisé est de 400m, situé entre RHm et RHN. Il est utilisé une Seule fois, pour contourner le monticule situé sur la droite en début de projet.

Figure IV-2: détail de la courbe en plan

point	X(m)	Y(m)	R(m)	V (km /h)
P1	341392.907	4005763.807	1000	130
P2	341965.209	4004939.396		
P3	341877.902	4003949.313		

➢ **Calcul des Gisements**

$\Delta X_1^2 = X_{P2} - X_{P1} =$ **572.302m.**

$\Delta Y_1^2 = Y_{P2} - Y_{P1} =$ 824.411**m.**

$$G_1^2 = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) = \frac{|689.06|}{|510.96|} = 59.37 \text{ gr.}$$

$G_1^2 =$ **55.23**

$G_2^1 = 200 + G_1^2 =$ **255.23 gr**

$\Delta X_2^3 = X_{P3} - X_{P2} =$ **572.302m**

$\Delta Y_2^3 = Y_{P3} - Y_{P2} =$ **824.411m.**

$$G_3^2 = G_2^3 + 200 = 255.23gr$$

ΔX_1^3= X_{P3}– X_{P1}=**484.995m.**

ΔY_1^3= Y_{P3} – Y_{P1} =**1814.494m.**

$$G_3^1 = G_1^3 + 200 = 214.96gr$$

Calculer des angles

$\gamma = G_2^1 - G_3^2 = 49.81g$

- **Calculer de tangente**

T=tan($\gamma/2$)xR=521.16m

- **Calculer la longueur d'arc**
  Larc =3.14x R (γ /200) **=545.9m**

- **Calculer des coordonnées des point singulier**
  KA1 et KE1
  $X_{KA1} = X_2 - Tx\ sin\ G_1^2$

$$X_{KA1} = 341081.406\text{m}$$

- $Y_{KA1} = Y_2 - Tx\ cos\ G_1^2$

$$Y_{KA1} = 4006131.207\text{m}$$

- $X_{KA2} = X_2 + Tx\ sin\ G_2^3$

X_{KA2} =**342006.42m**

- $Y_{KA2} = Y_2 + T \cdot COS\ G_2^3$

Y_{KA2}=**4005459.608m**

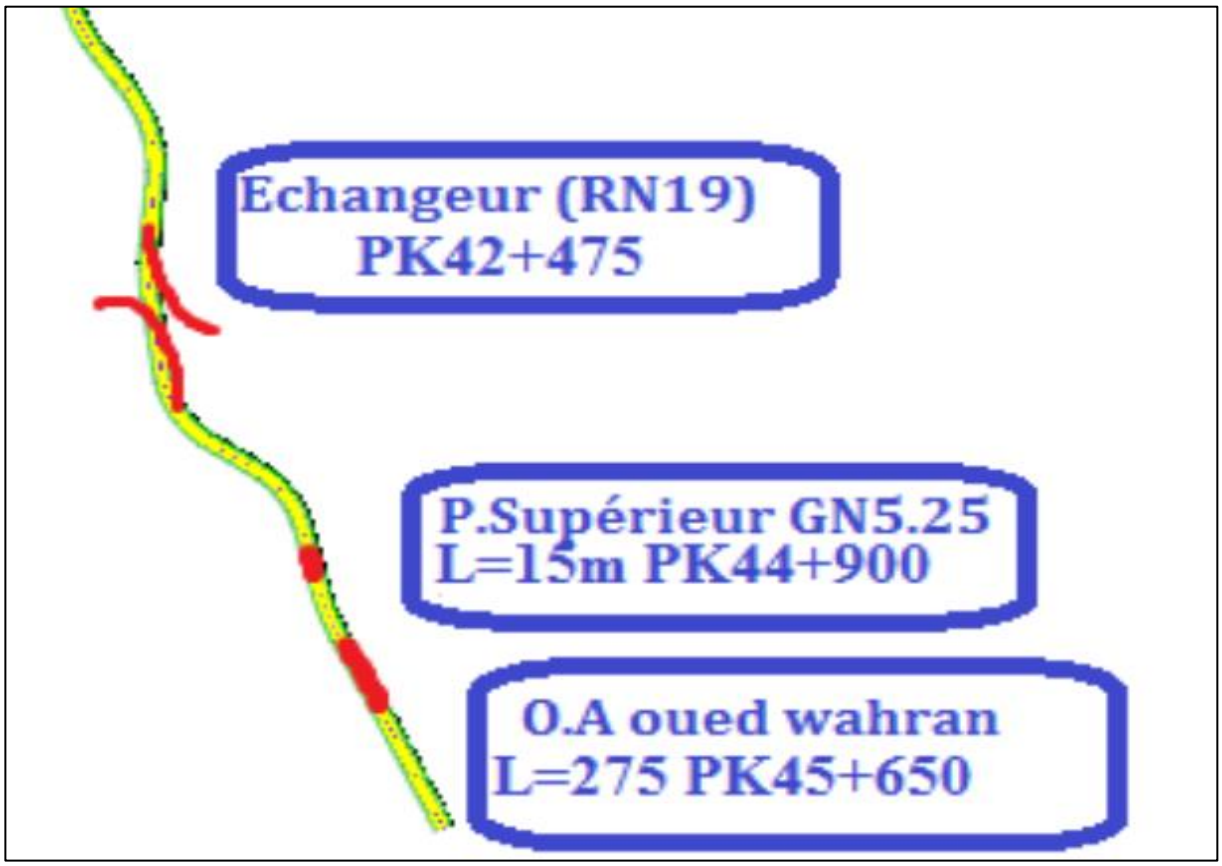


Figure IV-3:TRACE EN PLANE

IV.4 Description du tracé

Le tracé a une longueur de 6 KM. Il prend origine OULED FARES (PK42) et passe par ECHENGEUR DE CHATAI (PK 42) en suite il passe par (PK 45) après il franchit OUED SLY (PK48).

IV.4.1 Nature des terrains traverses par le projet

- Terrains vallonnés.
- Zones montagneuses.
- Agglomérations à faible densité.

IV.4.2 Les oueds traversent par le projet :

Les principaux OUEDS traversé lors de l'élaboration du tracé en plan sont cités si après. (PK 46+725) OUED WAHRAN

IV.4.3 Les principaux axes routiers croisent :

CW 19 au PK 42+475

GN 5.25 au PK 44+900

IV.4.4 Réseaux électriques

Des lignes électriques MT et HT ont été identifiées à de nombreux endroits où ils croisent notre axe sur le réseau et sont indiquées sur le plan de contraintes de réseaux.

	Pk du croisement avec l'axe de l'autoroute				
Lignes électriques220 KV	43+55	44+876	45+300	46	47+700
Conduite de gaz	-	44+500	45+675	/////////	////////////S

Figure IV-4: les localisations des croisements avec réseaux d'électricité et conduites de gaz

IV.5 PROFIL EN LONG :

IV.5.1 Profile en long (terrain naturel)

Altitude maximale de 117m.

Altitude minimale de 93m.

IV.5.2 La ligne rouge de projet

Altitude minimale de 100m.

Altitude maximale de 109m.

Déclivité minimum : imin = 0.56 %.

Déclivité maximum : imax = 5,99%.

Rayon minimal en angle saillant : 6100 m.

Rayon minimal en angle rentrant : 3100 m.

IV.5.3 Déblais et remblais

Déblais : couleur JAUNE

Remblais : couleur ROUGE

Hauteur maximale de déblais8.79m

Hauteur maximale de remblais 7.13m

IV.5.4 Les longueurs des viaducs

1er viaduc (au pk46+026) 252 m.

3.5 Conclusion :

Le tracé possède généralement une faible pente longitudinale, des ouvrages d'art, des remblais et des déblais importants. La présence de nombreux méandres d'oueds et de collines élevées en bordure de celles-ci impose toutefois des problèmes sur le tracé, afin de limiter le nombre de traversées d'oueds, d'ouvrages d'art et des mouvements de terre (remblais et déblais) importants.

IV.6 Profile en travers

IV.6.1 Définition :

C'est la troisième phase d'une étude géométrique. Il se définit comme la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire au tracé en plan, dans laquelle il s'agit de définir les différents détails du plan perpendiculaire à l'axe de la route tel que :

- Nombre et largeur des voies
- Accotement
- Zone de sécurité (surlargeur, bande dérasée de droite).
- Zone de récupération (dégagement latérale).
- Berme.
- Terreplein centrale (TPC)
- Rôle de séparation.
- Rôle de l'environnement (embellissement) et lutte contre l'éblouissement.
- Rôle de drainage

IV.6.2 Profil en travers type de projet :

Tableau IV-3 : LES DONNEE DR PROFIL EN TRAVERS

Description	Largeur(m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation 2*3	**3.5**	**6**	**21**
Terre-plein central (T.P.C)	**3**	**1**	**3**
-Bande dérasée de gauche (B.D.G)	**0.5**	**2**	**1**
-Bande médiane (B.M)	**3**	**1**	**3**
Accotement	**1.50**	**2**	**3**
–Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	**3**	**2**	**6**
-La berme	**1**	**2**	**3**
Totale			**32**
Devers en section droite			
-chassée	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)	4%vers l'extérieur.		
-Berme extérieure	8%vers l'extérieur.		

Devers en courbe	
-chaussée -Bande dérasée de gauche(B.D.G) -Bande d'arrêt d'urgence.(B.A.U)	7%(maximum). Identique à celle de la chaussée. Identique à celle de la chaussée.

V. LES CUBATURES

V. LES CUBATURES

V.1 Introduction

Les cubatures de terrassement, c 'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet. Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

V.2 Méthode de calcul

Les cubatures sont des calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans le projet. Elles sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD (surface déblai) et SR (surface remblai) pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet. 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 et rapide, mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs. Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats. On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

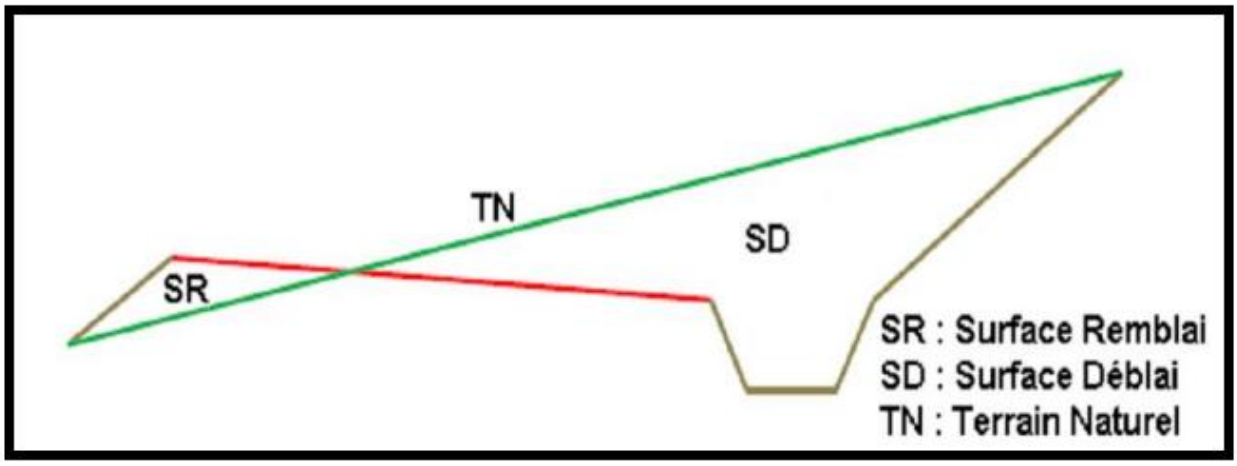


Figure V-1 :surface remblai et surface deblai

V.3 Description de la méthode SARRAUS

Le principe de la méthode consiste à calculer le volume de déblai ou de remblai des tronçons compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

V=$\frac{l}{6}$(s1+s2+4xsmoy)

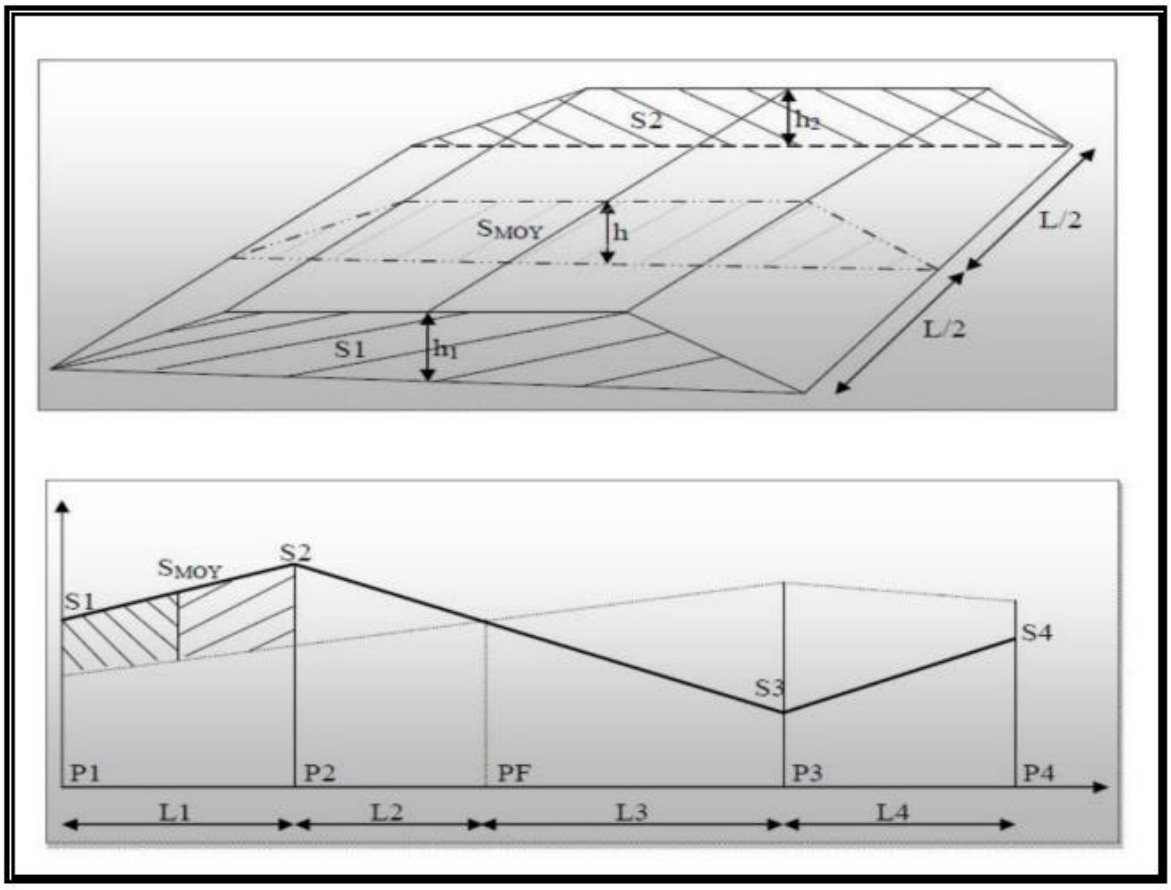


Figure V-2: Principe de la méthode sarraus

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

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

$$\mathbf{V}=\boldsymbol{v}=\frac{\boldsymbol{l}}{\boldsymbol{6}}(\boldsymbol{s0}+\boldsymbol{s1})$$

V.4 Application au projet

Le calcul des cubatures s'est effectué à l'aide de logiciel Piste 5. Les résultats du calcul sont joints en annexe. Les volumes de terrassement de notre projet sont les suivants

- **VT (déblai) = 100196 m**
- **VT(remblai) = 540174 m**
- **ΔV= 439978 m > 0 m**

Le calcul des cubatures se fait à l'aide logiciel piste 5.06

VI. Etude Géotechnique

VI. ETUDE GEOTECHNIQUE

VI.1 Introduction

Dans cette étape de l'étude on s'intéresse aux caractéristiques mécaniques des matériaux à mettre en œuvre. La qualité de la chaussée joue à ce titre un rôle primordial donc un programme de reconnaissance géotechnique a été fait à fin d'obtenir le comportement géotechnique du sol. La campagne de reconnaissance géotechnique a été réalisée par le CTTP pour le compte de l'ANA, cette compagne compte dans notre tronçon sept (5) puits d'exploration avec des prélèvements des échantillons pour analyses au laboratoire.

VI.2 La campagne des reconnaissances :

- Visite du site et interprétation des photos.
- L'étude des archives et documents existants (carte géologique, levée topographique…).
- L'exécution des puits d'explorations et de forages.
- L'installation des piézomètres.
- Une série d'essais mécaniques in situ.
- Une batterie d'essais au laboratoire.

VI.3 Présentation géographique et géologique

VI.3.1 CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

Le Bassin intra montagneux du Chélif est situé dans le nord de l'Algérie, dans l'Atlas Tellien (Figure 2.1). C'est un bassin de formation post-tectonique qui s'étend dans le sens Est-Ouest, et qui est délimité au Nord par les montagnes du Dahra et du Bou-Maad constituées de terres allochtones formées entre le Crétacé et l'Oligocène supérieur. Il est délimité au Sud par les montagnes Ouarsenis constituées également par des formations allochtones durant le Jurassique inférieur et le Crétacé.

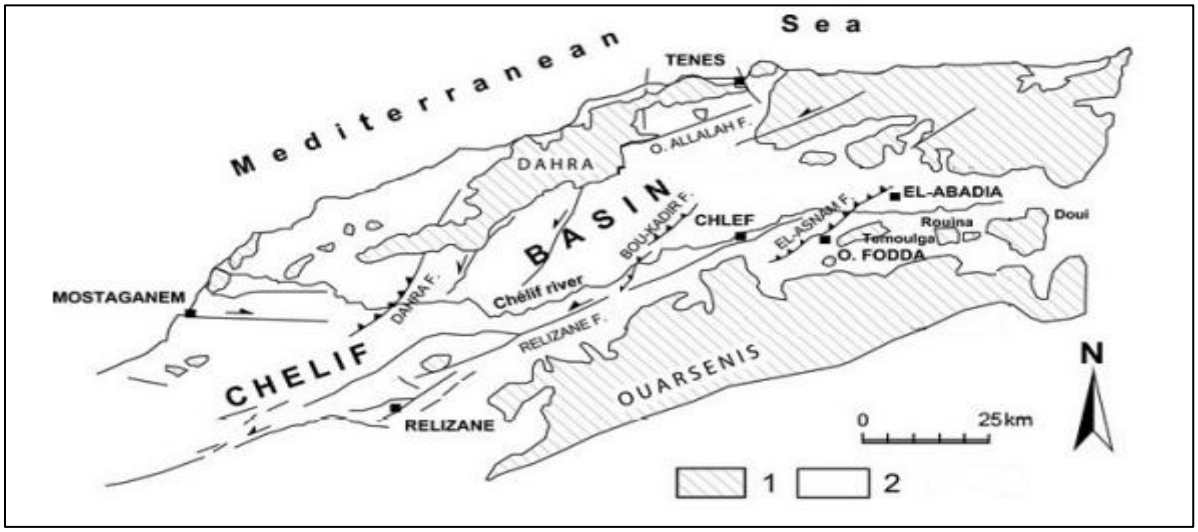


Figure VI-1Carte géologique du bassin du Chélif (Meghraoui et al., 1986). 1 : socle Antée-néogène, 2 : bassin néogène

D'un point de vue structurel, le Bassin de Chélif est le résultat d'une dépression post-tectonique créée durant le Néogène par les contraintes d'intensives qui ont touché cette région à partir du Miocène inférieur jusqu'au Miocène moyen. Du point de vue stratigraphique, des sédiments

formés durant le Moi-plio-quaternaire recouvrent un substrat formé des terres métamorphiques du Mésozoïque.

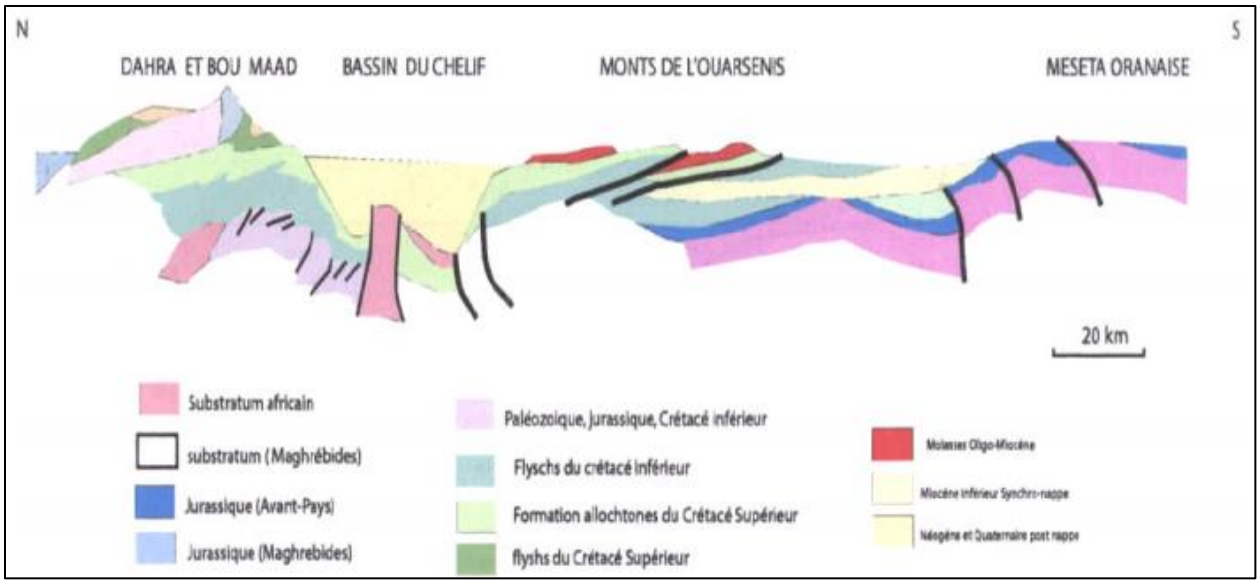


Figure VI-2: Coupe structurale régionale recoupant les éléments structuraux de l'Ouest Algérien (Meghraoui ; 1996)

Le fond du bassin formé principalement au Miocène est composé des marnes bleues et des grès calcaires gris du Burdigalien supérieur et du Langhien-Serravallien, recouverts eux-mêmes durant le Tortonien par une formation de calcaires, de marnes et de grès. Durant le Messinien, une formation successive de marnes bleues alterne avec des diatomites, des calcaires corallifères et des blocs massifs gypseux (évaporites), eux-mêmes interstratifiés de marnes et de grès. Le Pliocène est marqué par des conglomérats de grès, de grès carbonatés, de calcantite et de marnes. Des grès friables rouges et des dépôts sablo-limoneux marqueront l'essentiel du Quaternaire.

VI.4 Programme de l'investigation géotechnique :

Nous avons effectué des essais in situ et au laboratoire nécessaires afin de déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques des sols de la section d'étude.

VI.4.1 Présentation des essais :

- **Essais in situ :**

• Sondage carottés.

• Puits de reconnaissance.

- **Les essais au laboratoire :**

Les matériaux prélevés ont été soumis aux essais d'identification suivants :

- Analyse de granulométrie par tamisage.

- Détermination des limites d'Atterberg.

- Valeur au bleu de méthylène.

- Essai Proctor Normal/Modifié.

- Essai CBR.

VI.5 RESULTATS DES ESSAIS :

Résultats des essais in situ :

L'investigation géotechnique sur site a porté principalement sur la réalisation du programme géotechnique remis par le bureau d'étude chargé de l'affaire. Ce programme comporte, l'exécution de cinq (5) puits réalisés à la pelle mécanique. La réalisation des puits à la pelle mécanique établir les coupes lithologiques des couches traversés, de prélever des échantillons qui vont servir à la détermination des caractéristiques intrinsèques de ces sols.

✓ **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 forages de puits sont exécutés à la profondeur de 4m et l'emplacement de tous ces puits est figuré sur le plan d'implantation ci-après et leurs résultats sont présentés dans le tableau

Tableau 0-1**: Etat actuel des puits de reconnaissance et résultats.**

PUITS	PREFOUDER	Description
01	1.5m	Argiles limoneuses peu plastiques
02	1,5m	Argile plastique
03	1,5m	Argile plastique
04	1,5m	Limon peu plastique
05	1,5m	Limon peu plastique

✓ **Sondages carottés :**

Le tableau suivant représente le niveau de la Nappe Phréatique :

Tableau 02:Résultats des sondages carottés

SONDAGE N°	Pk	Prof	Niveau de la Nappe(m)
SDT-001	46.072	9	Pas trouvé
SDT-002	46.185	13	Pas trouvé

SDT-003	47.337	29	13.20

VI.6 Résultats des essais au laboratoire

- **Résultats des essais physiques :**
  - ✓ **Puits de reconnaissance**

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

Tableau 0-3: Résultats des essais physiques relatifs aux puits de reconnaissance

N°	PK	Profonde (m)	Propriétés physique			VBS		Granulométrie (%)		
			W_N%	Y_{HMUD} KM /m^3	Y_{SECH} KM/m^3	W_L %	I_P		2m m%	0.08m m%
PT01	42.120	0.6	15.5	1.94	1,68	30	16	1.73	94	74
PT 02	43.000	0.7	18.3	1.94	1.64	43	21	5.00	98	92
PT 03	44.000	1.4	26.4	2.04	1.71	56	23	4.66	100	99
PT 04	45.700	1.1	11.9	1.92	1,77	48	24	2.14	96	80
PT 05	46.47	1.5	13.8	1.9	1.6	28	15	1.7	92	73

- ✓ **SONDAGES CAROTTES**

Les essais en laboratoire réalisés sur l'échantillonnage prélevés des sondages carottés (phase EX E) ont fait l'objet des essais suivants :

- ❖ Déterminer la teneur en eau naturelle ;
- ❖ Déterminer la masse volumique (densité apparente);
- ❖ Analyse granulométrique par tamisage et sédimentation ;
- ❖ Déterminer le bleu de méthylène ;
- ❖ Déterminer les limites de consistance d'Atterberg (LL et LP)

Tableau 0-4:Résultats des essais physiques relatifs aux sondages carottés

N°	PK	Profondeur (m)	Propriétés physique			Limites d'Atterberg			VBS	Granulométrie (%)	
			W_N%	Y_{HMUD} KM /m^3	Y_{SECH} KM/m^3	W_L %	W_P%	I_P		2mm%	0.08mm%
SDT 01	46.072	9	7.49	1.75	1,63	52	26	26	…..	85	60
SDT 02	47.337	29	10.79	1.90	1.64	34	17	17	……..	89	63

- **Résultats des essais mécaniques :**

Les caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

Tableau 0-5Résultats des sondages carottés

N°	PK	Profondeur (m)	Indice CBR	Proctor	
				Y_{DMAX} T /m^3	W_{OPT} %
PT 01	42.500	3,5	7.5	1.93	14.7
PT 02	42.000	3	6.7	1.77	19.3

- **Résultats des analyses chimiques :**

Les résultats des essais chimiques effectués sont les suivants

Tableau 0-6: Résultats des analyses chimiques

	PK	Profondeur (m)	ANALYSE CHIMIQUE		
			SULFATE SO_4	CHLORURES CL	CARBOANATS $CaCO_3$
PT 01	42.120	5.30	0.03	0.04	24.54

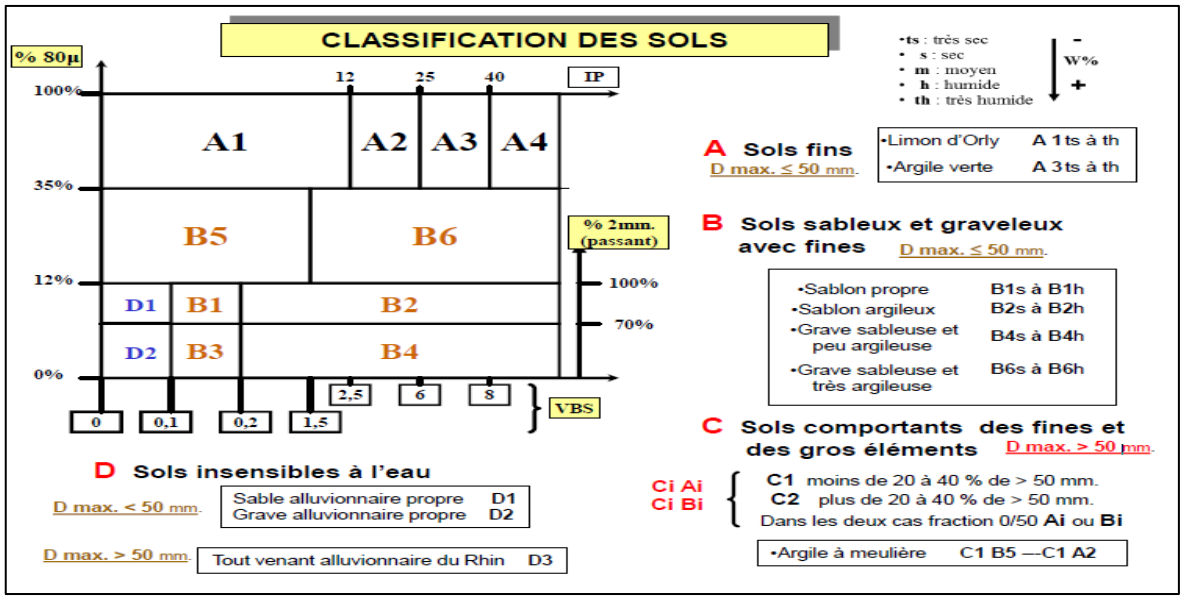
PT 02	43.000	2.9	0.14	0.02	18.34
PT 03	46.375	3	0.11	0.06	14.56

VI.7 CLASSIFICATION DES SOLS :

- **Classification GTR :**

Selon la technique de réalisation des remblais (GTR-SETRA/LCPC Fascicule I et II SEPT1992), les paramètres retenus pour la classification des sols se rangent en deux catégories :

- Paramètre de nature : la granulométrie.
- Paramètre d'état :
- Etat très humide (th).
- tat humide (h).
- Etat humide moyenne (m).
- Etat sec (s).
- Etat très sec (ts).



- **INTERPRETATION DES ESSAI**
  - ✓ **. A PARTIR DES PUITS DE RECONNAISSANCE :**
- **. Granulométrie :**

Les résultats des essais granulométriques effectués sur les échantillons issus des puits de reconnaissances implantés entre le PK42+500 et le PK48+000 montrent une prédominance de Sol fin (argile, limon et sable) avec Dmax<50 mm et tamisât à 80 m>35% . D'après la classification GTR notre sol est de classe A.

A1(Sable limoneux)

- **Limites d'Atterberg :**

Les limites d'Atterberg dépendent étroitement de la granulométrie des échantillons; les valeurs des limites de liquidité et celles de l'indice de plasticité augmentent régulièrement avec le taux d'éléments fins (limons et argiles). **($IP=W_L-W_P$)**

Pour identifier idéalement notre sol, on suit la classification suivante :

- $IP<12$: Faiblement argileux.
- $12\leq IP<25$: Moyennement argileux.
- $25\leq IP<40$: Argileux.
- $IP\geq 40$: Très argileux.

. Argiles plastiques (**PK42+120***)*, avec :

IP %= 16. 00 Donc **A_{1h}**

. Argiles très plastiques (**PK44+000***)*, avec :

IP% = 33.00

Tenuer de l eau

- **Portance du sol support :**

Les valeurs des I_{CBR} varient dans la majorité des cas, entre 1 et 4, ce qui dénote des sols de très faible portance (classe de portance de type S4).

✓ **A PARTIR DES SONDAGES CAROTTES** :

Granulométrie :

Les sols identifiés de part et d'autre de la zone rocheuse où sont pour la plus part riches en fines ; le tamisât à 80 µm est de plus de 50 %.

Limites d'Atterberg :

A partir du PK **42+500,** les sols sont majoritairement **plastiques à très plastiques** avec :

$24 \leq IP \leq 41$.

Tableau 0-7:CLASSIFICATION DE GTR

Puits	Classification Selon GTR	Classification de CASAGRANDE (Nature de sol
Pt 01	a classe A_1 et la sous classe A_{1h}	Argile peu plast

Pt 02	classe A_2 et la sous classe A_{2m}	Argile peu plastique
Pt 03	classe A_2et la sous classe A_{2h}	Argile tres plastique
Pt 04	classe A_2 et la sous classe A_{2ts}	Argile peu plastique
Pt 05	classe A_1 et la sous classe A_{1h}	Argile peu plastique

VI.8 Interprétation des résultats :

- **Lithologie :**

Sur le plan lithologique le sol est constitué généralement de tuf (Calcaire blanchâtre friable), avec des zones constituées de l'argile limoneuse.

- **Présence d'eau :**

Le niveau de la nappe Phréatique se trouve à 13.20m.

- **Analyses chimiques :**

Selon les résultats des essais chimiques, la teneur en sulfate varie de 0,02 à 0.10%, ce qui signifie que des parties dece milieu sont plus agressif que d'autre.

VI.9 Conclusions et recommandations :

Pour notre tronçon l'indice de CBR est faible donc on prévoir une couche de forme.

Ats : D'après GTR. (Sols normalement inutilisables en l'état). Donc Le sol entre PK (45+800) on ne peut pas l'utiliser comme un déblai mis en remblai.

A2m : Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne. Avec un compactage moyen et Pas de condition particulière à recommander.

A_2h sont difficilement réutilisables en remblai à cause de leur faible portance. Leur mise en œuvre en l'état nécessite :

- Un compactage faible
- Hauteur du remblai faible ≤ 5 m.
- **Matériaux de couche de forme**

Pour qu'un matériau puisse être employé en couche de forme il faut qu'il satisfasse aux critères suivants :

- L'insensibilité à l'eau ;
- La dimension des plus gros éléments ;

- La résistance sous circulation des engins de chantier ;
- L'insensibilité au gel, le cas échéant.

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

VII.1 Introduction :

La méthode de dimensionnement des structures d'apport (couches d'assises et la couche de roulement) utilisée dans la présente étude se base à la fois sur la méthode algérienne et la méthode C B R.

Les épaisseurs des couches seront validées à l'aide du logiciel ALIZE qui permet de vérifier à partir d'un modèle élastique linéaire fondé sur la méthode Burmister, les déformations verticales et tangentielles à différents niveaux de la structure par rapport aux valeurs limites admissibles calculées selon le catalogue Algérien des chaussées neuves

VII.2 Facteurs d'études de dimensionnement :

Toutes les méthodes de dimensionnement sont basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés aux :

. Le trafic.

. La durée de vie.

. Les données climatiques.

. Le sol support de chaussée.

. Le risque de calcul considéré.

. Les caractéristiques des matériaux.

VII.3 Méthodes de dimensionnement :

On a deux méthodes :

. Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les Performances des Chaussées.

. Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des Chaussées.

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

. La méthode de C.B.R (California - Bearing - Ratio)

. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

. La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Pour dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont :

La méthode dite CBR et la méthode de C.T.T.P

VII.4 Méthode du catalogue (CTTP)

VII.5 Description de la méthode

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà précalculées. Ces structures précalculées font appel à la connaissance d'un certain nombre de documents d'accompagnement (normes, guides techniques, recommandation…). La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches couplées : Approche théorique – empirique.

- **Les données climatiques :**

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistance, c'est-à-dire température équivalente eq, en tenant compte de cycle de variation de température de chaque année. La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site d'après le «catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP 2001) », le site de projet est classé en zone 2 (wilaya de Chlef).

- **TRAFIC ET COMPTAGE :**

L'année de mise en service 2017

$TJMA_{2019}$=9209 V/J

$TJMA_{2025}$=11652.32V/J

PL = 24%

N_{PL2025}= 2796.55 PL/j/sens

N_{PL2045}= 6127.58PL/j/sens

N_{PL2025} = 2237.24 PL/J/Voie la plus chargée

N_{PL2045}=4902.06 PL/J/Voie la plus chargée

- **Détermination du type de réseau principal :**

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivants (tableau 1):

Tableau VII-1: classification des réseaux principaux

Réseau principal	Trafic (véhicules/jours)
RP1	>1500V/J
RP2	**>1500V/J**

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

Il s'agit d'une infrastructure autoroutière.

Donc le réseau principal est **RP1**.

- **Détermination de la classe de trafic :**

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

Classe TPLi pour RP1 :

Tableau VII-2: classes de trafic

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 : 1500<2237.24<3000

==>la classe de trafic est TPL6

- **Calcul de trafic poids lourd cumulé :**

Le TCI est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie) est donnée par la formule suivante :

$$\mathbf{TCI=TPL_i x 365 x \frac{(1+\tau)^n-1}{\tau}}$$

$$TCI=2237.24 x 365 x \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.4}$$

$TCI=24.31 x 10^6$PL/J/vois

- **Calcul de trafic cumulé équivalent :**

Il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

TCEi = TCi× A

A : coefficient d'agressivité de poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes. En fonction de réseau principal RPi.

A = 0.6 car la chaussée à matériaux traité au bitume et le réseau **RP1.**

Donc : **$TCEi = 24.31\times10^6 \times 0.6$**

➔**$TCEi =14.58\times10^6$PL/J/vois**

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

- **Détermination de la classe du sol support de chaussée :**

Les classes de portance des sols par ordre croissant répertoriées dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves sont les suivantes tableau :

Tableau VII-3: classes du sol support

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

- **Amélioration de la portance du sol support :**

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes. Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs des couches de formes, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VII-4: Amélioration de la portance du sol support

Portance du sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF (cm)	Portance visée
S4<	Non traité	50 (2COUCHE)	S3
S4	Non traité	35	S3
S4	Non traité	60(2 COUCHE)	S2
S3	Non traité	40(2COUCHE)	S2
S3	Non traité	70(2COUCHE)	S1

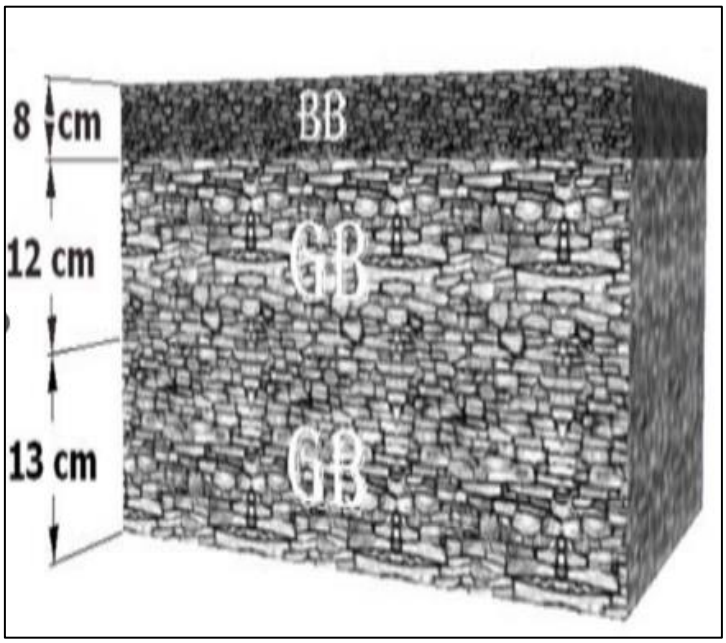
Dans le cadre de notre tronçon **(PK42+520 au PK48+720),** les sols recensés ont un indice CBR de 2 dans la majorité des cas, la classe de portance est donc **S4,** notre sol doit être surclassé (S4➔ S2), on adopte une couche de forme **de 60 cm de TUFF** réalisée en deux couches.

VII. DIMENSIONNEMENT CORPS DE CHAUSSÉE

-Choix du dimensionnement :

Pour l'autoroute:

Nous sommes dans le réseau principal (**RP2**), la zone climatique **II,** durée de vie de **20 ans**, taux d'accroissement (**4%),** portance du sol **(S2**) et une classe du trafic **(TPL6).**Avec toutes ces données, le catalogue Algérien **(fascicule 3)** propose la structure suivante :



- **Calcul de la déformation admissible sur le sol support (ξz, adm) :**

$\xi z, adm = 22.10^{-3} . (TCEi)^{-0.235}$

$\xi z, adm = 22.10^{-3} . (24.31\times10^{6})^{-0.235}$

$\xi z, adm = 4.75\times10^{-4}$

- **Calcul des sollicitations admissibles des matériaux :**

Tableau VII-5: Matériaux traités au bitume

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

$\xi_{t, adm} = \xi 6(10°,25Hz).kne.k\Theta.kr.kc$

- **ξ6(10°,25Hz)** : déformation limite détenue au bout de 106 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).

- **kne :** facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalent supporté par la chaussée.
- **kΘ :** facteur lié à la température.
- **kr :** facteur lié au risque et aux dispersions.
- **kc :** coefficient de calage.
- **b :** pente de la droite de fatigue du matériau traité (b<0).
- **E(10°C) :** Module complexe de matériaux bitumineux.
- **E(Θeq)** : Module complexe du matériaux bitumineux à la température équivalente qui est de la zone climatique d'étude.
- **δ :** en fonction de la dispersion.
- **SN :** dispersion sur la loi de fatigue.
- **Sh :** dispersion sur les épaisseurs (en cm).
- **c :** coefficient égal à 0.02
- **t :** fractile de la loi normale qui est en fonction de risque adopté (r%).

- **Kne =$(TCEI/10^6)^b$ =$(24.31x10^6/10^6)^{-0.146}$ ➔ Kne =0.6**
- **Kθ= ($\sqrt{\frac{E(10^0C.10HZ)}{K(\theta eq,10HZ)}}$ = 1.3 ➔ Kθ=1.3**

- **Kr = $10^{-tb\delta}$ = $10^{-1,645\ .\ 0,146\ .\ 0,61}$ = 0.7 ➔ Kr=0.7**
- **δ =$\sqrt{\left(\frac{c}{b}SN\right)^2 + (SH^2)}$ ➔ δ =0.6**

$$\xi_{t,\,adm} = 76X10^{-6}$$

VII.6 Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

VII.7 Présentation de la méthode

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

Tableau VII-6 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.

Matériaux utilizes	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.5
Grave bitumen	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75

Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
TUF	0.60

$$e = \frac{100+\sqrt{P}\left(75+50\log\frac{N}{10}\right)}{ICBR\ +5}$$

- **N** : désigne le nombre moyen des camions dépassant 1500 Kg à vide
- **P** : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)
- **Log** : logarithme décimal
- **ICBR** : indice portant C.B.R

L'épaisseur Equivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

e = a1xe1 + a2xe2 + a3 xe3

a1 xe1 : couche de roulement

a2 xe2 : couche de base

a3 xe3 : couche de fondation

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couche

- **Coefficient d'équivalence pour les différents matériaux :**

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant

Tableau VII-7: Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.

Matériaux utilizes	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.5
Grave bitumen	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20

Sable	0.50

APLICATION DE PROJET

D'après le rapport géotechnique, on prend un indice de (**C.B.R = 4.1**)

- **TJMA** $_{2025}$= 12437$_{v/j/sens}$.
- **TJMA** $_{2045}$= 27251$_{v/j/sens}$.
- **PL** =24%

Répartition transversal du PL sur la voie la plus chargée:

On a : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite ;

- **N (PL)**= 4135.12 PL/j/plus voix de charge
- **CBR du sol naturel = 2** (d'après les deux sondages qui ont été fait au pk 42 et pk45

$$\mathbf{e = \frac{100+\sqrt{P}\left(75+50\log\frac{N}{10}\right)}{ICBR\ +5}}\mathbf{=68.65\ cm}$$

DONC e =70 cm

$\mathbf{E_{eq}}$ **= a1xe1 + a2xe2 + a3 xe3**

e3=(Eeq − 2x6 − 1. 5x10) ➔ e3= 30cm

Tableau VII-8épaisseurs des couches

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence
Roulement	**BB**	**2**
Base	**GB**	**1.5**
FONDATION	**GNT**	**1**

Ce qui confirme le dimensionnement selon la méthode catalogue.

- **Vérification par ALIZE III de la structure retenue par le catalogue:**

Tableau VII-9: Résultats de calcul par Alize II

épaiss. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdéf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdéf)	SigmaZ (MPa)
0,080	5400,0	0,350	0,000	34,2	0,387	2,7	0,660
	collé		0,080	10,2	0,281	50,7	0,554
0,120	7000,0	0,350	0,080	10,2	0,351	36,1	0,554
	collé		0,200	-20,0	-0,111	35,5	0,188
0,130	7000,0	0,350	0,200	-20,0	-0,111	35,5	0,188
	collé		0,330	-70,2	-0,685	65,8	0,020
0,600	100,0	0,250	0,330	-70,2	-0,002	206,7	0,020
	collé		0,930	-62,8	-0,006	100,5	0,007
infini	41,0	0,350	0,930	-62,8	0,000	174,7	0,007

Tableau VII-10:RESULTATS DES DEFORMATIONS

Déformation admissible calculé	Déformation calculé
$\xi z, adm = 0.76 \times 10^{-4}$	$\xi z = 0.702 \times 10^{-4}$
$\xi t, adm = 4.75 \times 10\text{-}6$	$\xi t = 1.747 \times 10^{-4}$

Donc : **$\xi t, < \xi t, adm$ et $\xi z, < \xi z, adm$**

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

DONC **La structure: 8 BB + 12 GB +13 GB+60TUF est La structure retenue.**

VIII. Assainissement

VIII. Assainissement

VIII.1 INTTRODUCTION :

La présente étude hydraulique, nécessite la connaissance des données hydraulique pour la détermination des débits de crues de différentes fréquence (décennal, cinquantaine, centennales) aux diverses traversées de la route par les écoulements Natural.

Les ruissellements des eaux en surface de la rSoute engendrent des graves dégâts à cause de mauvais drainage et entretien. Ces dégradations sont citées dans le paragraphe suivant.

VIII.2 TYPES DE DEGRADATION :

- **POUR LES CHAUSSEES :**
  1. Affaissement (présence d'eau dans le corps des chaussées) .
  2. Des enrobages.
  3. Nid de poule (d'égal, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
4. Décollement des bords (affouillement des flancs).

- **POUR LES TALUS :**
  1. Glissement.
  2. Erosion.

- **Affouillements du pied de talus.**

Le critère de base dans la conception des ouvrages d'assainissement et de drainage sont :

Si c'est possible ; ne pas modifier la géométrie naturelle de cours d'eau.

Maintenir une vitesse minimale dans les ouvrages pour réduire les sédiments.

VIII.3 Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée La méthode Rationnelle dont nous rappelons très sommairement le principe :

$$\mathbf{Q_a = Q_S}$$

- Q_a : Débit d'apport en provenance du bassin versant (m3/s).
- Q_S: Débit d'écoulement au point de saturation (m3/s).

VIII.4 Etude hydrologique :

Pour établir les dimensions des éléments nécessaires au l'assainissement de la liaison autoroutière, on devra commencer pour connus l'hydrologie du local, les caractéristiques des bassins versants et les intensités de précipitation pour la période de retour adopté et pour chaque ouvrage considéré. Pour pouvoir étudier l'hydrologie de la région, nous avons pris deux stations météorologiques, à savoir :

Benairia e EL Asnam



Figure VIII-1Localisation des stations climatologiques

Les des deux stations ci-dessous fournissent les données climatiques tout le long de la liaison autoroutière:

− Benaria du Km 23+000 au Km 37+000;

− El Asnam du Km 37+000 au 48+000.

Les courbes I-D-F (intensité-densité-fréquence) pour l'évaluation des intensités moyennes maximales de précipitation (mm/h) traduites par la formule de Montana:

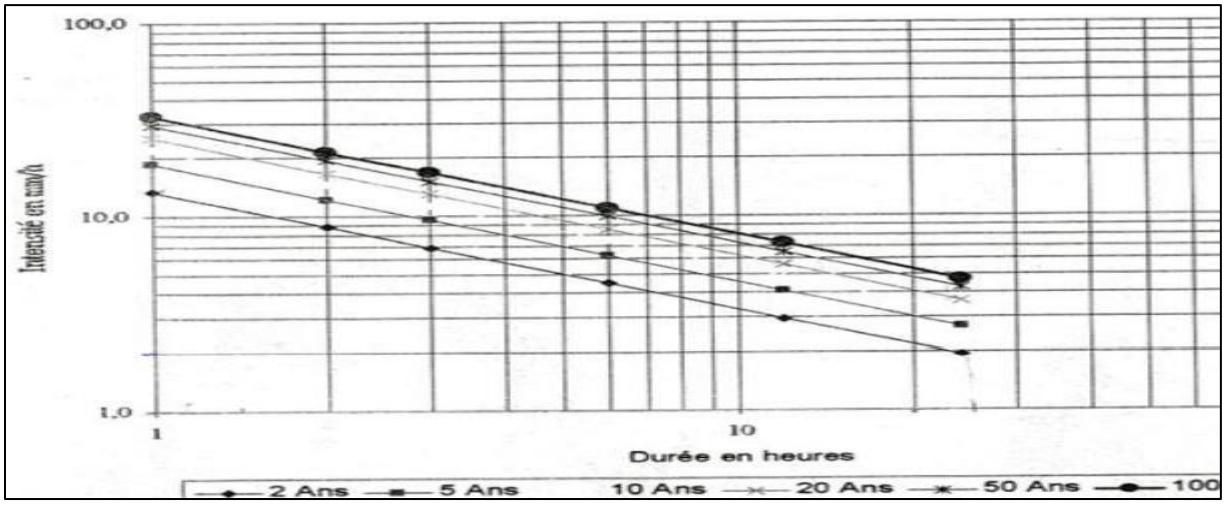


Figure VIII-2: La Courbes Intensité-Duré- Fréquence

$I(t,T)= \alpha(T).t^{-b}$

D0NC

EL ASNAM

Avec b =0.75

ET **α(T)**

Tableau VIII-1Coefficient a pour la station EL Asnam – ANRH

T(ans)		2	5	10	20	50	100
α(T)		16.9	22.2	25.7	29.1	33.4	36.7

i - Intensité de pluie (mm/h);

T - Période de retour (ans);

t - Temps (h);

On admet que l'intensité I(t) est celle dont la durée, sur une courbe IDF, est égale au temps de concentration du bassin. Ce temps est exprimé par **t_c.**

1 Lorsque A< 5KM^2 $T_C=0.127\sqrt{\frac{A}{P}}$ ((Ventura).

- **Estimation du débit de crue :**

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne I de la pluie, et de durée 't'égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode dite rationnelle et elle appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200km2, elle est donnée par :

Q_c=kCIA

- Qa : Débit maximum d'eau pluviale (m3/s).
- C : Coefficient de ruissellement.
- I : Intensité de la pluie exprimée en mm/h.
- K : Coefficient de conversation des unités et est égale à 0.278.
- A : Aire du bassin d'apport (km2).

- **Coefficient de ruissellement :**

Le coefficient de ruissellement « C », qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY (Hongrie) ou C est la somme de trois coefficients partiels

$$C=C_1+C_2+C_3$$

Tableau VIII-2 Valeurs du Coefficient (C1)

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	0.22-0.30

Tableau VIII-3Valeurs du Coefficient (C2)

Perméabilité du sol	Coefficient (C2)
Imperméable	0.22-0.30
peu perméable	0.10-0.20
perméable	0.06-0.10
TRES perméable	0.06-0.5

Tableau VIII-4Valeurs du Coefficient (C3)

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

- **Superficie des bassins versants :**

Une fois identifiés les cours d'eau intersectés par l'infrastructure, la morphologie des bassins hydrographiques concernés ont été caractérisée et leur surface ont été définie par le logiciel «Autocad», qui a délimité toute la zone de drainage vers le cours d'eau, ainsi que tous leurs affluents en amont de la section d'intersection avec la voie routière.

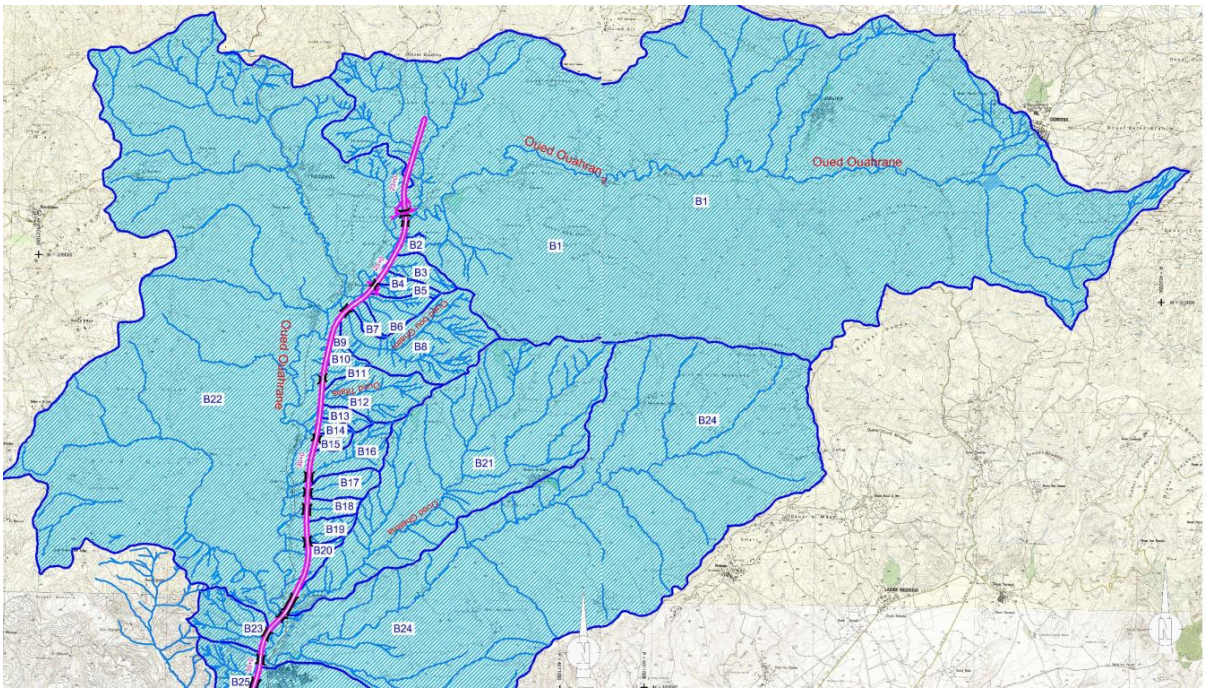


Figure VIII-3: délimitation des bassins versant sur la carte d'état-major

APPLICATION DE PROJET

EXAMPLE BV01 et a(t) =25.7 , b =0.75 , A=0.466 Km^2, T(10 ans) C=0.51

METHEDE DE VEENTURA

Détermination du temps de concentration : Tc=2.741

Détermination de l'intensité I(t) : I(t)=12.06

Déterminations des débits d'apport : $Q_{10=}$ 0.80

Tableau VIII-5 : RESULTE DE DEBET

BV	PK	A	T_C(h)	I_{10}	I_{50}	I_{100}	C	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}
01	43+300	0.466	2.741	12.06	15.678	17.227	0.51	0.80	1.03	1.138
02	43+670	4.540	1.826	16.36	21.26	23.363	0.20	4.13	5.36	5.897
03	45+320	4.920	2.923	11.49	14.94	16.417	0.20	3.143	4.08	4.490

VIII.5 Système de drainage transversal :

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

- **Dimensionnement des buses :**

Exemple : BV 02 (PK43) avec a(t)=33.4 pour T=50ans

Q50=1.03(m3/s)

On a fait le dimensionnement de la buse au PK 43+025, où nous avons un écoulement, pour dimensionner les buses on prend : **Qa=Qs** Avec :

$Qs=S.K_S.J^{0.5}.R.H^{2/3}$

$Qs=K_S.I^{0.5}.\pi.R^2.(R/2)^{2/3}$

$R=(Qa/K_S.I^{0.5}.0,5^{2/3}.\pi)^{3/8}$=0.9095

Alors : on prend des buses de diamètre**Φ1000mm**

K_S=coefficient de rugosité de Strickler ($m^{1/3}/s$)

Ks = 80

Tableau récapitulatif des buses :

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

BV	PK	les valeurs obtenues(mm)	Ouvrages sélectionnés(mm)
01	43+300	0.9095	**Φ1000**
02	43+672	1009.04	**Φ1200**
03	45+321	0.93976	**Φ1000**
04	46+548	OUVRAGE D'ART	L = 275m

VIII.6 Système de drainage longitudinal :

Pour le Dimensionnement des fossés l'estimation du débit de pointe on a 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.

- **Dimensionnement des fossés**

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il ya un grand espace, entre le PK47+ 026 à PK48de longueur 774 m.

La hauteur des talus est importante (environ 8m.79) alors on prévoit des fossés en béton armé d'une forme trapézoïdale.

Dans notre projet nous avons un terrain plat donc les fossés droits et gauches sont de même dimensionnement. Donc :

- Qa = Q c + Q a + Q t
- Q c = K.I.C c .A c
- Q a = K.I. C a .A a
- Q t = K.I.C t .A t

- Qc : débit rapporté par la chaussée.
- Qa : débit rapporté par l'accotement.
- Qt : débit rapporté par le talus.
- Cc : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- Ca : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- Ct : coefficient de ruissellement du talus.
- Ac : surface de la chaussée. Aa : surface de l'accotement.
- At : surface du talus

Calcul de la surface :

On prend 774m de longueur pour le cas plus défavorable :

Calcul les surfaces des bassins versants : T(10ANS)=25.7 , b=0.75

- ✓ Surface de la chaussée : 0.774x14,5 =$11.23x10^{-3}km^2$
- ✓ Surface de la berme : 0.774x1.5= $1.17x10^{-3}$ km^2
- ✓ Surface du talus : 0.774x17.6= $13.62x10^{-3}km^2$

Donc les surfaces inférieures à 5.00 (Km^2) :

Ont calculé a l'aide de la formule d**e VENTURA**

Tableau VIII-6: calcul du débit total

	K	S	PENT	T_C	I(mm/h)	C	Qa	Qa_{totale}
Chaussée	0.278	$11.23x10^{-3}$	2.5	0.085	163.26	0.95	0.484	
B.A.U	0.278	$1.17x10^{-3}$	8	0.015	599.70	0.20	0.058	
TALUS	0.278	$^{-}13.62x10^{-3}$	0.5	0.066	197.37	0.30	0.149	0.691

✓ **Calcul du débit de saturation Qs:**

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

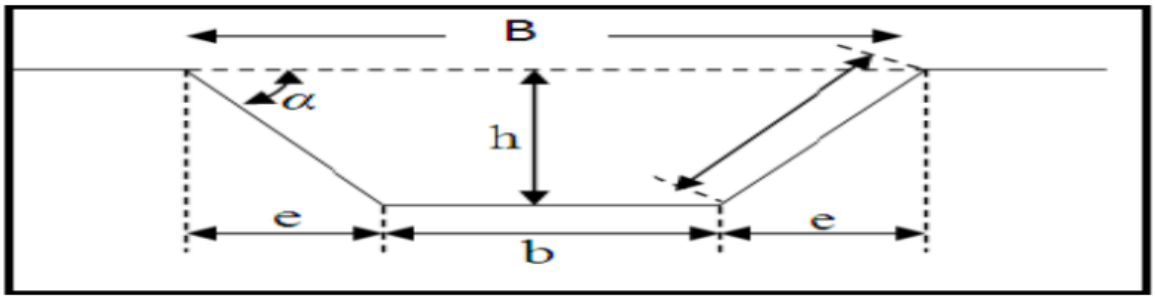
K: Coefficient de Manning-Strickler, (pris égal à k=70 pour fossé bétonné) ;

I: Pente de l'ouvrage d'évacuation ;

R (m): Rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé ;

S (m^2): Section mouillée.

On adopte un fossé de forme trapézoïdale de base **b** et hauteur **h.**



- **La section mouillée :**

Sm= b.h +2(eh/2).

Avec : 1/tg α=m,

d'où : e= m.h Sm = b.h +mh2 => Sm = h (b+mh).

- **Le périmètre mouillé :**

$\mathbf{P_m}$=P+2h$\sqrt{1+m^2}$

- **Le Rayon hydraulique :**

Rh = Sm/Pm = h (b+mh)/ P+2h$\sqrt{1+m^2}$

- **Le calcul se fait par itération :**

Si b=0.5 h=0.5 i=1.5% m=1

Qs=0.732m3 /s sensiblement proche de $\mathbf{Q_{app}}$**=0.691 m3 /s**

Fossé en béton coulé sur place avec **b=0.5 h= 0.5** talus 45° sur une longueur de 774m

IX. CONCEPTION DE L'ECHANGEUR

IX. CONCIPTION D UN ECHANGER

IX.1 Introduction

La conception d'un échangeur est une étape très importante et très déterminante, car elle tient compte du coût du projet et sur sa durabilité, donc on doit préalablement connaître les différents types d'échangeurs et leur condition d'implantation, afin de concevoir l'échangeur le plus adéquat.

IX.2 Définition d'un échangeur

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

- Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- Mixte : quand il assure
- **.** en plus des raccordements de deux autoroutes.

IX.3 Constituons des échangeurs

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

- Ouvrages d'art. (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plan(s).
- Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

IX.3.1 Ouvrages d'art

Désigne un pont, qui assure un passage supérieur ou inférieur, on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

- Le type d'échangeur à implanter ;
- Les contraintes du site d'implantation ;
- Les conditions de coordinations profil en long- trace en plan ;
- Les conditions de réglementations et de conception.

IX.3.2 Bretelles

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croisent. Chaque brettelles se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

Type de bretelle :

Il y a trois types de brettelles, leurs combinaisons nous donne plusieurs types d'échangeurs et leurs utilisations et en fonctions du débit qu'elles vont écouler.

Tableau 0-1: Type de bretelle

Bretelle	boucle	Diagonale	anse
Débit de pointe(v/j)	<1500	500-1000	1000-2000

IX.3.3 Carrefour

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

- **Les différents types de carrefour :**

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

- ✓ **Carrefour a trois branches (en t)** : C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.
- ✓ **Carrefour a trois branches (en y):** C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)
- ✓ **Carrefour a quatre branches (en croix)**

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

- **Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :**

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible. Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond-point.

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

IX.3.4 Les Ilots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les vois de circulation.

- ✓ Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :
- ✓ Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : **1m**.
- ✓ Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : **1m.**
- ✓ Rayon en tête d'îlot séparateur : **0.5 m à 1m.**
- ✓ Longueur de l'îlot : **15 m à 30 m**.

IX.3.5 L'aménagement d'un carrefour :

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant : La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future. Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant :

- ✓ Les vitesses d'approche à vide pratique.
- ✓ Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- ✓ Le respect de l'homogénéité de tracé.
- ✓ La surface neutralisée par l'aménagement.
- ✓ La condition topographique.

IX.4 Disposition d'implantation

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

- ✓ En courbe de faible rayon en tracé en plan.
- ✓ En point haut en profile en long.
- ✓ Dans les zones de grands déblais.
- ✓ Dans les sections en forte déclivité (ce qui impliquerait un allongement des bretellesavals ou amont suivant que le franchissement est effectuée en passages supérieures ou inférieures).

IX.5 Types d'échangeurs

La conception d'échangeur est toujours influencer par plusieurs facteurs comme la composition du trafic, la vitesse. Selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- ✓ Echangeur majeur : raccordement autoroute- autoroute.
- ✓ Echangeur mineur : raccordement autoroute - route.

IX.5.1 Echangeur Majeur

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

- ✓ Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- ✓ Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.
- **Type de Bifurcation :**

Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une excellente liaison avec les caractéristiques autoroutières continues.

N.B : pour le raccordement plus que quatre branches on a recours soit :

- Au giratoire qui comporte ou moins un ouvrage d'art.
- Au directionnel qui comporte beaucoup d'ouvrages d'art.

IX.5.2 Echangeur Mineur

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

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trompette.

Application au projet

IX.6 Choix de l'échangeur

Notre échangeur va relier la pénétrante autoroutière en (2×3voies) avec la RN19. Pour relier ces deux axes routiers nous avons choisis un échangeur mineur du type losange pour les raisons suivantes :

- Cet échangeur relie les grandes agglomérations qui ont de forte activité sociale (Oulad Farès, chattai, et oued sly) dont assure le futur trafic
- L'échangeur de type losange offre une bonne visibilité dont il assure la sécurité.
- Offre une forte fluidité de trafic, en outre permet au poids lourds de circuler tout simplement, et ainsi pour un convoi exceptionnel.
- Faciliter la communication des agriculteurs pour des besoin l'irrigation à travers les deux carrefours.
- Moins couteux.

IX.7 Profils en travers type

- **Bretelles unidirectionnelles**

Ce profil en travers est constitué des éléments suivants:

- ➢ Une chaussée ayant les caractéristiques suivantes:

- En ligne droite ou courbe dont le rayon est supérieur à 100 mètres et la largeur est de 3,50 mètres. Dans les courbes dont le rayon est inférieur à ce dernier, la surlargeur de SL=50/R sera ajoutée;
- Inclinaison transversale variable en fonction du rayon et de la vitesse particulière adoptée;

➢ Une bande dérasée gauche de 1,00 mètre de largeur, dont les couches qui le constituent et l'inclinaison transversale sont identiques à ceux de la chaussée;

➢ Une bande d'arrêt d'urgence de 2,00 mètres de largeur;

➢ Deux bermes de 1,00 m de largeur, qui borne la plateforme et où seront mis en place les gardes rigides du type GBA.

- **Bretelles bidirectionnelles**

Ce profil en travers est constitué des éléments suivants:

➢ Deux chaussées ayant les caractéristiques suivantes:

- En ligne droite ou courbe dont le rayon est supérieur à 100 mètres, la largeur est de 3,50 mètres chacune. Dans les courbes dont le rayon est inférieur à ce dernier, la surlargeur de SL=50/R sera ajoutée;
- Inclinaison transversale variable en fonction du rayon et de la vitesse particulière adoptée;

➢ Deux bandes dérasées de gauche de 1,00 mètre de largeur chacune, dont les couches qui le constituent et l'inclinaison transversale sont identiques à ceux de la chaussée;

➢ Un séparateur de 0,60 mètres de large, rigide en DBA, placé sur l'axe et avec une inclinaison transversale nulle;

➢ Deux bandes d'arrêt d'urgence de 2,00 mètres de largeur;

➢ Deux bermes de 1,00 m de largeur, qui borne la plateforme et où seront mis en place les gardes rigides du type GBA.

- **Voie Directe 1**

Ce profil en travers est constitué des éléments suivants:

- Une chaussée de 4,00 mètres de largeur et inclinaison transversale variable en fonction du rayon et de la vitesse particulière adoptée;
- Une bande dérasée gauche de 0,50 mètre de largeur, dont les couches qui le constituent et l'inclinaison transversale sont identiques à ceux de la chaussée;
- Une bande d'arrêt d'urgence de 2,00 mètres de largeur;
- Deux bermes de 1,50 m de largeur, qui borne la plateforme et où seront mis en place les gardes rigides du type GBA

- **Carrefours**

Le profil de ces carrefours est composé des éléments suivants :

- Une chaussée ayant les caractéristiques suivantes :
  - Largeur de 7,00 mètres, doté de deux voies de circulation de 3,50 m;
  - Inclinaison transversale de 2,0% vers l'extérieur ;
- Une bande dérasée gauche de 0,50 mètre de largeur, dont les couches qui le constituent et l'inclinaison transversale sont identiques à ceux de la chaussée ;
- Une bande dérasée droite de 0,50 mètre de largeur ;
- Une berme de 1,50 m de largeur, qui borne extérieurement la plateforme et où seront mis en place les gardes rigides du type GBA.

- **Profils en travers de l'autoroute**

Tracé comporte les profils en travers de l'autoroute, où se trouvent également représentées les largeurs supplémentaires induites par l'introduction de biseaux et de voies d'insertion et de décélération. Les valeurs adoptées pour les biseaux et les voies d'accélération et de décélération ont été retirées des normes SETRA. La longueur adoptée pour la voie de décélération en sortie directe est de 240 mètres, tandis qu'elle est de 270 mètres pour la voie d'insertion.

Sur l'autoroute, les voies d'insertion et de décélération sont larges de 3,50 mètres, les bandes d'arrêt d'urgence (B.A.U.) de 2,00 mètres avec bermes de 1,0 mètre sont substituées par une bande de guidage de 0,50 m seulement, suivie aussi d'une berme de 1,0 mètre, et les biseaux sont longs de 75 mètres.

Lorsqu'en remblais, la plateforme se termine par un talus, tandis qu'en déblais, à la plateforme se suit un fossé en béton de 1,50 m suivie d'une berme de 0,50 m avec leurs talus.

IX.8 Caractéristiques géométriques en plan et profil en long

Le projet relatif à l'échangeur de Chettia est constitué des éléments suivants:

- Quatre bretelles unidirectionnelles ;
- Deux bretelles bidirectionnelles ;
- Une voie directe ;
- Deux carrefours giratoires ;
- Cinq rétablissements.

Tableau 0-2 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE PROFIL EN LONG

Bretelle ou Voie	Longueur	Vitesse de projet	Nb. de voies	Caractéristiques géométriques Max. / Min.		
				Plan	Profil en long	
Bretelle A	384	40 Km/h	1	Rmin=65m	Imax=2.5%	Rconc=3000m Rconv=4500m
Bretelle B	290	40 Km/h	1	Rmin=100m	Imax=-1.5%	Rconc=2300m Rconv=6000m
Bretelle C	415	40 Km/h	1	Rmin=100m	Imax=1.8%	Rconc=5000m Rconv= ---
Bretelle D	239	40 Km/h	1	Rmin=65m	Imax=2.14%	Rconc=3000m Rconv= ---
Carrefour 1	150	20 Km/h	2	Rmin=24m	Imax=1.8%	Rconc=1300m Rconv=1300m
Carrefour 2	150	20 Km/h	2	Rmin=24m	Imax=3.2%	Rconc=1000m Rconv=1200m

IX. CONCIPTION D UN ECHANGER

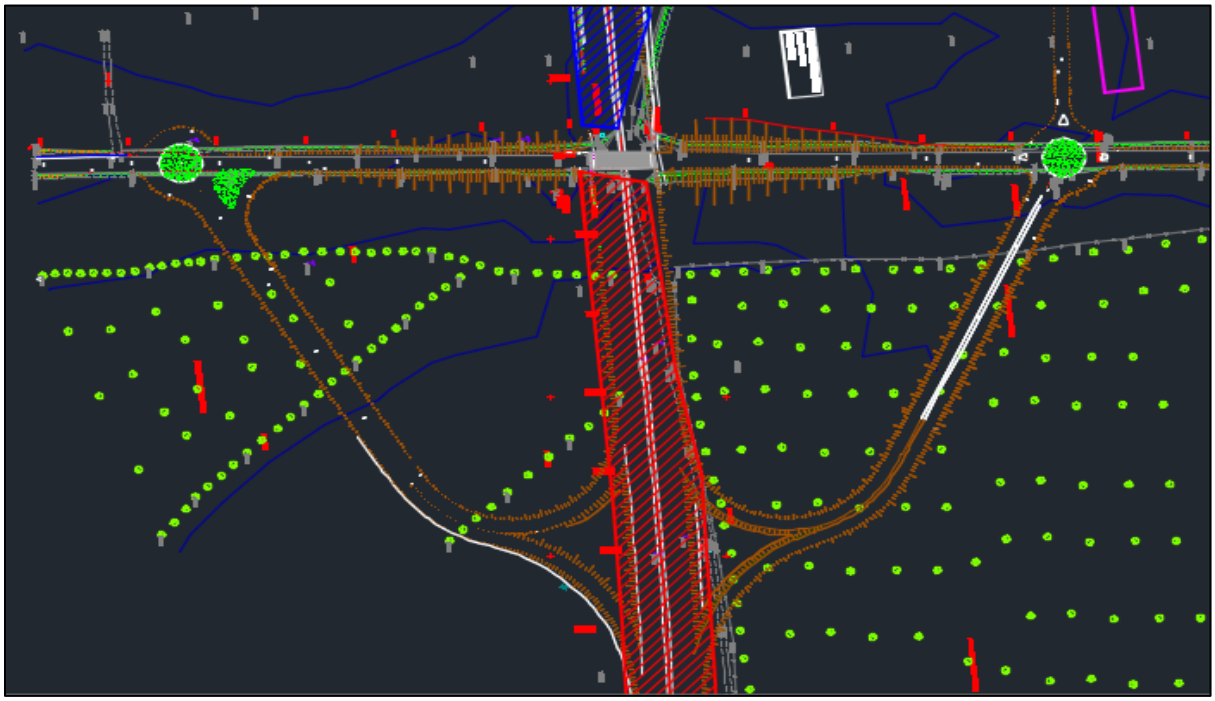


Figure 0-1:CONCIPTION DE ECHANGEUR DE CHETTIA

X. SIGNALISATION

X. SIGNALISATION

X.1 Introduction :

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les usagers.

X.2 Rôle de la signalisation routière :

Le rôle de la signalisation routier est résumé en :

- Rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- Rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- Indique et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- Donner des informations relatives à l'usager de la route.

X.3 Catégories de signalisation :

On distingue :

- La signalisation par panneaux
- .La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage sur chaussée.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

X.4 Type de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisations verticales.

X.4.1 Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- **Signaux de dangers :**

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

- **Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction ;
- L'obligation ;
- La fin de prescription.
-

- **Signaux à simple indication:**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication;
- Signaux de direction;
- Signaux de localisation;
- Signaux divers.

- **Signaux de positions des dangers :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

X.4.2 Signalisation horizontale

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

X.5 Marquage longitudinale :

- **Lignes continue** :les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- **Lignes discontinue :** les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différent par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.
- **lignes axiales:** ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles.
- **lignes de rive:** les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- **ligne d'avertissement de ligne continue:** les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.
- **Modulation des lignes discontinues** : elles sont basées sur une longueur de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

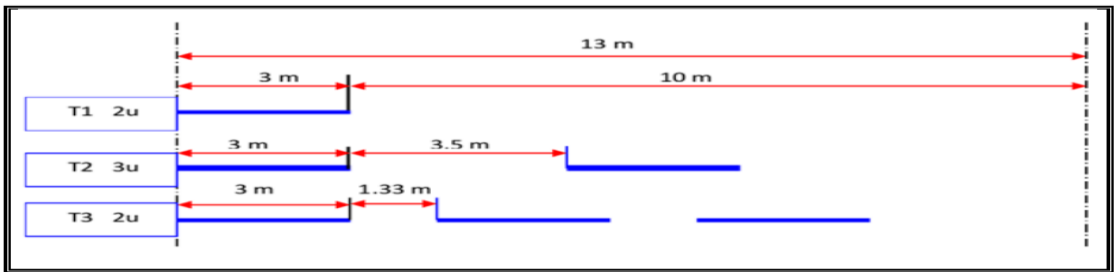


Figure X-1: Type de modulation

X. SIGNALISATION

Tableau X-1: Caractéristiques des lignes discontinues

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapports plains vides
T1	3.00	10.00	Environ1/3
T'1	1.50	5.00	
T2	3.00	3.50	Environ1
T'2	0.50	0.50	
T3	3.00	1.33	Environ3
T'3	20.00	6.00	

X.6 Marquage transversal :

Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue. Ligne «cédez le passage ».

Autre marquage :

Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

Flèches de sélection : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

- U = 7,5 cm : Sur l'autoroute.
- U = 6 cm : sur les routes et voies urbaines.
- U = 5 cm : Pour les autre routes

Note : La valeur de U doit être homogène sur tout un itinéraire.

X.7 Application au projet

❖ **Signalisation horizontale**

Largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

L'autoroute : U = 7.5 cm.

X. SIGNALISATION

Le marquage de tracé :

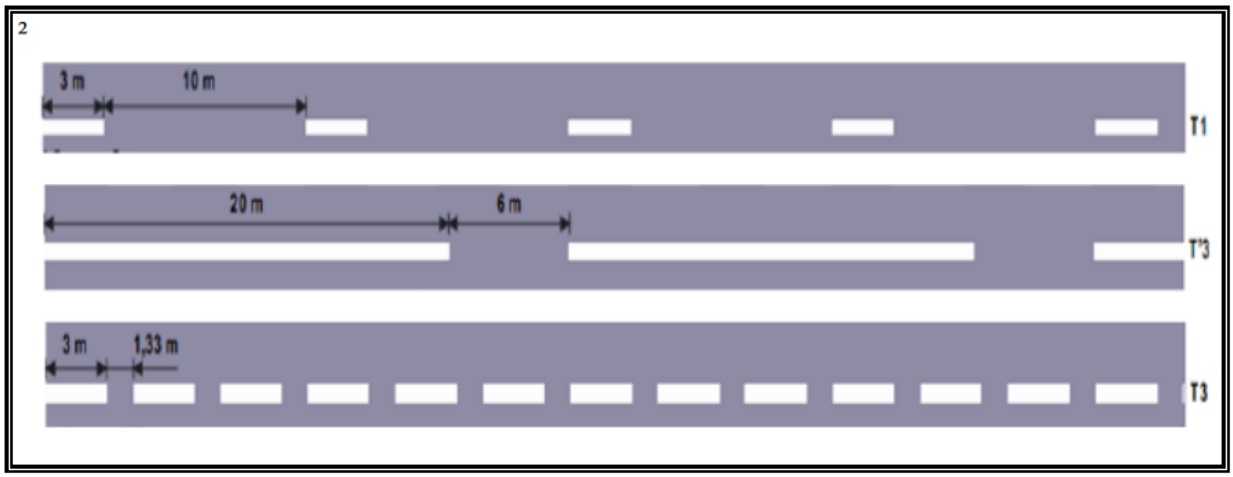


Figure X-2: les lignes longitudinales



Figure X-3: ligne transversal

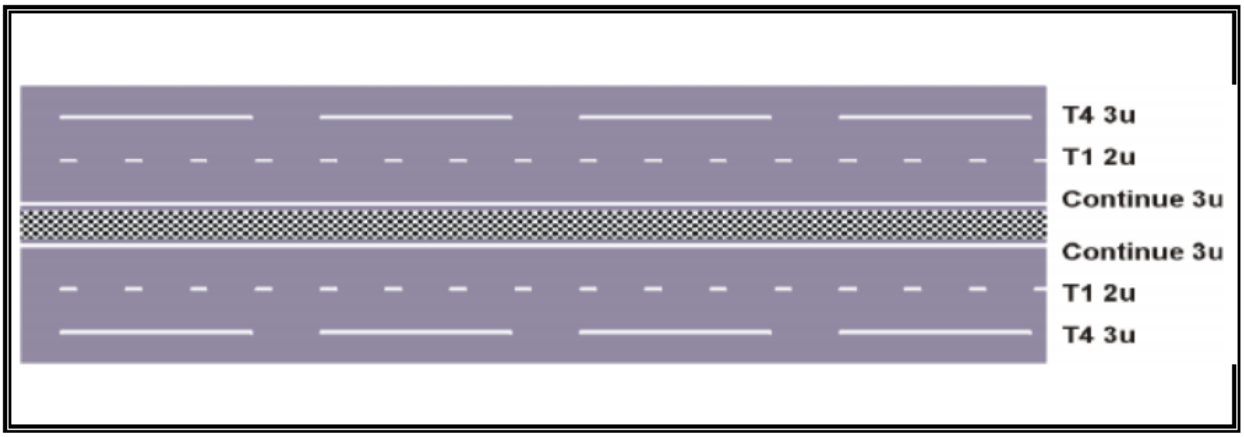


Figure X-4: ligne de délimitation de voies dans le tracé

- **Voie de décélération :**

X. SIGNALISATION

La ligne séparant la voie d'insertion de la chaussée principale est du type T2 de largeur 5u.

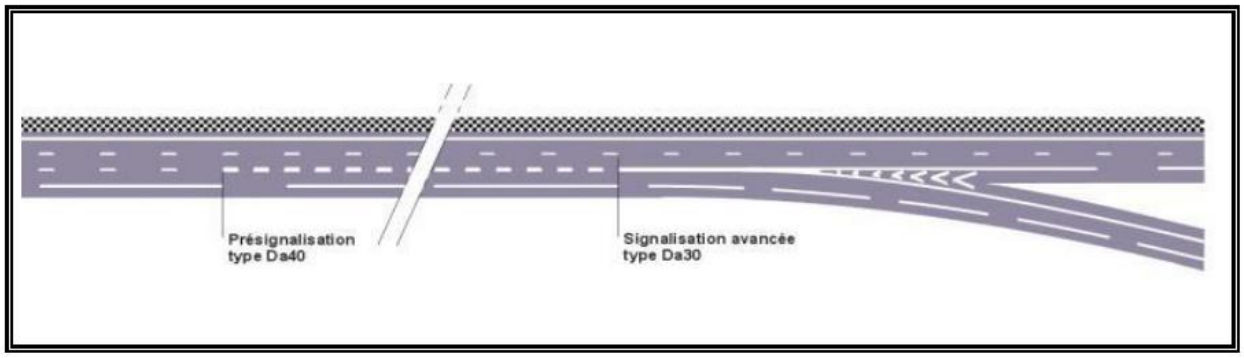


Figure X-5: Avec affectation de voies

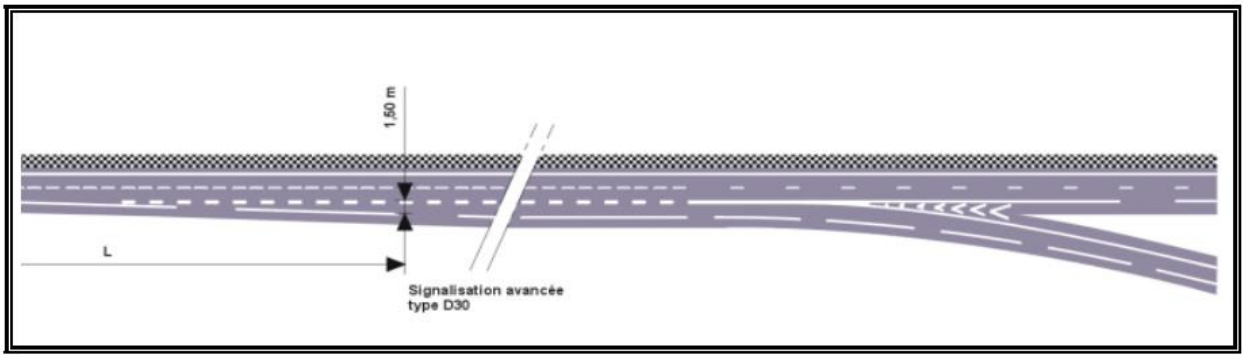


Figure X-6: Sans affectation de voies

- **Voies d'accélération :**

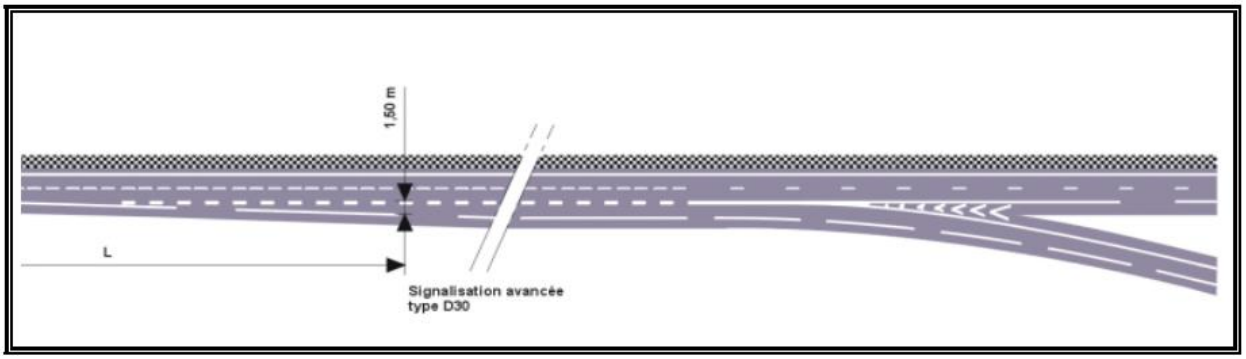


Figure X-7: Même nombre de voies

X. SIGNALISATION

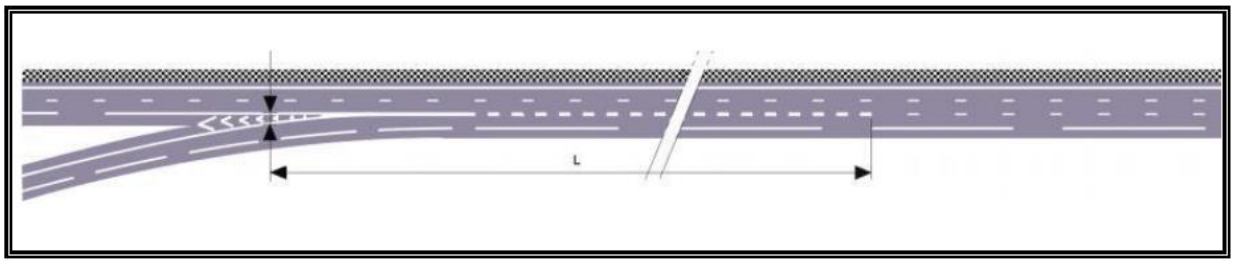


Figure X-8: Nombre de voies inferieur

- **Voies d'entrecroisement :**

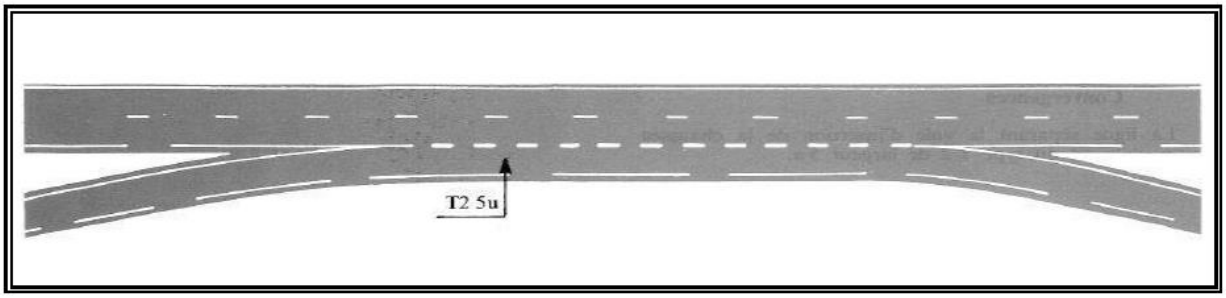


Figure X-9: Voies d'entrecroisement

- **Autres marques :**

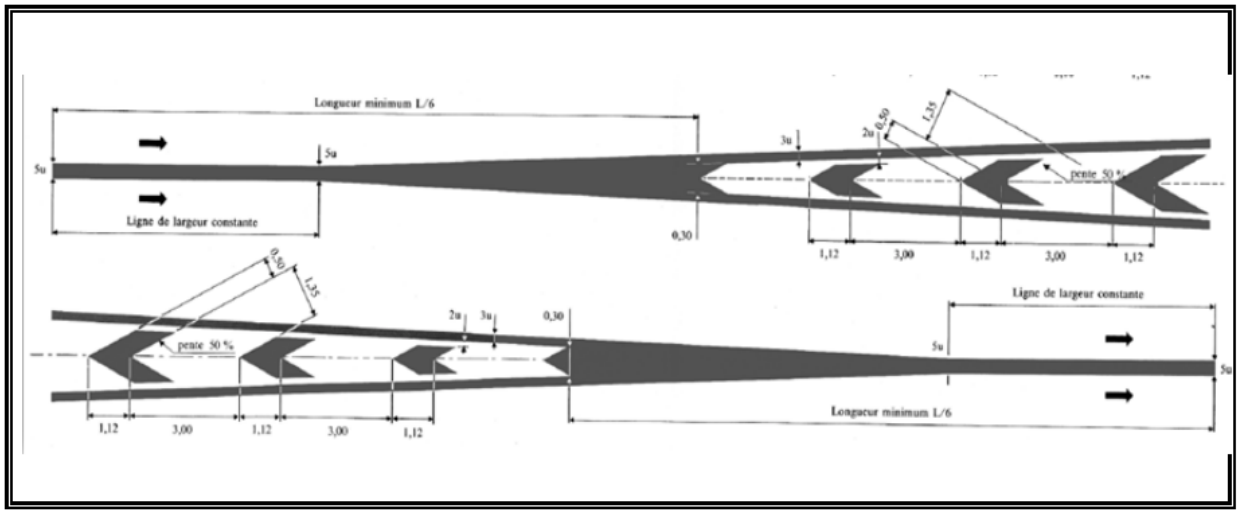


Figure X-10: Schéma de marquage avec hachures

X. SIGNALISATION

❖ **Flèche de selection :**

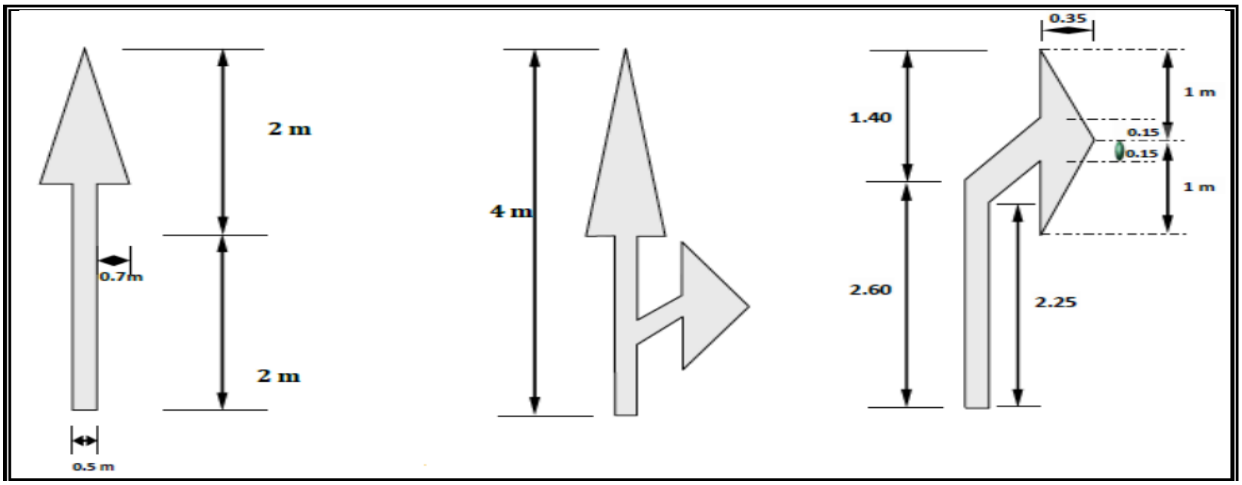


Figure X-11: flèches de sélection

❖ **Flèche de rabatement :**

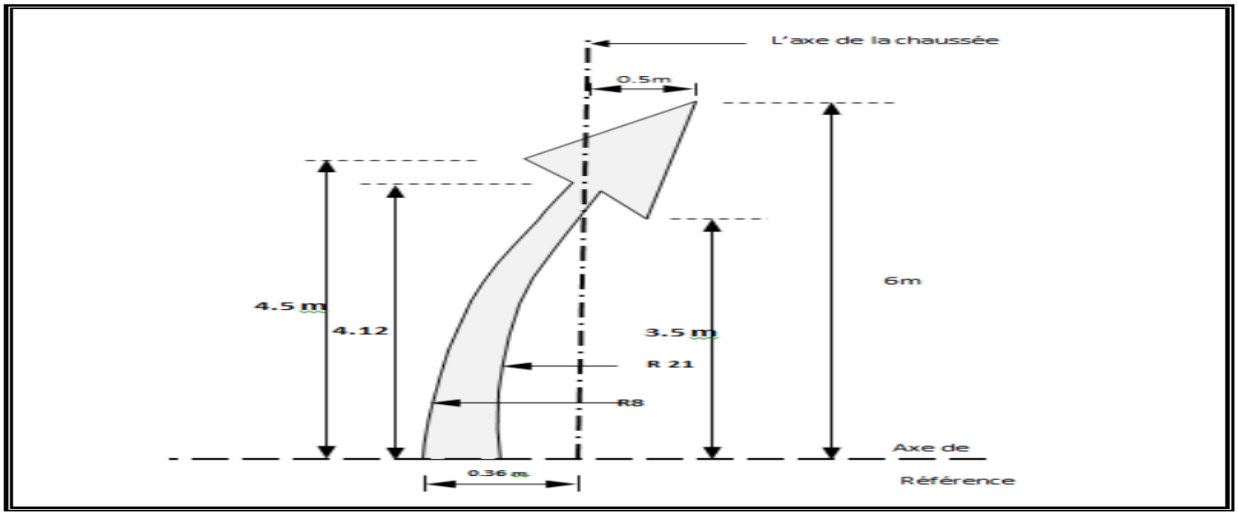


Figure X-12: flèche de rabattement

❖ **Signalisation Verticale :**

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A
- Panneau de signalisation priorité : type B

X. SIGNALISATION

- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction :type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Panneau de signalisation de direction : type E /B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules :type E
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

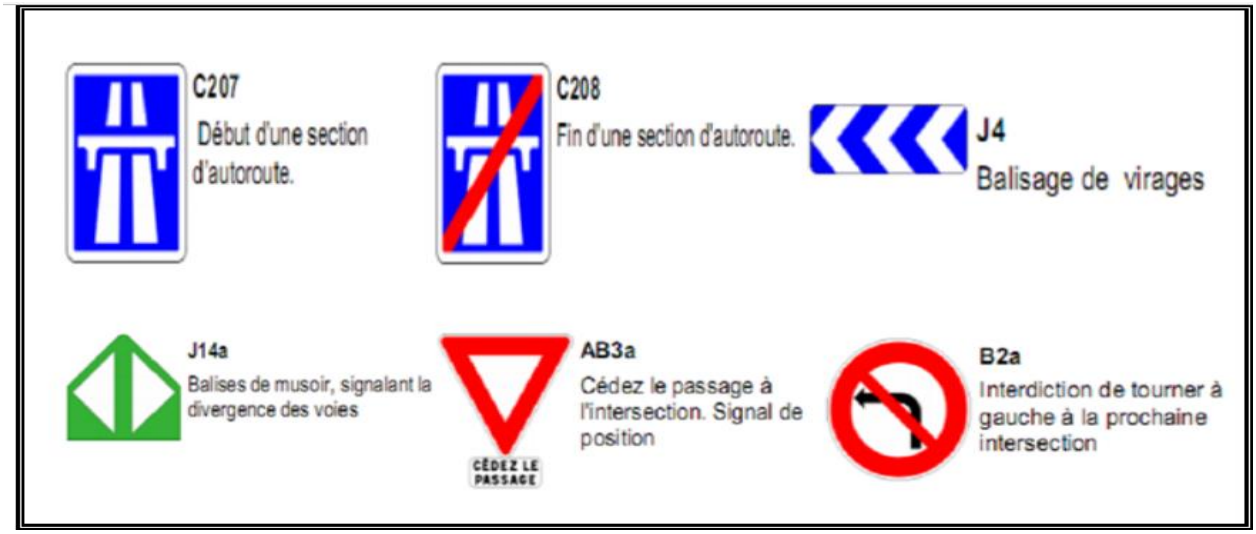


Figure X-13:Signalisation verticale

❖ **Signaux d'interdiction ou de restriction**

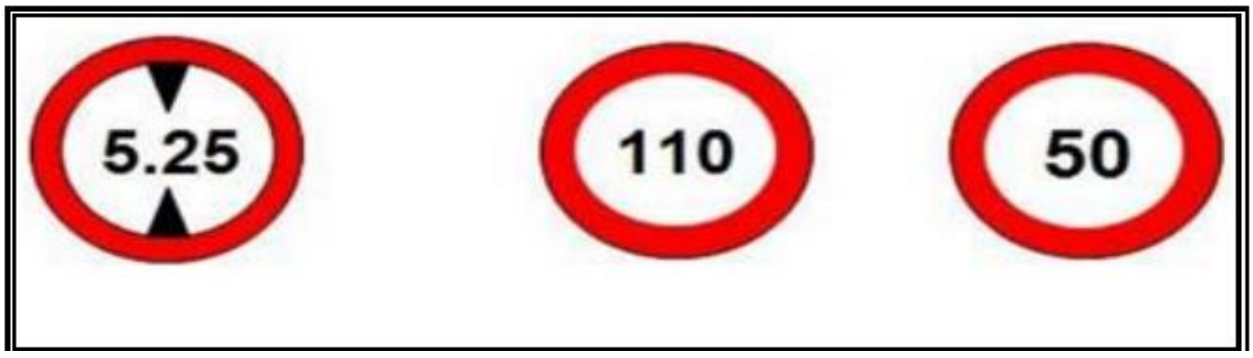


Figure X-14:Hauteur limite gabarit--Vitesse limite

❖ **Signalisation de direction :**

X. SIGNALISATION

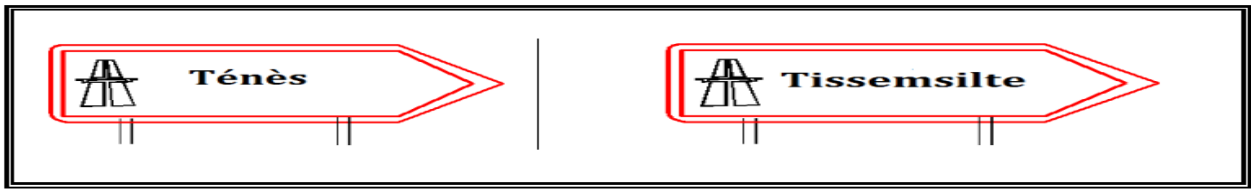


Figure X-15: Signalisation de direction

❖ **Panneaux de presignalisation :**

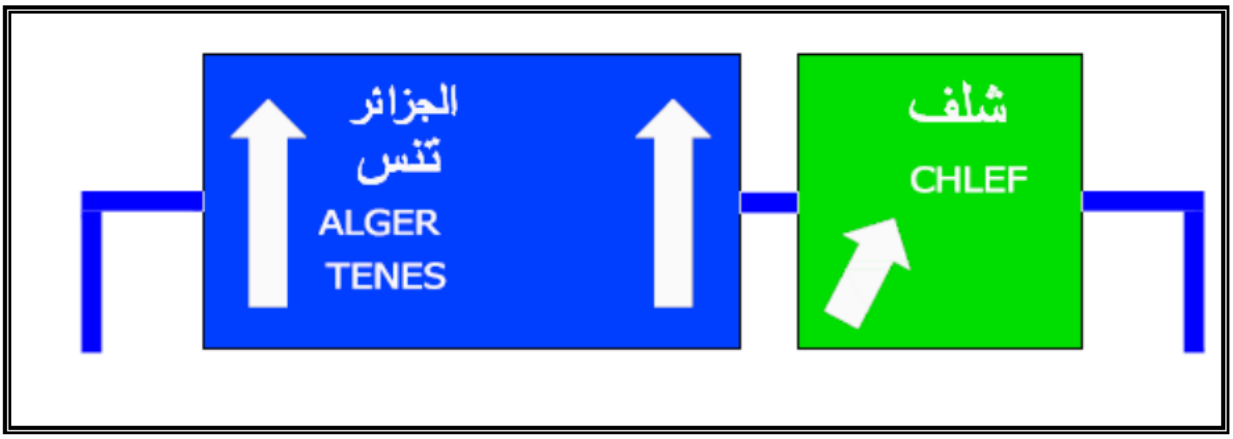


Figure X-16: Panneau de presignalisatio

XI. ENVIRONNEMENT

XI. ENVIRONNEMENT

XI.1 Introduction :

Le terme **"environnement"** est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

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.

Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme.

Il sera alors nécessaire pour chaque thème étudié, de définir le périmètre pertinent. Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté. Et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.

XI.2 Aspect de l'environnement à préserver lors de la conception d'une infrastructure :

La construction d'une route intervient directement dans la perturbation de l'eau, l'aire, la faune, la flore et l'altération des nuisances dus au bruit.

Les impacts peuvent concerner :

- **Les ressource en eau :**

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entrainants parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique.

Pour prévenir la pollution accidentelle ou chronique des eaux superficielles et souterraines la conception de bassins antipollution ou de merlons anti déversement est un moyen assez efficace de réduire ou de supprimer ce type de nuisances. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micros – bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes.

- **Pollution de l'aire :**

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO2 (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- Utiliser d'autres moyens de transport.
- Utiliser d'autres sources d'énergie.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air et aux bords de l'autoroute.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.

- **Niveau de bruit (niveau sonore) :**

Les impacts :

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

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

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.

- **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.

- **La faune et la flore**

Le choix du tracé doit tenir compte des problèmes liés à l'environnement biologique. Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et facilité le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faunes ou encore la conception de franchissements revêtus ou non. Ces passages doivent être conçus de façon que leur entretien soit le plus simple possible et que leur gestion soit à la fois naturelle et écologique.

La sécurité Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

- Implanter des passerelles au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.
- Implanter des trottoirs.
- Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:
- Réduire la vitesse au niveau des intersections et les zones urbains.
- Faire des panneaux de signalisation.

XI. ENVIRONNEMENT

XI.3 Application au projet :

- On construit des bassins antipollution ou de merlons anti déversement pour protéger les eaux de surface et la nappe phréatique.
- Engazonner les talus des bretelles et implantation des arbres aux de TPC et talus.
- En mettant des parois anti bruit dans les zones d'agglomérations.
- Les ouvrages d'assainissement sont pris en considération comme des passages pour les animaux.

XI.4 Conclusion :

Il faut améliorer les connaissances dans de nombreux domaines pour aboutir à des évaluations et des prévisions plus rigoureuses pour assurer une meilleure économie des aménagements destinés à la protection de l'environnement. Le défi est de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement humain tout en préservant les ressources naturelles. Cet engagement permanent doit s'imposer tout le long des trois étapes successives qui marquent t la vie de la route :

- Sa conception.
- Sa construction.
- Son exploitation.



Figure XI-1:PHOTE DE TERRAIN NATUREL

XI. ENVIRONNEMENT

XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

	N°	Unité	**Prix Unitaire (DA)**	Quantité	Montant (DA)
1	**Acquisition de terrain**	m^2	**1400**	300000	300000000
	Totale				**300000000**
2	**Déplacement réseaux**				
	Conduite de gaz	ml	**700**	461	230500
	Poteau électrique	ml	**31200**	1600	48000000
	Totale				**48230500**
3	**Expropriation**				
	Terrain bien de l'état	m^2	**56**	570000	228000000
	Piste bien de l'état	m^2	**56**	5100	204000
	Terrain agricole	m^2	**220**	245700	41769000
	Totale				**64773000**
4	**Installation de chantier et repliement**	F	**3% du (5+6+7)**	1	4694021772
	Totale				**4694021772**
5	**Dégagement de l'emprise**				
	préparation de terrain y compris défrichement, arrachement des arbres toute taille, dessouchage, enlèvement des racines et démolitions diverse	M^3	**420**	989952	296985600
	Totale				**296985600**
6	**Terrassement**				
	Décapage de la terre végétale épaisseur de 20 à 30cm	M^3	**140**	118111	11811100

XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

	Déblai en terrain meuble mis en dépôt	M^3	**1200**	100196	801960800
	Remblai d'emprunt	M^3	**1400**	540174	540174000
	Totale				**632141900**
7	**Chaussée**				
	Mise en place d'une couche de forme en tuf	M^3	**1300**	247336	247336000
	Matériaux pour accotement	M^3	**1400**	12449	12449000
	Couches de fondation et de base en grave bitume (2,3 t/m3)	T	**7000**	101420.8	608524800
	Couche d'imprégnation en cut - back 700 à 800 g/m3	T	**40000**	500.38	15011400
	Couche d'accrochage dosée 200 à 300 g/m	T	**3000**	151.08	906300
	Couche de roulement en béton bitumineux	T	**9000**	51319.2	3592344000
	Totale				**6355461424**
8	**Ouvrage d'art**	M	**1500000000**	1	**1500000000**
	Totale				**1500000000**
9	**Ouvrage d'art courants et assainissement**				
	Buse de diamètre 1000 mm	ML	**55500**	80	360000
	Dalot en béton armé	M^2	**45000**	40	1400000
	Fosse de béton	ML	**8000**	13000	78000000
	totale				**79760000**
10	**Impact sur l'environnement (aménagement des paysage et plantation)**		**1%(5+6+7)**	1	15646739.24

	totale				**15646739.24**
11	**Eclairage, signalisation et équipement routiers**	F	**5%(5+6+7**	1	78233696.2
	Totale				**78233696.2**
12	**Séparateur en béton armé**	M	**12000**	18000	180000000
	totale				**180000000**
13	**Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)**	F	**2%(5+6+7)**	1	31293478.48
	Totale				**31293478.48**
	Totale				**3409551555.7**
	TVA= 17%				664623764.47
	TOTAL [DA,TTC]				**4574175320.2**

Remarque

Ce devis est donné à titre indicatif. Les quantités sont évaluées selon les résultats de notre étude. Les prix unitaires sont forfaitaires, nous les avons relevés à partir des projets de fin d'études de l'ENTP les plus récents

XIII. CONCLUSION GENERALE

XIII. CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le programme de la relance économique qui a pour objet le développement durable du pays, donne une place importante et un grand intérêt au domaine des travaux publics, et cela en s'intéressant à l'amélioration et l'aménagement d'infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les utilisateurs des autoroutes, et qui répondent à l'offre et à la demande en matière de transport.

Sachant que notre pays souffre énormément des problèmes de trafic, ce programme vient donc pour donner un nouveau souffle à notre économie, en aménageant et en réalisant divers projets importants à savoir dans le domaine des travaux publics.

Un de ces projets d'aménagement, est la réalisation d'une pénétrante qui relie le port commercial de Ténès à Tissemssilt sur 220 km raccordé avec l'autoroute est-ouest, à hauteur de la cimenterie de Oued Sly, qui est elle-même considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de notre économie.

Ce travail nous a permis de passer en revue les différentes étapes d'un projet routier, le travail réalisé a porté sur la phase APD, dans cette phase nous avons conçu le tracé géométrique et déterminé les différentes caractéristiques du projet. Ceci nous a permis de prendre connaissances des différentes normes régissant le domaine routier.

Bien qu'abordées d'une manière sommaire, les parties telles que l'échangeur, l'assainissement, le calcul des cubatures, la signalisation et le devis quantitatif et estimatif, nous ont montré d'autres aspects d'un projet routier.

En fin, l'élaboration de ce travail a été bénéfique pour nous et nous a ouvert les portes du monde professionnel

Bibliographie

- Manuel de Projet de Routes
- Instruction sur les constructions techniques d'aménagements des autoroutes de liaisons (I.C.T.A.A.L le 12 décembre 2000).

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).

- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP ».

- Cours de routes de 4éme année ENSTP.

- Cours de 5éme année ENSTP.

- Cours d'hydraulique de 4éme année ENSTP.

- Guide technique Drainage routier, Sétra.

- Guide technique Assainissement routier, Sétra.

- Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique de route, Sétra

- Guide de chantier terrassements routiers, Sétra

ANNEXE

ETUDE GETEQUNIQUE







RAPPORT DE FORAGE

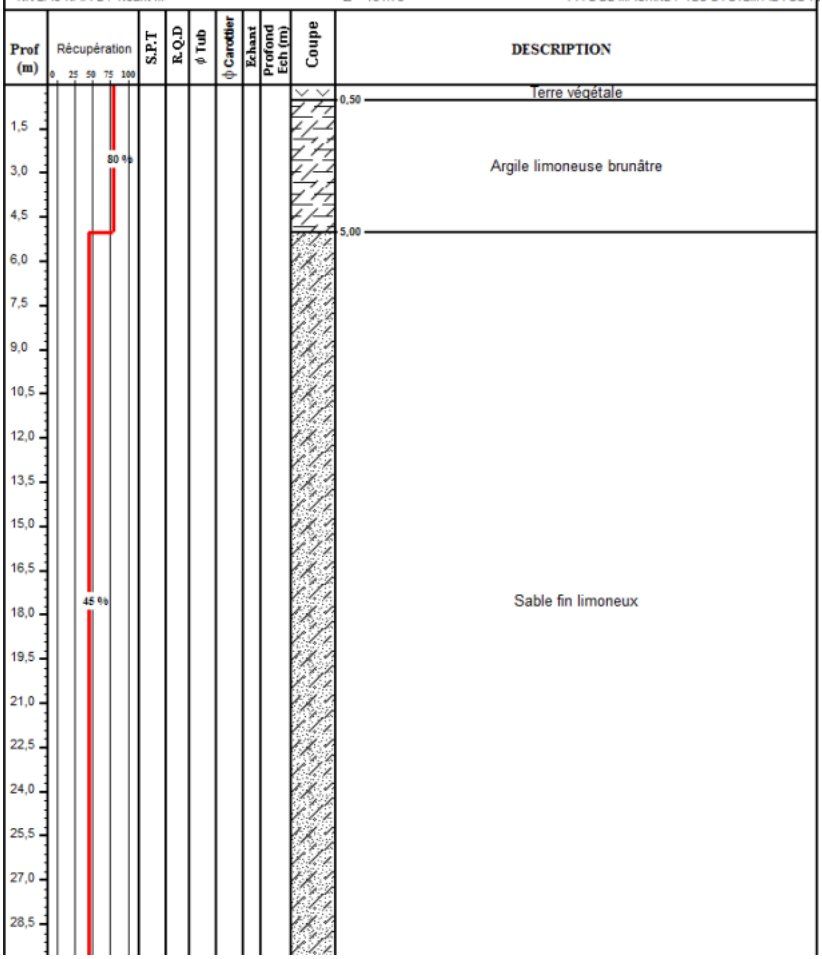
Sondage N°: S2 33/02-1 PK 33+560

ETUDE : Etude de sol de la pénétrante de Chlef
LIEU : Chlef
CLIENT : Texieira Duarte

DATE DEBUT : 07/07/2015
DATE FIN : 08/07/2015
NIVEAU NAPPE : Néant m

PROFONDEUR TOTALE : 30 ML
COORDONNEES : X = 341692.99 Y = 4012796.513
Z = 131.78

BOUE DE FORAGE :
TYPE FORAGE : CAROTTIER : T6 D=110mm
TYPE DE MACHINE : TEC SYSTEM ABYSS 7



0m



17m



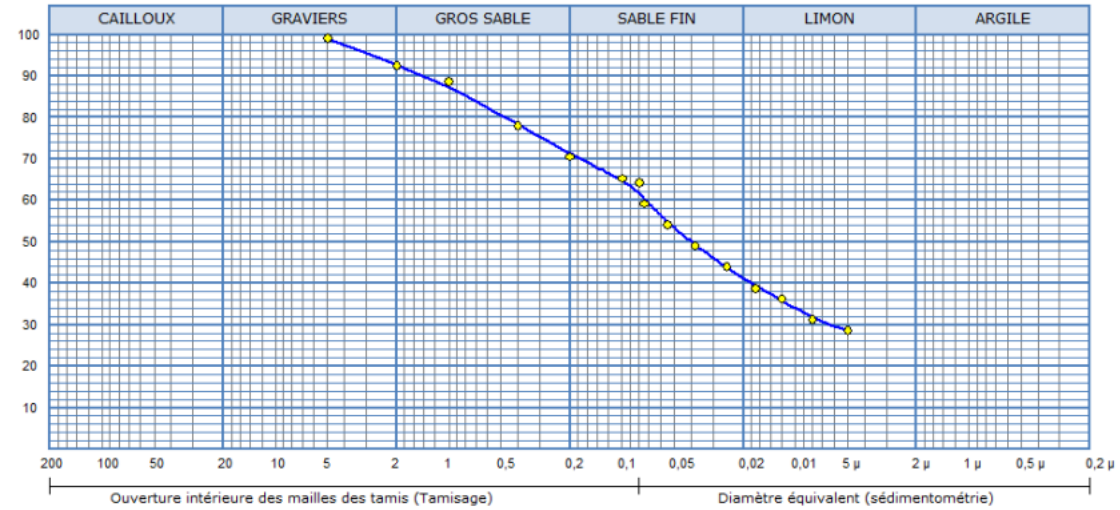




Projet : Autoroute reliant le port de Ténès Est-Ouest 22km
CLIENT :
Localisation : W-Chlef
Date essai : 28/06/2015 au 30/06/2015

ANALYSE GRANULOMETRIQUE Selon NFP 94-056

P155- PK 47+750:

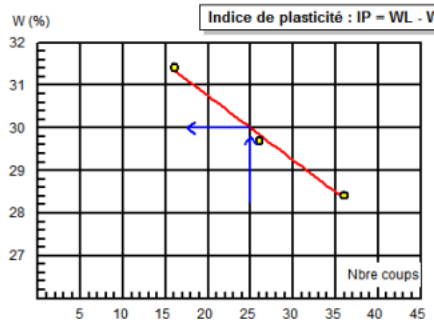


RAPPORT D'ESSAI

LIMITES D'ATTERBERG: NF P 94 - 51

Etude : Autoroute reliant le port de Ténès Est-Ouest 22km	Réf : P-145 Pk-42+120
N° Dossier :	Profondeur :
Lieu : W-Chlef	Nature : Argiles peu plastiques
Client:	Date essais : 22/06/2015 au 25/06/2015

Indice de plasticité : IP = WL - WP = 16,46%

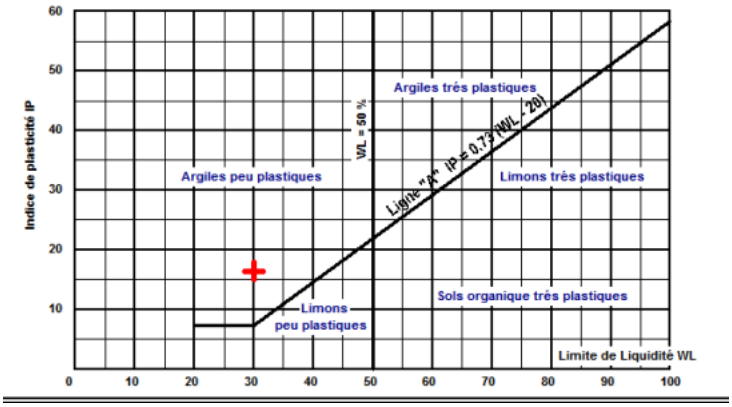


Essai N°	W (%)
1	13,19
2	13,82
3	13,62

Limite de Liquidité (WL) = 30,0 %

Limite de Plasticité WP = 13,54 %

ABAQUE DE CASAGRANDE



RAPPORT D'ESSAI

ESSAI PROCTOR : NF P94-093 Octobre 1999

Etude : Autoroute reliant le port de tenes Est-Ouest 22km	Réf.: P-147 Pk-43+000
N°Dossier :	Profondeur :
Lieu : W-Chlef	Nature :
Client :	Type Essai : PROCTOR Normal
Date essai : 12/07/2015 au 14/07/2015	Type Moule : Moule Proctor

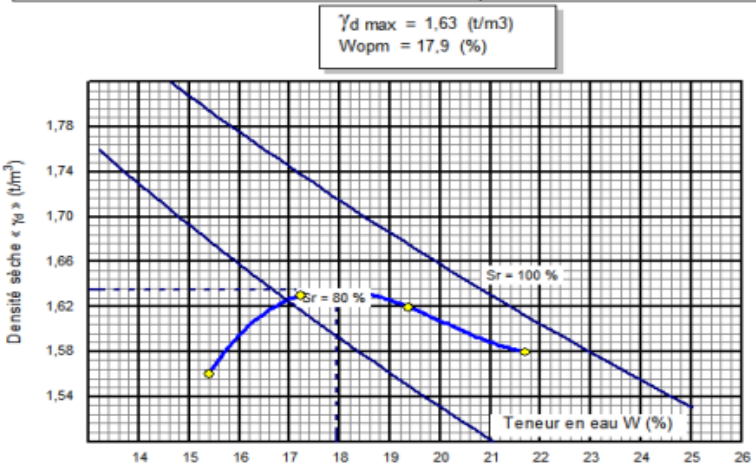


TABLEAU DES RESULTATS DES ESSAIS DE COMPACTAGE

W (%)	*15,38*	*17,21*	*19,35*	*21,69*				
Densité (T/m3)	*1,56*	*1,63*	*1,62*	*1,58*				

SONDGE CAROTE



TRACE EN PLANE

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	341120.699	4009242.088
D1	GIS = 191.682g	674.088			
			674.088	341208.527	4008573.746
C1	XC= 339622.166 YC= 4008365.280 R = -1600.000	489.996			
			1164.085	341197.565	4008085.786
D2	GIS = 211.178g	192.825			
			1356.909	341163.882	4007895.926
C2	XC= 342640.819 YC= 4007633.900 R = 1500.000	785.421			
			2142.330	341230.748	4007122.332
D3	GIS = 177.844g	214.369			
			2356.699	341303.858	4006920.814
C3	XC= 339799.783 YC= 4006375.142 R = -1600.000	575.115			
			2931.814	341399.679	4006356.873
D4	GIS = 200.727g	213.707			
			3145.521	341397.239	4006143.180
L1	A = 346.000 Rf= 1000.000 L = 119.716				
			3265.237	341398.260	4006023.487
	XC= 342397.087				

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			3763.759	341542.979	4005551.814
	Rd= 1000.000 A = 346.000 L = 119.716	737.954			
			3883.475	341609.262	4005452.145
D5	GIS = 161.369g	202.050			
			4085.525	341724.482	4005286.167
L2	A = 346.000 Rf= -1000.000 L = 119.716				
			4205.241	341790.765	4005186.498
	XC= 340936.657 YC= 4004666.403 R = -1000.000 L = 575.058				
			4780.299	341936.262	4004638.311
	Rd= -1000.000 A = 346.000 L = 119.716	814.490			
			4900.015	341928.128	4004518.890
D6	GIS = 205.599g	392.660			
			5292.676	341893.637	4004127.748
C4	XC= 343487.452 YC= 4003987.202 R = 1600.000	356.769			
			5649.445	341902.015	4003771.816

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	Rf= 700.000 L = 104.916				
			6260.973	341986.925	4003166.265
	XC= 342671.552 YC= 4003312.163 R = 700.000 L = 483.648				
			6744.622	342236.914	4002763.447
	Rd= 700.000 A = 271.000 L = 104.916	693.480			
			6849.537	342322.285	4002702.507
D8	GIS = 137.877g	205.756			
			7055.294	342492.686	4002587.185
L4	A = 271.000 Rf= -700.000 L = 104.916				
			7160.210	342578.057	4002526.245
	XC= 342143.419 YC= 4001977.528 R = -700.000 L = 412.159				
			7572.368	342809.604	4002192.465
	Rd= -700.000 A = 271.000 L = 104.916	621.990			