REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Civil

Spécialité : Géotechnique

Thème **:**

Etude de modernisation de la route national « RN 64C » à la commune de Tablât

---

Présenté par :

SAIDANI Merouan

ADEL Karim

Proposé et Dirigé par :

Mr : BENSAADA Abdelhalim

Promotion Juin 2021

Remerciement

Nos remerciements vont particulièrement à nos parents pour leur soutien et leurs encouragements.

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr. BENSAADA Abdelhalim pour sa disponibilité, qu'il nous donnés durant toute la période du travail ainsi que les efforts consentis pour l'élaboration de cette mémoire.

Nos remerciements également à l'ensemble du corps enseignants de l'université YAHIA FARES de Médéa en général et plus particulièrement à ceux du GÉNIE GÉOTECHNIQUE.

Nous remercions tous les fonctionnaires de la DTP Médéa. Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont conseillées, qui se sont simplement intéressées à ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :
Mes chers parents,
Mes frères,
Toute la famille,
Tous mes amis.

Mr ADEL KARIM

Dédicace

Je dédie ce travail a :

Mes parents exceptionnellement

À mes chers frères et
À tout la Famille SAIDANI
À mes voisins et toutes mes amies et sans exception.

Mr SAIDANI MEROUAN

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تحديث طريق RN 64C بعد دراسة حركة المرور وتحديد سعة الطريق، قمنا ببناء أبعاد (التحديث).
تحجيم طريق مشروع RN 64 C ببلدية تبلاط باتجاه الغرب باتجاه مدينة العيساوية حسب الوصف المعتمد في كتالوج تحجيم الطرق الجديدة.
تمت الدراسة بمخاطر مختلفة بما في ذلك تحديد حجم هيكل الطريق بعدة طرق (CBR؛ الطريقة الجزائرية،الخ) والتي يجب أن تتكيف تمامًا مع الظروف البيئية لمنطقتنا.
تتطلب دراسة الملامح المختلفة لمشروعنا معرفة جيدة بجيولوجيا المنطقة وتفسير نتائج حملات الاستطلاع الجيوتقنية .
إن تحديد سماكة طبقات الرصف التي تفي بالمتطلبات والقدرة على تحمل الاعتداءات الخارجية (كثافة حركة المرور ، ونوعية التربة السفلية ، وما إلى ذلك) مع البقاء ضمن النطاق المقبول لتكلفة التنفيذ والصيانة يجعل هدف العمل الصارم .
الكلمات المفتاحية : التحجيم ، الطريق ، المرور ، التحجيم ، المرور ، الدعم الأرضي ، حملات الاستطلاع.

Résumé

Le but de ce travail porte sur l'étude de modernisation et de protection de la RN 64C Après une étude du trafic et la détermination de la capacité de la route, on a dimensionné (modernisation).

Le dimensionnement de corps de chaussée du projet RN 64 C à la commune de Tablât en direction de l'Ouest vers la ville d'Aissaouia selon la description adoptée par le catalogue du dimensionnement des chaussées neuves.

L'étude est par différents aléas englobant le dimensionnement d'une structure routière par plusieurs méthodes (CBR ; la méthode algérienne, etc.) qui doit parfaitement s'adapter aux conditions d'environnement de notre zone.

L'étude de tracé différents profils de notre projet passe par une bonne connaissance de la géologie de la région et une interprétation des résultats des campagnes de reconnaissance géotechnique.

La détermination des épaisseurs des couches de chaussée répondant aux exigences et pouvant résister aux agressions extérieures (intensité de trafic, mauvaise qualité du sol-support etc.) tout en restant dans un intervalle de coût d'exécution et d'entretien acceptable fait l'objet d'un travail rigoureux.

Mots clés : Dimensionnement, Chaussée, Trafic, Sol-support,Campagnes de reconnaissance.

Abstract

'The aim of this works is to study the modernisation and protection of the RN 64C. After a study of the trafic and the détermination of the capacité of the road, we dimensioned (modernization).

The sizing of the roadway for the RN 64 C Project in the municipalité of Tablât towards the West towards the city of Assaouia according to the description adopted by the catalog of the sizing of new roadways.

The study is by various hazards including the sizing of a road structure by several methods (CBR; the Algerian method, etc.) which must perfectly adapt to the environmental conditions of our area.

The study of the different profiles of our project requires a good knowledge of the géologie of the region and an interpretation of the results of the geotechnical reconnaissance campaigns.

The determination of the thicknesses of the pavement layers meeting the requirements and being able to withstand external aggressions (traffic intensity, poor quality of the subsoil, etc.) while remaining within an acceptable range of cost of execution and maintenance makes the object of rigorous work.

Keywords : Sizing, Roadway, Traffic, Sizing, Soil-support, Recognition campaigns.

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralité sur les routes **2**

Introduction 2

Définition des types et des parties de routes 2

a- Chemin public 2

b- Accotement 2

c- Chemin à accès limité 2

d- Chaussée 2

e- Voie 2

f- Vélorue 2

g- Voie cyclable 3

h- Rue partagée 3

Catégorie de route 3

Hiérarchisation du réseau routier 3

Le réseau principal (RP) 3

Le réseau secondaire (RS) 4

Etapes d'un projet routier 4

Des études préliminaires 4

Une décision ministérielle 4

Des études d'Avant- Projet Sommaire (APS) 4

L'approbation de l'Avant- Projet Sommaire 4

Enquête publique 4

Déclaration d'utilité publique 4

Approbation du projet par le ministère en charge de l'équipement 5

Démarrage des travaux 5

Mise en service 5

1.6. Les composants d'une route 5

Constitution et rôle d'une chaussée 6

Le sol support 6

Couche de forme 6

Les couches d'assise 6

d- La couche de surface 6

Les différentes catégories de chaussée 7
Les chaussées souples 8
Les chaussées bitumineuses épaisses 8
Les chaussées assises traitée aux liants hydrauliques 9
Les chaussées à structure mixte 10
Les chaussées à structure inverse 10
Les chaussées en béton de ciment 11
Conclusion 11
Chapitre II: Présentation du site étudie 12
Introduction 12
Objectif de l'étude de modernisation 12
Localisation du projet 12
Géologie et géomorphologiques du site 13
Sismicité de la région 16
Prospection géotechnique du projet 17
investigation géotechnique 17
Essai in situ 17
Essais en Laboratoire 17
Résultats de l'investigation géotechnique 18
Puits de reconnaissance 18
Essais au Laboratoire 19
Commentaires 19
Auscultation par relevé de dégradation 20
II.7.1. Etat visuel de la chaussée 20
Diagnostic et solutions 20
Diagnostic 20
Solutions proposées 20
Cas 01(Construction d'épaulements) 21
Cas 02 (Construction du nouveau corps de chaussée) 21
Les zones critiques 22
Zones d'éboulement rocheux 22
Zones d'érosion intense 22
Zone de glissement 23
Caractéristiques géologiques de la zone 23
Cause du glissement 24

Recommandations 24
Zone d'éboulements rocheux 24
Zone d'érosion intense 24
Zone de glissement 24
Gites d'emprunt 25
Fiches synthétiques des Gîtes d'Emprunts 26
II.10.1.1. Gîte-01 26
II.10.1.2. Gîte-02 27
Chapitre III : Etude de trafic 29
Introduction 29
Objectifs des études de trafic 29
Les enquête 29
Enquêtes de trafic 29
Enquêtes de circulation 30
Mesures de poids 32
L'analyse des trafics existants 32
Capacité d'une liaison 33
Définition de la capacité 33
Calcul de la capacité 33
Projection future du trafic 33
Application numérique au projet 33
Les données de trafic 33
Projection future de trafic 34
Calcul du trafic effectif 34
Chapitre IV: Etude géométrique 35
Introduction 35
Tracé en plan 35
Définition 35
Les règles à respecter pour le tracé en plan 35
Les éléments de tracé en plan 35
Les alignements 36
Les arcs de cercle 36
IV.2.3.2. Les courbes de raccordement 38
Combinaison des éléments du tracé en plan 41
Courbe en S 41

Courbe á sommet 42
Courbe en C 42
Courbe en ove 43
Application au projet 43
Le profil en long 44
Définition 44
Règles à respecter dans le tracé du profil en long 44
Eléments constitutifs du profil en long 44
a) Les alignements 46
b) Les raccordements verticaux 46
Coordination du tracé en plan et du profil en long 46
Exemple de calcul de Profil en long 47
Profil en long du projet 48
Profil en travers 48
IV 4.1. Définition 48
Eléments constitutifs du profil en travers 48
Différents types de profil en travers 49
a) Profil en travers type 49
b) Profil en travers caractéristique 49
Application au projet 50
Cubatures des terrassements 51
Terrassement 51
Méthode de calcul 51
Description de la méthode SARRAUS 51
Chapitre V : Dimensionnement du corps de chaussée 53
Introduction 53
Les principales méthodes de dimensionnements 53
Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) 53
V.2.2 Méthode de A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials) 54
Méthode d'ASPHALT 54
Méthode du catalogue des structures 54
Détermination de la classe de trafic 55
Détermination de la classe du sol 55
La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) 55
Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves 56

Application au projet 56
Méthode dite CBR 57
Méthode de catalogue des structures 59
Chapitre VI : Etude d'assainissement 61
VI.1. Etude d'assainissement 61
VI.2.1 choix de la fréquence de pluie 61
VI.2 .2. Estimation du débit de crue 61
VI.2 .3. Superficie des bassins versants 61
VI.2 .4. Intensité de la pluie 62
VI.2 .4.1 Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle 62
VI.2 .4.2 Hauteur de la pluie de durée 't = tc' 62
VI.2 .4.3. Temps de concentration 62
VI.2 .4.4. L'intensité horaire 62
VI.2 .5 Coefficient de ruissellement 'c' 63
VI. 3. Etude Hydraulique 64
Les ouvrages hydrauliques et le drainage 64
Estimation des Débits de saturation des ouvrages 64
Pente de pose des ouvrages 65
Section et périmètre mouillés 65
Coefficient d'écoulement de Manning - StrincKler 65
VI.3. 6. Dimensions des ouvrages 65
Conclusion Générale 68

Liste des figures

Figure I.1: Les composants d'une route 5
Figure I.2 : Coupe type d'une structure de chaussée 7
Figure I.3 : Différent coches d'une chausse souple 8
Figure I.4 : Différent couche d'une bitumineuse épaisse chaussée 8
Figure I.5 : Différent couche d'une chaussée traitée aux liants hydrauliques 9
Figure I.6 : Différent couche d'une chaussée à structure mixte 9
Figure I.7 : Différent couche d'une chaussée à structure inverse 10
Figure I.8 : Différent couche d'une chaussée en béton de ciment 11
Figure II.1 : Situation du la RN 64 C 13
Figure II.2 : Géomorphologie du site de RN 64 C 13
Figure II.3 : Carte géologique de la région 14
Figure II.4 : Terrain montagneux (Affleurement de la marne schisteuse grisâtre) 15
Figure II.5 : Affleurement de marne schisteuse avec Intercalations de bancs calcaires 15
Figure II.6 : Nouvelle carte de zonage sismique du territoire national 16
Figure II.7 : Zones d'éboulement rocheux 22
Figure II.8 : Zone d'érosion intense 23
Figure II.9 : Zone de glissement 24
Figure II.10 : Situation des deux Gîtes d'emprunts par rapport à la RN 64 C 26
Figure IV.1 : Les éléments du tracé en plan 35
Figure IV.2 : Les forces agissant sur un véhicule dans un virage 36
Figure IV.3 : Les différentes sections d'un virage 39
Figure IV.4 : Eléments de la clothoïde 40
Figure IV. 5 : Courbe en S 42
Figure IV. 6 : Courbe à sommet 42
Figure IV.7 : Courbe en C 42
Figure IV. 8 : Courbe en Ove 43
Figure IV. 9 : Trace en plan de projet de RN64 43
Figure IV. 10 : Profil en long d'une route 44
Figure IV. 11 : Exemple de calcul de profil en long 47
Figure IV. 12 : Profil en long du projet 48
Figure IV.13 : Profil en travers général 49
Figure IV. 14 : Profil en travers du projet 50
Figure IV. 15 : Surface remblai et surface déblai 51
Figure IV.16 : Principe de la méthode SARRAUS 52
Figure. V.1 : La démarche du catalogue 56
Figure. V.2 : Structure de chaussée (CBR) 59
Figure. V.3 : Structure de chaussée (catalogue) 60
Figure VI.1 : (Buses et dalots) de la région du tracé de la RN 64 C 61

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Les coefficients d'accélération 16
Tableau II.2 : Puits de reconnaissance 17
Tableau II.3 : La description de la nature des matériaux prélevés 17
Tableau II.4 : Les résultats des essais en laboratoire 19
Tableau II.5 : Localisation gite 01 26
Tableau II.6 : Caractéristiques du matériau (à partir des essais de laboratoire) 27
Tableau II.7 : Localisation gite 02 27
Tableau II.6 : Caractéristiques du matériau (à partir des essais de laboratoire) 28
Tableau III.1 : La campagne de comptage 32
Tableau III.2: Coefficient d'équivalence 33
Tableau III.3 : Ensemble des résultats de l'étude de trafic 34
Tableau IV.1 : Rayons normalisés avec dévers associé 38
Tableau IV.2 : Déclivité maximale 45
Tableau IV.3 : Rayons en angle saillant 46
Tableau IV.4 : Rayons en angle rentrant 46
Tableau V.1 : Coefficients d'équivalence 54
Tableau V.2 : Classes de trafic poids lourds 55
Tableau V.3 Classement des sols selon C.B.R 55
Tableau V.4 : Epaisseurs réelles et équivalence de la chaussée 58
Tableau V.5 : La structure de chaussée adopté 60
Tableau VI.1 : Valeur du Coefficient « C1 » pour Diverses Pentes 64
Tableau VI.2 : Valeur du Coefficient « C2 » par Rapport à la Nature du Sol 64
Tableau VI.3: Valeur du Coefficient « C3 » Relative à la Couverture du Sol 64
Tableau VI.4 : Le réseau d'assainissement le long de la route 66
Tableau VI.4 : Le réseau d'assainissement le long de la route (suit) 67

Liste des symboles

e : Épaisseur de la structure de chaussées.
CBR : California – Bearing – Ratio
n : le nombre moyen de poids lourds de plus de 3.5 tonnes.
P : La charge.
E eq : épaisseur équivalente.
I : indice CBR (sol support).
N le nombre journalier de camion de plus 1500Kg à vide.
P : charge par roue p = 6.5 t (essieux équivalents de 13 t).
E : module de Young.
V : Coefficient de poisson.
LCPC : laboratoire centrale de pont de chaussées.
LCTP : Laboratoire Central des Travaux Public.
CTTP : Control technique des travaux publics.
CPT : Cahier de prescription technique.
CEBTP : Centre expérimentale de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics.
TJMA : trafic en moyenne journalière annuelle.
ESU : Enduit Superficiel.
L : grandes liaisons (autoroutes).
R : route multifonctionnelles.
PL : poids lourd.
n : la porosité.
e : l'indice de vides.
Sr : degré de saturation.
E : Extraction.
G : Action sur la granularité.
W : action sur la teneur en eau
C : Compactage.
H : Hauteur des remblais.
S : Protection superficielle.
MJA : poids lourd journalier moyen poids lourd journalier moyen de la voie la plus chargée, pendant l'année de mise en service.
Ti : La classe de trafic.
A : L'agressivité d'un essieu sur structure neuve moyen et fort trafic.
K : coefficient permettant de tenir compte du type d'essieu.
P : essieu de charge.
$\mathbf{p_0}$: référence de charge.
NPL : nombre de poids lourds pendant la période de comptage.
K: coefficient correspondant au type d'essieu.
SETRA : Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes.
VBS : la valeur au bleu de méthylène.
MDE : micro Deval.
LA : los Angeles.
W opn : l'Optimum Proctor Normal.
W n : la teneur en eau naturelle.
WL : la limite de liquidité.
W p : la limite de plasticité

I p : Indice de Plasticité.
I c : l'indice de consistance.
IPI : l'indice portant immédiat.
GTR : Guide des Terrassements routiers.
c1, c2, c3 : coefficients d'équivalence selon le matériau.
e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.
S : la portance de sol-support de chaussée.
MNT : Matériaux non traités.
BB : Béton bitumineux.
GB : Grave bitume.
GNT: Grave non traité.
GC: Grave concassé.
TVC: Tout venant de la carrière.
TVO: Tout venant de l'oued.
T eff : trafic effectif.
Q adm : Débit admissible.
C th: capacité théorique.
R m : rayon minimal.
Rn d : rayon non déversé.
Rd m: Rayon au devers minimal.
RV m: Rayon minimal en angle saillant.
RP : Le réseau principal.
RS : Le réseau secondaire.
RN : routes nationales..
PST : partie supérieur de terrassement.
FS : friabilité des sables.
MTLH : matériau traité au liant hydraulique.
GTLH : grave traité au liant hydraulique.
DTP : direction des travaux publics.
NFP : normes française

Introduction générale

Le réseau routier joue un rôle essentiel dans le développement d'un pays car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs tels que le transport des biens et des personnes ; donc il est le moyen vital de l'économie et du développement social d'un pays. Ainsi la croissance socio-économique impose au secteur des travaux publics l'extension de réseau routier.

Sur le plan technique, la route doit être conçue et réalisée de façon à assurer à la fois la sécurité, le confort des usagers et la longévité de la structure. Or le trafic actuel est marqué par une intensité croissante du trafic poids lourds, à l'origine de la dégradation de la chaussée. La chaussée à longue durée de vie est un concept de plus en plus utilisé dans le domaine du génie civil. Des matériaux plus performants en assise de chaussée, et de matériaux à grande résistance à l'orniérage pour les couches de surface sont étudiés et proposés.

Une étude de modernisation de la RN 64C du PK0+000 au PK27+000 qui débute de la ville de Deux Bassins (commune de elhaoudain) intersection avec route nationale N°8 (RN8 Tablât) en direction de l'Ouest vers la ville d'Aissaouia à l'intersection avec RN64 sur un linéaire total de 27 km dont a été fait.

L'objectif est d'améliorer les caractéristiques géométriques et géotechniques de ce tronçon. Des insuffisances peuvent toujours se manifester au niveau d'une route soit sur le plan structurelle ou sur le plan fonctionnelle. Dans ce cas, il devient indispensable d'identifier, de comprendre et d'expliquer les causes à l'origine de ces insuffisances et essayer d'apporter des solutions adéquates pour y remédier.

Cette étude s'est articulée principalement sur une base de données constituée : D'un examen visuel de l'itinéraire, une Campagne géotechnique réalisée, un levé topographique réalisé et une banque de données routière.

L'étude géométrique de ce tronçon se fera en se référant aux normes du B40 Le dimensionnement de la chaussée se fera en ce référant au catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves (MTP).

Chapitre I :
Généralité sur les routes

Chapitre I : Généralité sur les routes

Introduction

Une route est au sens littéral une voie terrestre (au niveau du sol ou sur viaduc) aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Ce terme s'applique plutôt aux voies importantes situées en rase campagne et ne peut être apparenté à une rue. Dans les pays vastes et peu peuplés, à la fin du xx e siècle, de nombreuses routes étaient encore des chemins empierrés ou damés (les "sentiers battus").

La route fait partie du domaine public : elle se trouve sous la responsabilité des services de l'État ou des collectivités publiques. Sa construction et son exploitation peuvent être déléguées à une société concessionnaire. Quelle que soit l'autorité de tutelle de nombreux intervenants participent à toutes les étapes de sa durée de vie, de la conception au fonctionnement.

Les études de conception vont permettre de mettre au point les modalités pratiques qui permettront sa construction : pour atteindre les objectifs de départ, la route projetée doit satisfaire à certaines caractéristiques tout en respectant la réglementation existante ; elle doit également utilisé au mieux les ressources en matériaux disponibles à proximité.

Définition des types et des parties de routes a-

Chemin public

Surface d'un terrain ou d'une infrastructure routière (un pont ou un pont d'étagement, par exemple) sur laquelle sont aménagées une ou plusieurs chaussées ouvertes à la circulation des véhicules routiers. Un chemin public peut également comprendre une ou plusieurs voies cyclables.

b- Accotement

Partie d'un chemin public aménagé à l'extérieur de la chaussée sur laquelle la circulation des véhicules routiers n'est généralement pas permise. Un accotement peut être revêtu en asphalte, en totalité ou en partie, ou non revêtu.

c- Chemin à accès limité

Chemin public sur lequel on ne peut s'engager ou qu'on ne peut quitter qu'aux endroits spécialement prévus à cette fin. En général, les autoroutes sont des chemins à accès limité.

d- Chaussée

Partie d'un chemin public normalement utilisée pour la circulation des véhicules routiers. Une chaussée peut comprendre plusieurs voies, lesquelles peuvent être dans la même direction ou dans des directions opposées.

e- Voie

Partie de la chaussée sur laquelle se fait la circulation et qui est souvent délimitée par des marques sur la chaussée.

f- Vélorue

Chemin public sur lequel la circulation des cyclistes est favorisée.

g- Voie cyclable

Voie aménagée pour la circulation des cyclistes. Dans certains cas, d'autres modes de déplacement peuvent également y être autorisés. Pour obtenir plus de précisions, voir la page Règles de circulation spécifiques aux cyclistes.

h- Rue partagée

Chemin public sur lequel la circulation piétonne est priorisée.

Catégorie de route

Le choix de la catégorie est fonction de l'importance de la liaison ; les caractéristiques imposées par les normes, pour chaque catégorie, visent à assurer l'adéquation de la route aux fonctions que celle-ci doit assurer.
Les routes Algériennes sont classées en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives des itinéraires considérés :

- **Catégorie C1 :** Liaisons entre les grands centres économique, les centres d'industrie lourde et les liaisons assurant le rabattement des centres d'industrie de transformation.
- **Catégorie C2 :** Liaisons entre les centres d'industrie de transformation et les liaisons assurant le rabattement des pôles d'industries légères diversifiées sur le réseau précédent.
- **Catégorie C3:** Liaisons des chefs-lieux de daïra et de wilaya non desservis par le réseau précédent, avec le réseau des catégories 1 et 2.
- **Catégorie C4 :** Liaisons des centres de vie avec le réseau des catégories 1 à 3.
- **Catégorie C5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

Hiérarchisation du réseau routier

La hiérarchisation d'un réseau routier est basée sur l'importance du trafic poids lourd et de l'intérêt socio-économique de la liaison. Ainsi, le Guide SETRA, a classé les routes en Voie Structurante (VS) et Voie Non Structurant (VNS). En Algérie (CTTP 2001), a opté pour deux types de réseaux désignés par Réseau Principal (RP) et Réseau Secondaire (RS) définit comme suit :

Le réseau principal (RP)

Il se compose des routes reliant :
- Les chefs lieux de wilayat ;
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers ;
- Les principales agglomérations et importantes zones industrielles.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

- Réseau Principal de niveau 1 (RP1) ;
- Réseau Principal de niveau 2 (RP2).

Le réseau secondaire (RS)

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas classées en RP.

Etapes d'un projet routier

Des études préliminaires

- Analyse de la problématique autour du projet : étude des enjeux territoriaux ;
- Définition des objectifs du projet : continuité ou renforcement d'axe, problèmes de circulation interne, de transit ou échanges ;

- Recherche de scénarios : tracés, types d'axes ;
- Le maitre d'ouvrage des études est désigné.

Une décision ministérielle

- Dossier définitif d'études préliminaires ;
- Approbation des études préliminaires.

Des études d'Avant- Projet Sommaire (APS)

- Définition des différentes options du tracé du projet et comparaison ;
- Description des impacts et mesures en faveur de l'environnement (biodiversité, paysage, air) pour la solution retenue ;
- Études géométriques, socio-économiques, de trafic, d'accidentologie : (« Etape 1 : état initial » « Etape 2 : études et comparaison de variantes » « Etape 3 : étude de la solution retenue »).

L'approbation de l'Avant- Projet Sommaire

- Approbation de l'avant-projet sommaire ;
- Fixation d'un tracé à l'intérieur d'un fuseau de 300 mètres ;
- Estimation des coûts ;
- Projet proposé à l'enquête publique ;
- Instruction inter-administrative.

Enquête publique

Déclaration d'utilité publique

- Décret du Premier Ministre ;
- Cahier des charges précis du projet, statut de la route, planning prévisionnel de réalisation, choix du concessionnaire, financement ;
- **Avant-projet Détaillé (APD)**: étude du tracé précis, définition du coût avec bonne fiabilité
- Procédures complémentaires : enquêtes parcellaires, loi sur l'eau ;
- Acquisitions foncières ;
- Mise en conformité des plans d'occupation des sols et plans locaux d'urbanisme ;
- Projet d'exécution ;
- Consultation des entreprises : appels d'offres ;

Approbation du projet par le ministère en charge de l'équipement

Démarrage des travaux

Mise en service

Ces différentes étapes, tirées de l'organigramme joint en annexe, sont données à titre indicatif pour illustrer l'acheminement d'un projet routier et situer le travail qui nous est confié (étape 6).

Les composants d'une route

La route est placée directement sur le terrain naturel. Lors de l'élaboration du projet de tracé en plan elle est représentée par son axe. La route comprend l'ensemble des éléments incluant (Figure I.1.) :

- L'emprise : est la surface qui lui est affectée et qui comporte toutes ces dépendances.

- L'assiette : surface du terrain réellement occupée par la route
- Plate-forme : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- Accotements : la bande de la plate-forme bordant extérieurement les deux côtés de la chaussée
- La chaussée : la partie de route, généralement revêtue, sur laquelle circulent les véhicules. Pour assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance parfaite pour supporter tout genre de véhicules et rapporter leurs poids sur le terrain de fondation.

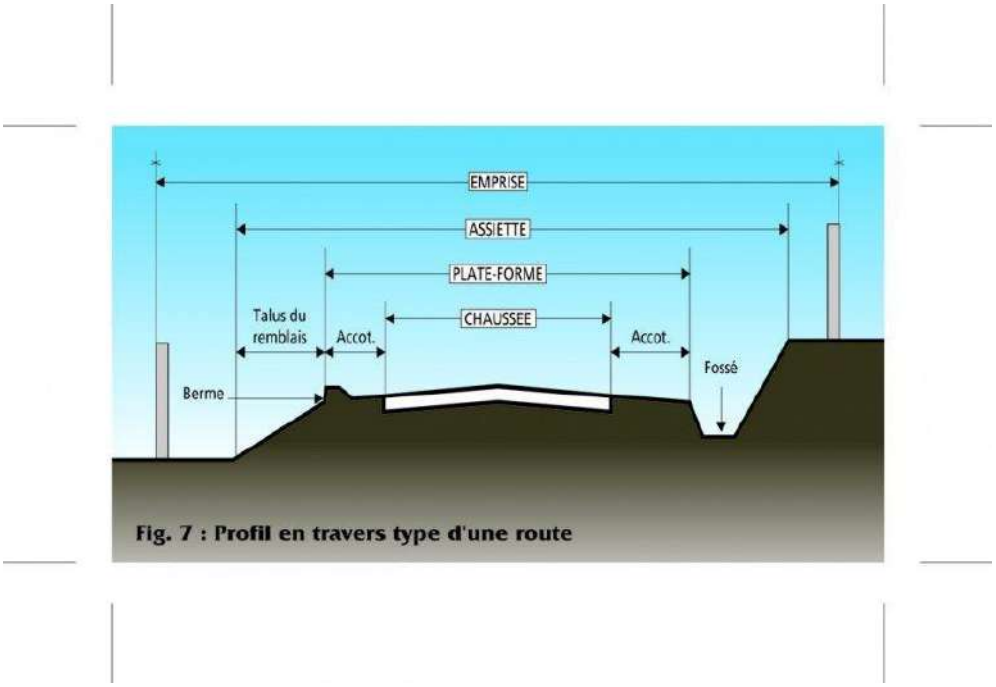


Figure I.1: Les composants d'une route

Constitution et rôle d'une chaussée :

Une chaussée est une structure multicouche constitue de trois parties principales qui ont chacune un rôle bien défini (Figure I.2).
Vue leur rôle; les chaussées, se présentent comme des structures multicouches dont les épaisseurs doivent être suffisantes de manière à supporter sans dégradation la pression verticale transmise au sol. Comme la pression dans la couche granulaire décroit régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couches de caractéristiques mécaniques croissantes. En général, on rencontre les couches suivantes à partir du sol : [2]

a- Le sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « Plate - forme support de chaussée» constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme. Les plates-formes sont définies à partir :

- De la nature et de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

b- Couche de forme

La couche de forme est constituée généralement des matériaux disponibles sur le chantier ou localement, elle sera constituée de matériaux sableux ou graveleux propres.
Elle a pour rôle d'améliorer et d'uniformise certains sole fins non traitée possédant des caractéristiques géotechniques médiocres.
Actuellement ou tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en général variable entre **40** et **70**cm

c- Les couches d'assise

L'assise de chaussée se décompose en deux sous-couches :

- **Couche de fondation :** Elle assure un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, même le rôle que celui de la couche de base.
- **Couche de base (G.B)** : Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche du sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre **10** et **25**cm.

d- La couche de surface

A son tour la couche de surface a généralement une structure bicouche :
La couche de roulement : La couche de surface subit directement les agressions du trafic et de climat Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation.
Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- D'imperméabiliser la surface de chaussée ;
- D'assurer la sécurité (par l'adhérence) ;
- D'assurer le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

La couche de liaison
L'apport structurel de cette couche est secondaire (sauf les chaussées à assise granulaire dont la couche de surface est la seule couche liée), elle est tributaire de la pérennité de la chaussée. La couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides. En général l'épaisseur de la couche de roulement varie entre 6 et 8cm.
Le choix de la couche de surface doit résulter de la prise en considération de plusieurs objectifs tels que :

- La sécurité et le confort des usagers, en relation avec les caractéristiques de surface;
- Le maintien de l'intégrité de la structure, par la protection des couches d'assise vis-à-vis des infiltrations des eaux pluviales et des sels de devers glaçages ;
- L'impact sur l'environnement, avec notamment la recherche d'une réduction des bruits déroulement ;
- Les possibilités de régénération des caractéristiques de surface.
  Suivant la description fonctionnelle des couches de chaussée, le guide technique français sur la conception et le dimensionnement des structures de chaussée (LCP 94) propose un panel de matériaux de construction qu'on peut regrouper en deux grandes familles selon qu'il soient liés ou non liés :

- Les matériaux granulaires non liés **:** ou encore Graves Non Traitées (GNT), utilisés pour la réalisation des chaussées à faibles trafics ;
- Les matériaux granulaires liés : utilisés pour la réalisation de structures de chaussées à forts trafics.

Si l'on se réfère à la couleur du liant utilisé pour former le mélange avec les matériaux granulaires, on trouve :

- Les matériaux noirs : traités aux liants hydrocarbonés ;
- Les matériaux blancs **:** traités aux liants hydrauliques (MTLH).

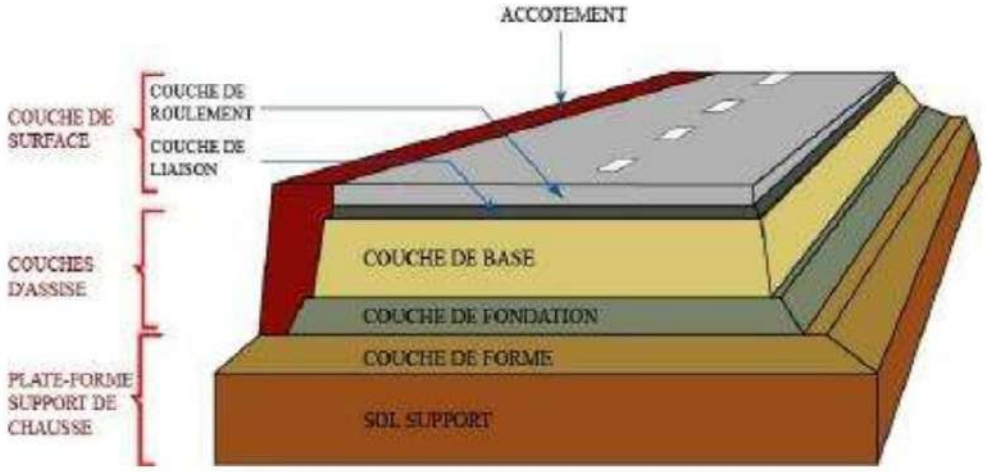


Figure I.2 : Coupe type d'une structure de chaussée

Les différentes catégories de chaussée

La chausse devise en six catégories sont :

Les chaussées souples :

Elles sont composées d'un revêtement bitumineux relativement mince (< à 15 cm) réduit parfois à un enduit dans le cas de chaussée à très faible trafic. L'assise est réalisée d'une ou plusieurs couches terreaux granulaires non traités (GNT). L'épaisseur d'ensemble de la structure est en générale comprise entre 30et 60cm.

Leurs compositions et leurs épaisseurs font que les efforts dus au trafic, sont directement transmis au sol support avec une faible répartition latérale. La tenue dans le temps est fortement influencée par la qualité du sol support et notamment son comportement en période hivernale ou humide. La qualité de l'étanchéité de la couche de roulement et du drainage de la PST seront déterminants. Une période de sécheresse prolongée peut aussi entraîner une remontée de fissures. [2]

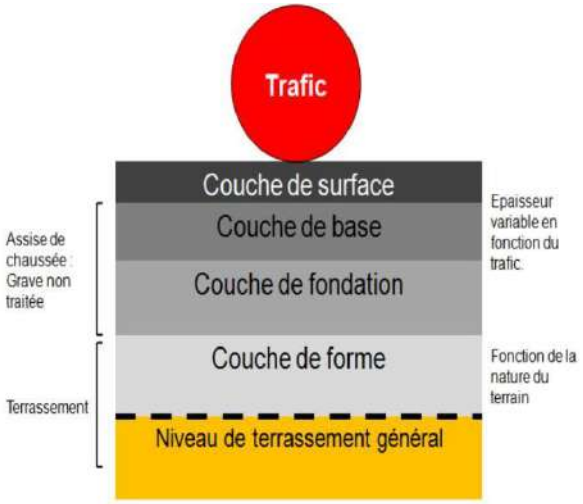


Figure I.3 : Différent coches d'une chausse souple

Les chaussées bitumineuses épaisses :

Elles sont composées de revêtements bitumineux. L'assise est réalisée en matériaux traités aux liants hydrocarbonés dont l'épaisseur est le plus souvent comprise entre 15 et 40 cm. La qualité de ce type de structure tient essentiellement à la qualité du collage entre les différentes couches de matériaux bitumineux. La relative rigidité des matériaux permet de répartir les contraintes verticales ce qui réduit sensiblement les efforts au niveau du sol support. Les déformations observées en surfaces sont liées pour l'essentiel au fluage, favorisé par de fortes chaleurs et un trafic lourd lent. Les fissures apparaissent après les efforts de tractions en fond de couche engendrés par les contraintes répétées, d'où l'importance du collage qui permet de transmettre les efforts de traction en base de la couche la plus profonde partie. [2]

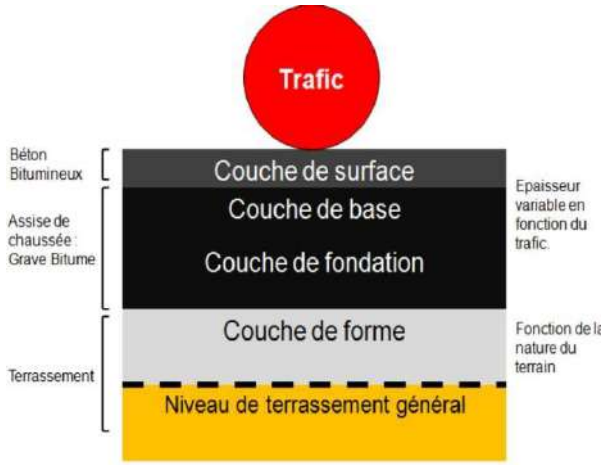


Figure I.4 : Différent couche d'une bitumineuse épaisse chaussée

Les chaussées assises traitée aux liants hydrauliques :

Elles sont aussi appelées chaussées semi-rigides. La couche de roulement est composée d'un revêtement bitumineux, elle repose sur une assise traitée aux liants hydrauliques dont l'épaisseur totale est d'environ 20 à 50 cm. Ce type de chaussée présente un fort risque de retrait qui fait apparaître, dans la couche de base, des fissures remontant rapidement dans la couche de surface.

Le traitement des matériaux leurs donnent une rigidité qui permet de répartir les efforts verticaux et ainsi de ne pas affecter le sol support. Le manque d'adhérence entre les différentes couches entraine des contraintes de traction en partie basse de chacune d'entre elles. De plus ces matériaux sont sujets aux retraits thermiques et de prises qui créent des fissures, celle-ci remontent en surface jusqu'à la couche de roulement. Les conséquences sont, une perte d'étanchéité qui peut conduire à une affectation du support avec des déformations et une perte portance. Des solutions ont été mises au point pour contrôler la fissuration et limiter ou ralentir les remontées jusqu'à la couche de roulement (complexes anti fissures). [2]

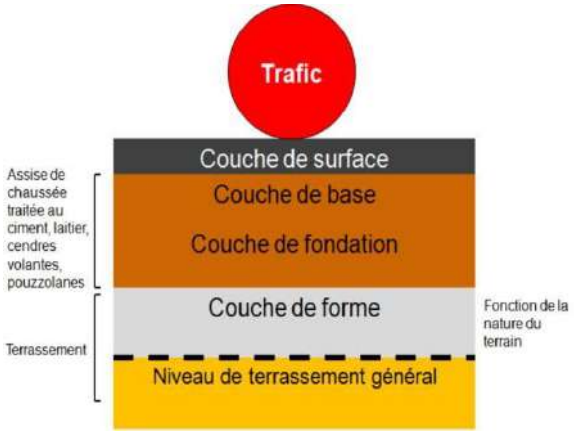


Figure I.5 : Différent couche d'une chaussée traitée aux liants hydrauliques

Les chaussées à structure mixte

La couche de roulement et la couche de base (10 à 20 cm) sont en matériaux bitumineux. La couche de fondation est en matériaux traités aux liants hydrauliques (20 à 40 cm). L'épaisseur de matériaux bitumineux doit être de la moitié de l'épaisseur totale de la chaussée. Ce type de chaussée empêche la remontée de fissures entre la couche traitée aux liants hydrauliques (retrait) et la couche de grave bitume.

La structure de ces chaussées permet, pour la couche de fondation en matériaux traités au liant hydraulique, de par leurs rigidités, de diffuser les efforts et de les atténuer dans le sol support. Les couches en matériaux bitumineux assurent l'uni de la couche de roulement et ralentissent, grâce à leurs relative souplesse et à leurs épaisseurs, les remontées de fissures. [2]

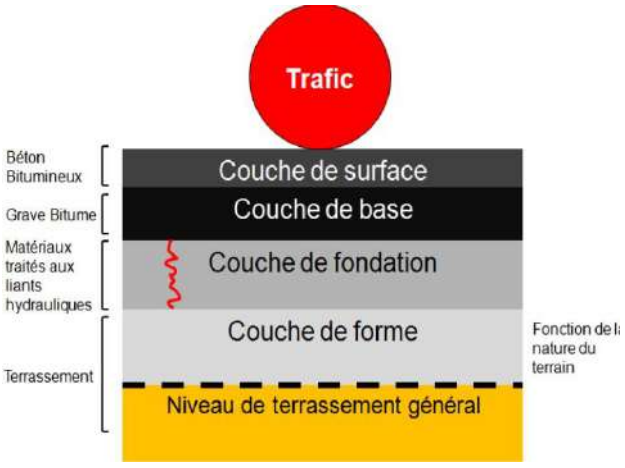


Figure I.6 : Différent couche d'une chaussée à structure mixte

Les chaussées à structure inverse

Cette structure est composée d'une couche de surface en matériaux bitumineux d'environ 15 cm d'épaisseur; d'une couche de base en matériaux granulaires non traités, environ 12 cm; d'une fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques. L'épaisseur totale de la structure est de l'ordre de 60 à 80 cm.

Les trois couches de ce type de structure ont toutes un rôle spécifique. La fondation traitée aux liants hydraulique permet de repartir les contraintes sur le sol et d'assurer un support de qualité pour les couches supérieures. La couche granulaire a pour fonction d'absorber les fissurations de la couche de fondation et ainsi d'empêcher les remontées de fissures jusqu'à la couche de roulement. La couche de roulement assure l'étanchéité et l'uni de l'ensemble. [2]

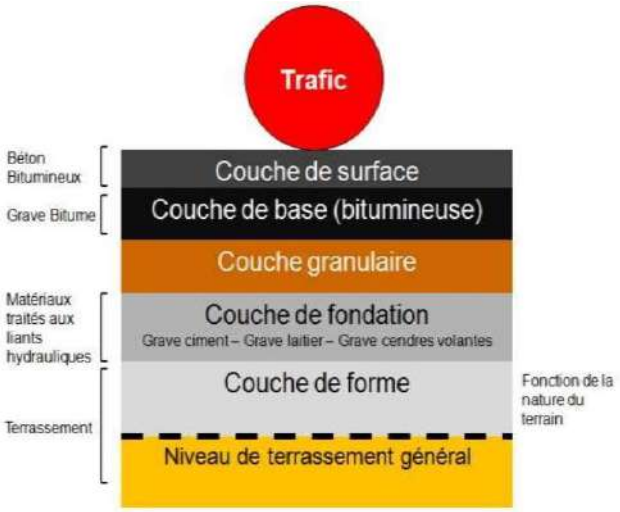


Figure I.7 : Différent couche d'une chaussée à structure inverse

Les chaussées en béton de ciment

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40 cm d'épaisseur qui sert de couche de roulement éventuellement recouverte d'une couche mince en matériaux bitumineux. La couche de béton repose soit sur une couche de fondation (en matériaux traités aux liants hydrauliques ou en béton de ciment), soit sur une couche drainante en grave non traitée, soit sur une couche D'enrobé reposant elle- même sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques. La dalle de béton peut être continue avec un renforcement longitudinal (béton armé continu), ou discontinue avec ou sans élément de liaison aux joints.

Ces structures rigides absorbent les efforts et en transmettent peu au sol. Le principal inconvénient est "l'effet de poutre" du béton, dont la partie basse soumise à des efforts de traction peut être fragilisée, sauf si ces efforts sont compensés par des armatures métalliques. La dilatation du béton peut également provoquer des fissures, si le phénomène n'est pas maîtrise par la mise en place de joints de dilatation ou de pré fissuration. Enfin l'uni de ce type de chaussées les rend bruyantes.

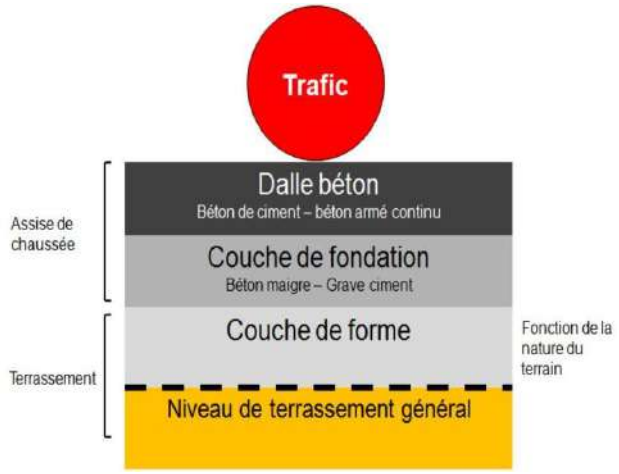


Figure I.8 : Différent couche d'une chaussée en béton de ciment

Conclusion

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier, car la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation, action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas… etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Chapitre II:
Présentation du site étudie

Chapitre II: Présentation du site étudie

Introduction

Une étude de modernisation de la RN 64C du PK0+000 au PK27+000 sur un linéaire total de 27 km dont l'objectif est d'améliorer les caractéristiques géométriques et géotechniques de ce tronçon.

Des insuffisances peuvent toujours se manifester au niveau d'une route soit sur le plan structurelle ou sur le plan fonctionnelle. Dans ce cas, il devient indispensable d'identifier, de comprendre et d'expliquer les causes à l'origine de ces insuffisances et essayer d'apporter des solutions adéquates pour y remédier.

Cette étude s'est articulée principalement sur une base de données constituée :

- D'un examen visuel de l'itinéraire ;
- D'une Campagne géotechnique réalisée ;
- D'un levé topographique réalisé;
- D'une banque de données routière.

L'étude géométrique de ce tronçon se fera en se référant aux normes du B40. Le dimensionnement de la chaussée se fera en ce référant au catalogue Algérien de dimensionnement des chaussées neuves (MTP).

Objectif de l'étude de modernisation

Cette étude de modernisation a pour objectif d'établir un diagnostic détaillé sur l'état de la route dans son ensemble soit sur le plan structurelle ou sur le plan fonctionnelle et les dégradations constatées sur la chaussée en procédant à des auscultations visuelles et des investigations géotechniques ainsi un levé topographique qui doivent aboutir :

- A déterminer la nature et le type de dégradations constatées ;
- A l'appréciation des caractéristiques géométriques de la route et les caractéristiques géotechniques constituant le corps de chaussée et le sol support ;
- A définir les causes probables et l'origine des dégradations ;
- A localiser les points noirs (virages très serrés, points bas, sommets de cotes… etc.) ;
- A proposé des solutions techniques adéquates pour la remise en état, moderniser et assurer un confort à l'usager.
- Le dimensionnement du corps de chaussée pour l'élargissement et pour le renforcement.

Localisation du projet

Le projet objet d'étude est la route nationale N°64C, qui se trouve dans la commune de Tablât au Nord de la wilaya de Médéa.

Ce tronçon prend origine au PK0+000 à l'intersection avec la route nationale N°8 au Nord de la ville de Tablât, et prend fin au PK27+000 sur un linéaire total de 27 km. Dans son ensemble, cette section est en profil mixte avec des sinuosités et dénivelées moyennes qui nous permettent une vitesse de référence de 50 km/h.

La route est bidirectionnelle d'une chaussée en moyenne de 4.00 à 5.00 m de largeur avec des accotements de 1.00 à 2.00 de part et d'autre.

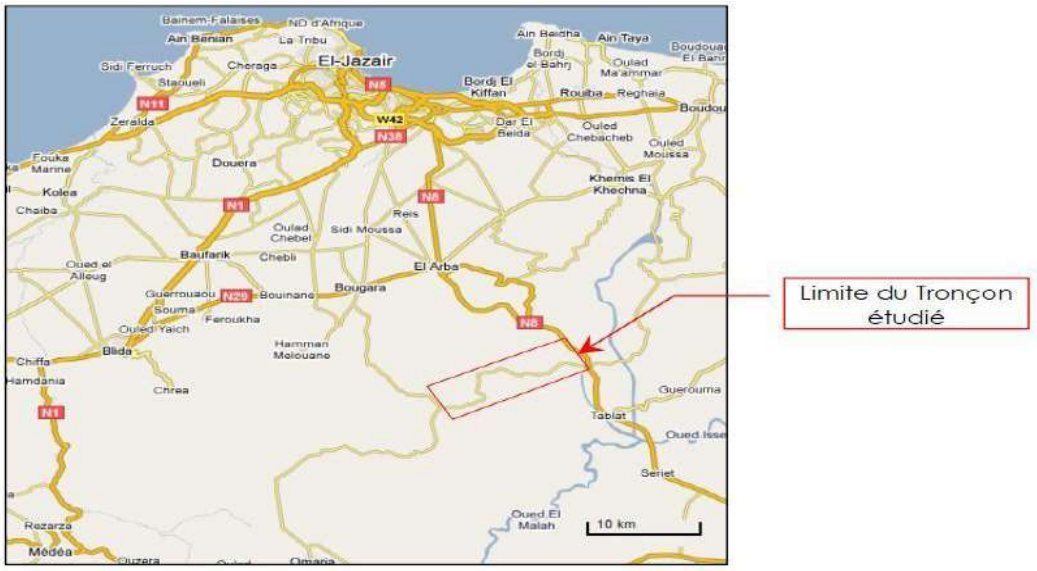


Figure II.1 : Situation du la RN 64 C [1]

Géologie et géomorphologiques du site

Sur le plan géologie, la région de Médéa appartient à la chaîne montagneuse de l'Atlas tellien et à l'extrémité nord des hauts plateaux. Les formations du Crétacé sont généralement développées dans la partie nord de la wilaya et les dépôts du Cénozoïque dans sa partie sud. Localement la zone d'étude se situe dans la chaîne de l'Atlas tellien de Tablât, caractérisé par la prédominance d'affleurement du Crétacé inférieur marin, qui correspond à une série compacte et monotone de marnes schisteuse de couleur grises et d'argile marneuses. Les terrains quaternaires sont assez réduits, cratérisés par quelques placages d'éboulis sur les pentes, qui sont le produit de désagrégation des roches crétacés, ainsi que par des remplissages d'alluvions dans les lits des oueds (affluents d'Oued Isser).

Sur le plan géomorphologique, tout le tracé étudié se développe dans un terrain montagneux, très accidenté, faisant partie de la chaine de l'Atlas tellien de Tablât.



Figure II.2 : Géomorphologie du site de RN 64 C[1]

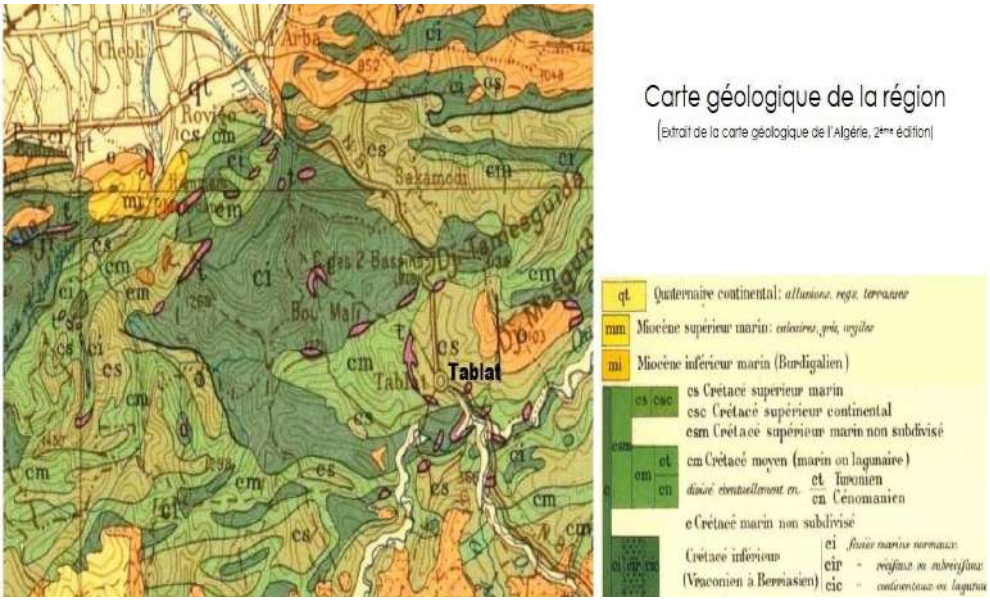


Figure II.3 : Carte géologique de la région étudie

La tectonique est celle de la collision Afrique-Europe. La chaîne algérienne, qui demeure adossée à la frange Nord du bloc méridional, est née de cette collision. Bien que le début des mouvements de dérive de l´Afrique par rapport à l´Europe ne soit considéré comme net qu´à partir du Malm, l´initialisation des phénomènes date du Lias (180 Ma). Ils sont associés à l´ouverture de l´Atlantique Nord.

Les montagnes de l'Atlas, situées au nord de l'Algérie, ont une orientation essentiellement est-ouest. Ces montagnes s'avancent vers le Maroc à l'ouest, vers la Tunisie à l'est, au nord à la mer méditerranéenne, et sont liées au sud par la faille du sud de l'Atlas (Caire, 1971). Les formations des chaînes méditerranéennes sont liées à la rotation de l´Afrique par rapport à l´Eurasie. Cette rotation est une lente dérive des deux continents l´un vers l´autre. Les stades initiaux de cette convergence, décelés dès le Jurassique inférieur, ne se sont clairement manifestés qu´à partir du Jurassique supérieur (150 Ma.). Les montagnes de l'Atlas comprennent l'Atlas Saharien au sud et l'Atlas Tellien au nord, séparé à l'ouest par le plateau élevé.

Le site en étude s'encadre dans le Haut Plateaux. Les hauts plateaux, avant-pays alpin, à couverture sédimentaire réduite, où les processus locaux de distension ont permis la formation de bassins intra montagneux. Le Haut Plateaux est composé par une épaisse séquence de dépôts marins et non marins dérivé des montagnes adjacentes et d'autres dépôts sédimentaires continentaux, formant des versants assez stables.

En concluant, le domaine septentrional est constitué de reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins. L´Algérie alpine est composée par des ensembles structuro-sédimentaires. Le site concerné par la zone inondable s'insère dans la région des montagnes d´Atlas, qui correspond à l'une des grandes unités paléogéographiques qui se différencient en Algérie.



Figure II.4 : Terrain montagneux (Affleurement de la marne schisteuse grisâtre)



Figure II.5 : Affleurement de marne schisteuse avec Intercalations de bancs calcaires

Sismicité de la région

D'après le RPA99 / version 2003 du centre national de recherche appliquée en génie-parasismique et la révision « court terme » du RPA 99 intitulée ADDENDA au RPA 99 (suite au séisme du 21 mai 2003), la wilaya Médéa est classée zone « II a» c'est-à-dire zone à sismicité moyenne. Le

document technique réglementaire suscité, divise le territoire algérien en quatre (05) zones de sismicité croissante, soit :

Zone 0 : Sismicité négligeable ;
Zone I : Sismicité faible ;
Zone II a et II b : Sismicité moyenne ;
Zone III : Sismicité élevée ;

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

Groupe 1A : Ouvrages d'importance vitale ;
Groupe 1B : Ouvrages de grande importance ;
Groupe 2 : Ouvrages courants ou d'importance moyenne ;
Groupe 3 : Ouvrages de faible importance.

Les coefficients d'accélération (A) sont donnés ci-après :

Tableau II.1 : Les coefficients d'accélération

Groupe	I	II a	II b	III
1A	0 .15	0.25	0.30	0.40
1B	0.12	0.20	0.25	0.30
2	0.10	0.15	0.20	0.25
3	0.07	0.10	0.14	0.18

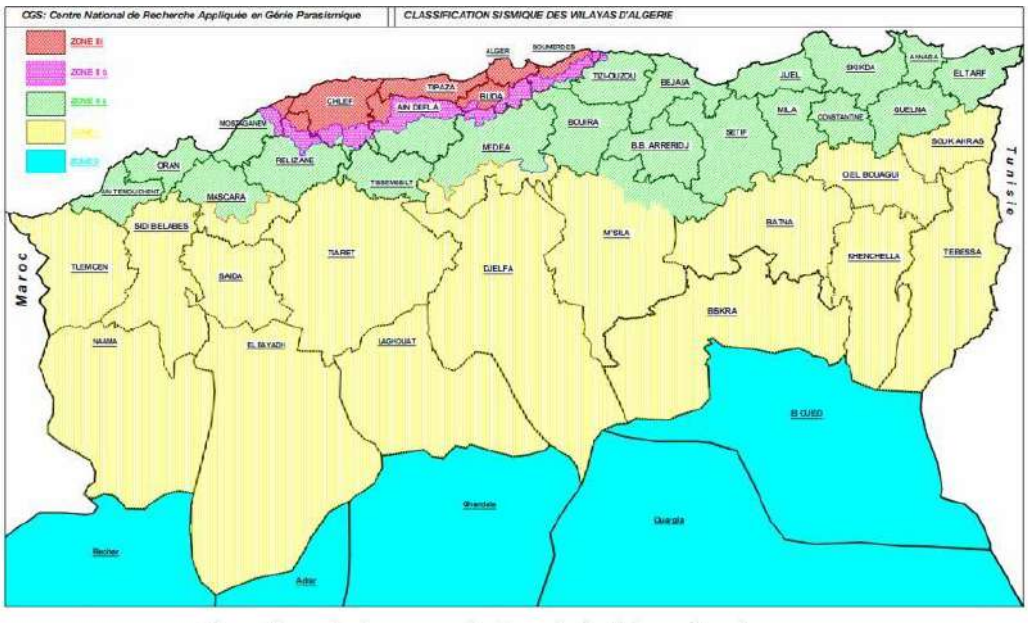


Figure II.6 : Nouvelle carte de zonage sismique du territoire national

En fonction de 《le RPA99, la zone du notre projet de la route nationale N°64C, qui se trouve dans la commune de Tablât, au Nord de la wilaya de Médéa. En **II a** et **II b** qui se caractérise par une **moyenne sismicité.**

Prospection géotechnique du projet

L'objectif attendu par le programme de reconnaissance géotechnique est de permettre la reconnaissance les sols en place et de déterminer leurs caractéristiques géotechniques.

investigation géotechnique

Le programme de reconnaissance géotechnique établit par le bureau d'étude ALGIC et exécuté par le laboratoire L.M.T.P.B a consisté à la réalisation des essais suivants :

Essai in situ

Il s'agira essentiellement de sondage de type de puits de reconnaissance à ciel ouvert, d'une profondeur moyenne de 1.5, répartit tout le long du tronçon étudié.
Dix (10) puits de reconnaissance d'une profondeur moyenne de 1.5m avec prélèvement d'échantillons pour essais en Laboratoire. La localisation des puits de reconnaissance est résumée dans le tableau ci dessous, l'implantions de ces puits est donnée sur les plan synoptiques à l'échelle 1/50.000 :

Tableau II.2 : Puits de reconnaissance[1]

N° Puits	PK
01	PK1 + 500
02	PK4 + 000
03	PK6 + 500
04	PK9 + 000
05	PK11 + 500
06	PK14 + 000
07	PK16 + 500
08	PK19 + 000
09	PK21 + 500
10	PK24 + 000

Essais en Laboratoire

Les essais de laboratoire sont exécutés sur des échantillons représentatifs de sol et de carottes dûment prélevés sur le terrain. Les échantillons de sols remaniés prélevés des puits ont été soumis aux essais suivants :

a) Essais physiques et d'identifications

- Mesure de la teneur en eau naturelle (NFP 94-050);
- Analyse granulométrique (NFP 94-056) et sédiment métrique (NFP 94-057);
- Limite d'Atterberg (NFP 94-051) ;
- Analyse chimique sommaire (NF P 18-461).

b) Essais mécanique

- Proctor modifié (NF P 94-093);
- CBR imbibé à 4 jours (NF P 94-078).

Des 10 puits de reconnaissance réalisés, nous avons extraits au minimum un échantillon de terrain de chaque puits, afin de le tester au laboratoire et nous avons réalisé les essais suivants
- Essais d'identification sur des échantillons paraffinés (Granulométrie, Teneur en eau, Limites d'Atterberg et Densités).
- 16 Essais Proctor Modifie
- 16 Essais CBR.

D'un total de plus de 174 échantillons extraits des sondages carottés ou d'échantillons de main, on a réalisé les essais de laboratoire suivants.

- 12 Essais d'identification sur des échantillons paraffinés (Granulométrie, Teneur en eau, Limites d'Atterberg et Densités).
- 2 Essais mécaniques de Cisaillement Direct (UU) sur échantillons intacts.
- 6 Essais de Résistance à la compression sur éprouvette intacte.
- 1 Essais chimique de l'eau.

Résultats de l'investigation géotechnique

Puits de reconnaissance

Les puits de reconnaissance vont permettre :

- La détermination des conditions géologiques et géotechnique dans lesquelles s'inscrit la plate forme du tronçon routier ;
- La détermination de la portance d sol support de la chaussée ;
- Le dimensionnement du corps de chaussée.

Pour chaque puits des prélèvements du sol seront effectués en quantité suffisante pour pouvoir faire des essais en laboratoire de type mécanique et physique. Des coupes lithologiques seront établit pour chaque puits, montrant la nature et les épaisseurs des couches traversées. La description de la nature des matériaux prélevés est donnée comme suit :

Tableau II.3 : La description de la nature des matériaux prélevés [1]

Puits	DESCRIPTION
01	Limons argileux, graveleux et caillouteux de couleur brunâtre.
02	Argilites fragmentés et altérées, de couleur brunâtre.
03	Argiles limoneuse, caillouteuse, brunâtre avec fragments d'argilites compactes
04	Argilites brunâtre à grisâtre, fragmentées plus ou moins altérées
05	Argilites saines très compactes de couleur grisâtre.
06	Argiles limoneuses brunâtres avec fragments d'argilites compactes de couleur
07	Argiles limoneuses, graveleuses et caillouteuses, marron brunâtre.
08	Argiles limoneuses caillouteuses avec fragments d'argilites compactes.
09	Argiles limoneuses graveleuses de couleur brunâtre à grisâtre.
10	Argilites fragmentées de couleur grisâtre avec faible matrice limoneuse

Essais au Laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau II.4 : Les résultats des essais en laboratoire[1]

N° de puits	Teneur en eau(%)	Granulo métrie		Limites d'Atterberg		Proctor modifié		CBR 95% opm	Classification LCPC
		<2 mm	< 80 µ	WL	IP	γd max	W opm		
		%	%	%	%	t/m3	%		
01	30.6	88	56	19	5	2.00	9.50	12	Ap
02	16.96	69	43	42	18	1.83	12.20	_	Ga
03	5.51	56	33	39	18	1.97	8.20	12	Ga
04	8.97	25	09	36	14	2.18	8.30	_	Ga
05	8.32	10	02	39	16	2.09	9.00	_	Ga
06	5.00	58	34	34	14	2.09	9.30	20	Ga
07	10.85	79	73	43	18	1.85	11.40	4	Ap
08	9.214	62	43	38	16	1.74	18.30	_	Ga
09	5.95	71	61	42	18	1.91	10.80	8	Ap
10	10.34	49	30	38	18	2.04	8.80	13	Ga

Commentaires

Les essais d'identification réalisés sur les matériaux prélevés sur la RN64C, révèlent un sol homogène du point de vu nature (marne schisteuse) et hétérogène du point de vue caractéristiques mécaniques. On y rencontre une alternance de grave argileuse et des argiles plastiques selon la classification LCPC.

Les limites d'Atterberg obtenues offrent une plasticité moyenne, avec des valeurs d'indice de plasticité « I_p » variantes entre 14% < IP < 18%, par contre l'indice de plasticité de 5 obtenu au niveau du puits N°1 n'est pas représentatif.

Les essais Proctor réalisés sur les différents prélèvements donnent des valeurs de densités sèches maximales qui varient de 1,83 à 2,18 t/m3 pour des teneurs en eau optimales avoisinantes les 08 à 12%, ce qui signifie que le sol naturel en question présente de bonnes caractéristiques de stabilité.

Après imbibition à 4 jours, les échantillons compactés à diverses énergies sont poinçonnés. Les valeurs du CBR ainsi obtenue à 95% de l'optimum montrent un sol à portance moyenne, avec des valeurs comprises entre 8 % < CBR (à 95% de l'OPM) < 20%, et une moyenne de CBR = 13. La valeur d'indice CBR (à 95% de l'OPM) de 4%, obtenue au niveau du puits N°9 n'est pas représentative.

Auscultation par relevé de dégradation

L'évaluation de l'état apparent de la route est basée sur l'examen visuel de la chaussée qui permet de déterminer la nature et l'intensité des dégradations apparues au niveau de la route et de formuler les premières hypothèses au sujet des causes de dégradations constatées.
Dans le cadre de l'étude de modernisation de la RN 64C, une visite de site a été réalisé par ALGIC afin d'effectuer une reconnaissance géologique et géotechnique du site et faire un diagnostique sur les dégradations et définir l'état actuel de la route.

Etat visuel de la chaussée

Le relevé de dégradations effectué sur le tronçon de la RN 64C, dévoile un état de surface bon à moyen localement sur l'ensemble du linéaire.
La route objet d'étude n'est pas sujette à des dégradations très importantes mais il existe quelques insuffisances d'ordre structurelles et fonctionnelles où il a été constaté une prédominance de déformation de type orniérage ainsi que des arrachements localisés.

- Concernant la famille des déformations, il a été relevé essentiellement des ornières à petit rayon d'une étendue moyenne parfois en rive gauche et parfois en rive droite.
- Concernant la famille des arrachements, il a été relevé essentiellement un départ de matériaux constituant la couche de roulement en enduit superficiel sur des sections bien localisées.

Diagnostic et solutions

Diagnostic

L'analyse de l'ensemble des résultats des différentes investigations réalisées au niveau du tronçon objet de l'expertise a permis de faire les constatations suivantes :

- Etat de dégradation de la chaussée bon à moyen localement (présence d'ondulation) ;
- Largeur insuffisante de la chaussée ;
- Problèmes de visibilité de certaines sections ;
- Évolution des matériaux sous l'effet conjugué de l'eau et du trafic ;
- Insuffisances qualitatives et quantitatives en termes d'assainissement.

La route dans son ensemble n'est pas sujette à des désordres très importants surtout sur le plan structurel, vu que la chaussée est dans un état moyen à acceptable, mais sur le plan fonctionnel, la route pose un problème de confort surtout en long et en largeur, car la chaussée à une largeur insuffisante (4.00 m à 5.00 m), ainsi que des problèmes de visibilité (points hauts et bas).
Le trafic qui circule sur ce tronçon est faible, tout de même, il existe des flottes de camions de certaines entreprises de la région qui emprunte cet axe ainsi il est appelé à recevoir un trafic dévié des routes avoisinantes. C'est pour cela, l'administration doit intervenir pour améliorer ses caractéristiques afin d'assurer un confort aux usagers de cet axe et augmenter sa durée de vie.

Solutions proposées

Au vu de ce qui précède, la route objet d'étude est appelée à recevoir un traitement de fond soit sur le plan tracé pour améliorer ses caractéristiques géométriques et assurer un certain confort à l'usager selon les normes de construction des routes ou sur le plan géotechnique pour améliorer ses

caractéristiques mécaniques et préparer la chaussée à recevoir un volume de trafic plus important que ce lui d'aujourd'hui.
A cet effet, l'étude du tracé effectuée selon les normes, a permis d'avoir deux cas de figures selon l'allure de la ligne rouge du profil en long.

- Le premier cas, la chaussée fera objet d'une construction d'épaulement ;
- Le deuxième cas, on assiste à une construction du nouveau corps de chaussée.

Le détail de ces deux cas est présenté comme suit :

Cas 01(Construction d'épaulements)

Dans ce cas, les sections concernées ne posent pas de problèmes de visibilités mais beaucoup plus de largeurs, à cet effet, la chaussée fera objet d'une scarification ainsi d'une construction d'épaulements pour l'élargissement de la chaussée à 7.00 m s'avère nécessaire.
La largeur des l'épaulement est conditionnée par celle de l'actuelle chaussée et des caractéristiques des profils en travers courants préconisés.
Pour tenir compte des conditions pratiques de réalisation, la largeur minimum de l'épaulement est prise à 1.50 m.
Le dimensionnement de l'épaulement est déterminé à partir des structures types du catalogue de dimensionnement Algérien des chaussées neuves.
Pour permettre une mise en place d'une assise sur cette largeur supplémentaire, il y'a lieu de procéder :

- A la scarification de la chaussée existante sur toute sa largeur selon les recommandations des profils en travers courants ;
- A l'exécution des déblais en tranchées pour construction d'épaulement;
- A la mise en œuvre d'un grave non traitée (TVO) en couche de fondation en épaulement;
- Au réglage et compactage de la surface supérieure de la couche de fondation en épaulement ;
- A la mise en œuvre de la grave concassée GK0/20 en assise de la couche de base ;
- A la mise en œuvre des tout-venants concassés (TVC0/20) au niveau des accotements en base ;
- A la mise en œuvre d'une imprégnation ;
- A la mise en œuvre d'un enrobé en béton bitumineux en couche de roulement ;
- Au rechargement des accotements ;
- A l'imperméabilisation de ces accotements par une mise en œuvre d'une imprégnation suivie d'une monocouche.

Cas 02 (Construction du nouveau corps de chaussée)

Dans ce cas, les sections concernées pose des problèmes de visibilité et d'orniérage ainsi de largeur insuffisante, a cet effet des rectifications du profil en long ont été effectuées et selon l'allure de la ligne rouge, il y'a lieu de procéder :

- Au décaissement ou au remblaiement de la chaussée existante sur toute sa largeur ;
- A la mise en œuvre du grave non traitée (TVO) en couche de fondation en toute sa largeur ;
- Au réglage et compactage de la surface supérieure de la couche de fondation ;
- A la mise en œuvre du grave concassé GK0/20 en couche de base au niveau de l'assise de la chaussée ;

- A la mise en œuvre des tout-venants concassés (TVC0/20) au niveau des accotements en base ;
- A la mise en œuvre d'une imprégnation ;
- A la mise en œuvre d'un enrobé en béton bitumineux en couche de roulement ;
- Au rechargement des accotements ;
- A l'imperméabilisation de ces accotements par une mise en œuvre d'une imprégnation suivie d'une monocouche.

Les zones critiques

Ces zones sont localisées à plusieurs endroits le long de la route :

Zones d'éboulement rocheux

Cette zone est localisé du PK 13+350 au PK 13+550, sur une longueur totale de 200 m, elle est caractérisée par un talus abrupte de grande hauteur, constitué d'une alternance de bancs rocheux durs présentant généralement des diaclases et des schistosités, avec des bancs tendres de marne schisteuse, le pendage des couches qui est dans le sens du talus fait que, après érosion des bancs tendre, les bancs durs se retrouvent en porte à faut, qui vont finir par se rompre et s'écrouler en bas du talus, sous l'effet de leur poids et la présence des fissurations. Cette chute de blocs de petits et gros diamètres (voir figure II.5), présente un danger réel pour les usagée de la route.

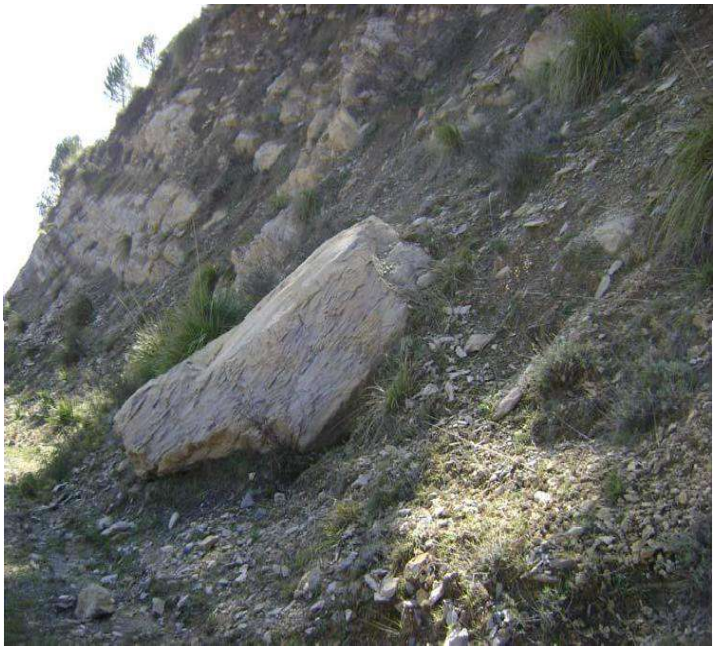


Figure II.7 : Zones d'éboulement rocheux [1]

Zones d'érosion intense

Ces zones sont localisées à plusieurs endroits le long de la route, elles sont caractérisées par des talus à pentes importantes, dont la nature est constituée par des marnes schisteuses de couleur grisâtre.

L'érosion et l'altération de la marne schisteuse, sous l'effet des eaux de pluies et les écoulements de surface, produit un matériau pulvérulent grisâtre de la dimension des sables avec quelques éléments caillouteux, c'est matériaux s'écoulent et s'accumulent au bas du talus, avec le temps ces

accumulations débordent sur la chaussée au causant un préjudice à la circulation des véhicules (voir figure II.6).



Figure II.8 : Zone d'érosion intense [1]

Zone de glissement

Cette zone est localisée entre PK 23+325 et PK 23+850, les signes du glissement sont visible sur la chaussée existante, à savoir des affaissements et des fissurations, c'est dernières ont été colmatés suite à des travaux d'entretient de la route. Le problème est ancien et la zone a déjà fait l'objet d'une étude, des solutions ont été exécuté, mais les résultats n'ont pas été satisfaisants, étant donné que le glissement est toujours actif.

Caractéristiques géologiques de la zone

Les visites effectuées sur site, nous ont permis de constater que la zone du glissement est caractérisée par la présence d'une couche de marne schisteuse grisâtre, plus ou moins altérée, surmontée par une couche meuble de colluvions (dépôts de pente) et d'éboulis de pente (voir figure II.7)



Figure II.9 : Zone de glissement

Cause du glissement

- La nature géologique et la structure du sol en profondeur.
- Les infiltrations des eaux de puis et de ruissellement à l'amont du talus, dans la couche des colluvions qui est perméable, provoquant le glissement de cette dernière sur la marne schisteuse.
- a nature du substratum marneux imperméable, dont la partie supérieur devient au contacte de l'eau, une couche savante, favorisant le glissement de la couche des colluvions.
- **Le gabionnage mis en place qui joue un rôle de surcharge supplémentaire** sur le glissement, augmentant ainsi le moment moteur de ce dernier.

Recommandations

Les recommandations que nous préconisons sont les suivantes :

Zone d'éboulements rocheux

- Réalisation d'un grillage métallique tous le long de la section affectée par le phénomène ;
- Faire tomber manuellement les blocs les plus instables.

Zone d'érosion intense

- Réalisation d'un mur en gabion, en bas des talus touchés par ce problème, en gardant un espace suffisant derrière les murs en gabions, pour stopper les matériaux d'érosion ;
- Un ramassage régulier des matériaux déposés derrières les murs doit se faire chaque année (durant la période estivale).

Zone de glissement

- Décapage de la couche des colluvions et replacement par un matériau granulaire sélectionné, sur 2.0m de profondeur ;
- Réalisation d'une tranchée drainante du côté talus, afin de collecter les eaux d'infiltration et protéger la base du corps de chaussée.

Gites d'emprunt

Une enquête sur le terrain a été effectuée afin de repérer les sources d'approvisionnement possibles en matériaux d'emprunt pour remblai et couche de fondation.

Vu la nature géologique de la région du tracé de la RN 64 C, correspondant généralement à des marnes schisteuse, aucun gîte de matériaux réutilisable n'a été repéré près du tracé, raison pour laquelle la recherche s'est orientée vers l'utilisation des matériaux alluvionnaire des oueds.

Deux (02) zones d'emprunts de matériaux alluvionnaires ont été identifiées, ces zones sont situées respectivement dans le lit de l'oued Isser à 13 km du tracé, et dans le lit de l'oued El Hedd à 8.5 km du tracé.

Une visite de chaque zone a été réalisée avec exécution de puits d'exploration et prélèvement d'échantillons pour les essais de laboratoire au niveau de chaque site.

Les résultats des essais de laboratoire montrent la nature des matériaux ainsi que les caractéristiques physiques des matériaux pour chaque zone.

Les deux (02) gîtes sont localisés sur les photos satellites ci-dessous, les coordonnées GPS (système UTM) de ces gîtes sont :

Gîte 1 : Il est situé dans le lit d'Oued Isser, près de la RN 8 au Pk 70, de coordonnées :

X = 4027277
Y = 0531635

Gîte 2 : Il est situé dans le lit d'Oued El Hedd, près de la RN 8 au Pk 65+500, de coordonnées :

X = 4029515
Y = 0528314

Les résultats des essais de laboratoire réalisés sur les échantillons, prélevés à partir des puits de reconnaissance sont résumés dans les fiche synthétiques. [1]



Figure II.10 : Situation des deux Gîtes d'emprunts par rapport à la RN 64 C[1]

Fiches synthétiques des Gîtes d'Emprunts

Gîte-01

Localisation :

Tableau II.5 : Localisation gite 01[1]

Coordonnes GPS UTM			Wilaya	Daïra	Commune	LIEU-DIT
X	Y	Z				
4027277	0531635	367	Médéa	Tablât	-	Ouled El Abed

Accès : RN8 (Pk 70+000)
Distance au tracé : 13.0 km
Nom exploitant : Gîte potentielle
État : Non exploité
Nature : Tout venant d'oued (T.V.O)
Réserves globales : Importante
Caractéristiques disponibles : Non

Tableau II.6 : Caractéristiques du matériau (à partir des essais de laboratoire) [1]

Nature échantillon	W %	Limites d'Atterberg			D_{max} (mm)	Granulométrie % des passants au tamis de :		Proctor normal		MDE	ES
		Wl	Wp	Ip		2 mm	80 µm	γd_{max}	W_{OPN}	Classe 10/14	
TVO	15	Non mesurable			80	18	14	1,94	10,10	46	18

Gîte-02

Localisation :

Tableau II.7 : Localisation gite 02[1]

Coordonnes GPS UTM			Wilaya	Daïra	Commune	LIEU-DIT
X	Y	Z				
4029515	0528314	416	Médéa	Tablât	-	Ouled El Abed

Accès : RN8 (PK 65+500)
Distance au trace : 8.5 Km
Nom exploitant : Gîte potentielle
Etat : Non exploité
Nature : Tout venant d'oued (T.V.O)
Réserves globales : Importante
Caractéristiques disponibles : Non

Tableau II.6 : Caractéristiques du matériau (à partir des essais de laboratoire) [1]

Nature échantillon	**W %**	**Limites d'Atterberg**			**D_{max} (mm)**	**Granulométrie % des passants au tamis de :**		**Proctor normal**		**CBR Imbibé**	**ES**
		Wl	**Wp**	**Ip**		**2 mm**	**80 µm**	**γd_{max}**	**W_{OPN}**	**I_{CBR} à 95% de l'OPN**	
TVO	15	19,25	13,33	5,92	35	24	10	1,95	10,30		16

Chapitre III :
Etude de trafic

Chapitre III : Etude de trafic

Introduction

L'étude de trafic a pour but la détermination, d'une part de l'intensité du trafic, et d'autre part de sa constitution, notamment la proportion des véhicules poids lourds (PL). Le trafic joue un rôle primordial dans la conception de la route. Il intervient à plusieurs niveaux :

- Dans la classification et la hiérarchisation de la liaison dans le réseau routier national ;
- Dans le calcul du nombre de voies de la liaison (largeur de la chaussée) ;
- Dans la conception de la chaussée (type de chaussée) ;
- Dans la détermination de l'épaisseur des couches de chaussée.

Objectifs des études de trafic

Des études sont donc nécessaires pour évaluer les différents paramètres de trafic (intensité, composition, évolution dans le temps, répartition du trafic sur les voies..) afin de se rapprocher au mieux de la réalité lors de la conception d'un projet routier.
Ces études portent sur :

- La détermination des valeurs actuelles du trafic dans la zone d'influence ;
- L'analyse des origines, des destinations et des motifs de déplacements ;
- La détermination de la répartition du trafic par catégorie de véhicules.

L'utilité de l'exploitation des renseignements statistiques est multiple :

Sur le plan de l'économie générale : Pour l'élaboration des plans économiques, financiers et fiscaux, il est indispensable de connaître la consistance du parc des véhicules, la consommation en carburant, les tonnages globaux transportés par la route.
Sur le plan de la construction routière : L'étude de la circulation sur les diverses artères du réseau est nécessaire pour élaborer les plans d'aménagements ou de transformation de l'infrastructure, déterminer les dimensions à donner aux routes et apprécier l'utilité des travaux projetés.
Sur le plan circulation routière proprement : la connaissance des circulations est nécessaire pour l'élaboration des mesures de police, d'exploitation…

Les enquête

Se rapprocher au maximum de la situation actuelle revient à étudier les données du trafic les plus récentes. L'étude peut être complétée par les enquêtes suivantes:

Enquêtes de trafic

Un comptage automatique des véhicules : Cette opération consiste à recenser le flux du trafic au moyen d'un compteur automatique dans les différents postes de comptages pendant au moins une semaine entière. Ce comptage permet la détermination des fluctuations journalières du trafic et la part du trafic nocturne.
Un comptage exhaustif des véhicules : Cette opération consiste à compter manuellement les véhicules qui passent par les différents postes de comptages tout en classant le trafic par heure, par

sens et par type de véhicule (Voitures particulières, camions lourds et articulés, Taxis et louages ...).

Une enquête Origine-Destination : Cette opération consiste à interroger un échantillon représentatif des occupants des différents types de véhicules à propos de l'origine, la destination et le motif de leurs déplacements, leurs professions, leurs revenus.
Comptages périodiques : Le réseau routier est divisé en sections de 8 à 15 Km de long, homogènes de point de vue des caractéristiques géométriques, du trafic et de la densité démographique des abords. Ces types de comptages sont généralement réalisés une fois tous les cinq ans et font l'objet d'une publication. Ils sont menés par des agents recenseurs qui peuvent déterminer les véhicules par catégories
Comptages continus : Outre les comptages périodiques à grande échelle, il est intéressant d'effectuer des comptages sur un itinéraire devant faire l'objet d'un aménagement (Construction d'une déviation, renforcement, entretien..). Ces comptages sont d'intérêt important du fait qu'ils remplacent un contrôle manuel fastidieux et sont de faible coût. L'erreur relative est de l'ordre de 10 à 20% selon le moyen utilisé. En effet ces appareils automatiques sont distingués en plusieurs types suivant leurs modes de fonctionnement:

- Compteurs pneumatiques : C'est un tube en caoutchouc spécial très souple à tension réglable, de 12 à 18 mm de diamètre extérieur et de 6 mm de diamètre intérieur. Ce tube est tendu en travers de la chaussée dont l'une de ses extrémités est munie d'un about spécial et l'autre est reliée à la machine.
- Détecteur capacitif : Il est constitué de deux fils transversaux parallèles espacés de 4 cm et noyés dans la chaussée; Le premier est lié à un émetteur tandis que l'autre est branché sur un récepteur détectant le passage d'un pneu.
- Détecteur radar : Son fonctionnement est basé sur la différence de fréquence entre une onde émise et celle réfléchie par le véhicule (mesure de vitesse).
- Détecteur magnétique : Il est formé d'une boucle à une ou plusieurs spires (3m x 1.2 m) enterrée dans la chaussée. Suite au passage d'un véhicule, l'inductance du circuit est modifiée et enregistrée dans un oscillateur L'enregistrement des impulsions (qu'elles proviennent de tubes ou de boucles) peut être fait sur des mini cassettes ou sur des compteurs à mémoire statique qui sont relevés à intervalles réguliers par un opérateur ou automatiquement sur un circuit téléphonique.

Enquêtes de circulation

Pour la résolution des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routière, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donné d'une route. A cet effet, des enquêtes sont menées pour connaître les différents courants de circulation et la plupart des destinations. Ces enquêtes sont sous quatre formes :

Enquêtes sur route : Il s'agit de commencer par isoler le trafic dans la zone concernée et installer des stations d'enquêtes pour interroger un certain pourcentage de conducteurs. Ces enquêtes sur route rendent nécessaire l'aménagement d'aires de stationnement pour les véhicules questionnés. Le moment opportun de l'enquête doit être représentatif de la circulation moyenne ou de la circulation dominante, suivant le problème posé. Le nombre total N de véhicules à soumettre à

l'enquête dépend de la précision que l'on veut obtenir (pour une précision de 40 v/j sur 5000, faut environ 500 véhicules enquêtés).
Enquêtes simplifiées : Elles sont utilisées pour avoir une idée approximative de l'importance de certains courants de circulation. Il s'agit de repérer les numéros d'immatriculations des véhicules aux entrées et sorties du cordon. Un recours à l'utilisation des papillons ou des cartes peut également être envisagé:

- Pour les enquêtes par papillons, les véhicules sont arrêtés à l'entrée de la zone. Un papillon est apposé sur le pare-brise. Dans le sens de la sortie on compte, sans pratiquement arrêter les véhicules, les papillons de diverses origines.
- Pour les enquêtes par cartes, des cartes distinctes sont distribuées aux usagers à chaque entrée. Les cartes sont récupérées à la sortie. Cette enquête peut renseigner sur l'heure d'entrée et l'heure de sortie d'un véhicule et fournit diverses autres indications. L'inconvénient de cette méthode réside au fait d'arrêter deux fois les véhicules.

Enquêtes à domicile : L'enquête ménage, l'enquête Origine-Destination et les sondages effectués dans les carrefours de la zone considérée servent à avoir une idée précise sur les caractéristiques des différents mouvements. Ces informations sont à comparer avec celles tirées des données statistiques sur les origines et les destinations les plus fréquentes des véhicules. Sur une carte seront reportées les lignes désirs qui représentent les courants virtuels les plus importants ainsi que les demandes d'emplacements pour stationnement.
Enquêtes de stationnement : Elles représentent un type particulier d'enquête qui se réalise en site urbain. En effet, le stationnement est un consommateur important d'espace et il appartient de bien appréhender le phénomène pour pouvoir y apporter des solutions efficaces. Le stationnement peut être distingué en 4 formes:

- Stationnement des riverains ;
- Stationnement de longue durée des pendulaires ;
- Stationnement de courte durée ;
- Stationnement pour livraison.

L'enquête de stationnement est manuelle. Chaque enquêteur dispose d'un plan des stationnements d'une zone déterminée, avec places de parking numérotées. Il doit effectuer, à période fixe (1/2 heure), le pointage des véhicules stationnés, en repérant généralement le numéro d'immatriculation. Cet enregistrement permet de déterminer le taux d'occupation des places, le délai de rotation et la durée moyenne de stationnement.

Mesures de poids

Le contrôle du poids des véhicules est indispensable non seulement pour l'analyse statistique et les prévisions de trafic, mais surtout pour limiter les surcharges d'essieux qui sont extrêmement dommageables pour les chaussées. L'agressivité des véhicules lourds croît très vite en fonction du poids des essieux. Or, les compagnes de contrôle mettent en évidence des proportions de véhicules en surcharge atteignant 20 %. Tout véhicule en surcharge de plus de 5 % doit être immobilisé.
Sont employés pour ces contrôles :

- Des matériels mobiles, bascules mécaniques, mesurant par un système de levier les déformations d'un ressort ;
- Des matériels dits « semi-fixes» déterminant le poids d'une roue, au moyen de quatre jauges de contraintes branchées sur un pont de Wheatstone ;
- Des ponts bascules classiques, présentant l'inconvénient de donner le poids total du véhicule et non pas la charge par essieu.

Il existe également des dispositifs équipés de façon à déterminer la vitesse, l'écartement des essieux et le poids de chaque essieu.

L'analyse des trafics existants

Diverses méthodes permettent de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet. Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages (qui permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A) ;
- Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualificatifs (les enquêtes).

Le comptage de trafic est réalisé en 2006 par les services de la DTP, le tableau suivant présente les résultats de la campagne de comptage actualisé à 2008:

Tableau III.1 : La campagne de comptage

LOCALISATION PK-PK	TJMA (véh /j)	Poids lourd	Pourcentage de Poids lourd	Réseau Principal
0+000 – 27+000	390	55	14%	RP2

Hypothèse de calcul :

- Année des derniers travaux : 2001
- Année de comptage : 2006
- Année de mise en service : 2010
- Durée de vie escomptée : N = 15 ans
- Coefficient d'accroissement annuel : i = 4 %.

Capacité d'une liaison

Définition de la capacité

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

- Des conditions de trafic ;
- Des conditions météorologiques.

Calcul de la capacité

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 : $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

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

Calcul de trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] \, TJMA_h$$

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend

Tableau III.2: Coefficient d'équivalence

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

Application numérique au projet

Les données de trafic

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la D.T.P. de la wilaya de Médéa qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2008= 390 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté τ= 4%
- Le pourcentage de poids lourds Z=14%
- La vitesse de référence 40 km/h sur la majorité du tracé.
- L'année de mise en service sera en 2010
- La durée de vie estimée de 15 ans.

Projection future de trafic

L'année de mise en service (2010)

$$TJMA_h = TJMA_0 (1+IJ)^n$$

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2010)

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro

$$TJMA_{2010} = 390(1 + 0{,}04)^4 = 456 \text{ v/j.}$$

Trafic à l'année (2025) pour une durée de vie de 15 Ans

$$TJMA_{2025} = 456 \times (1 + 0{,}04)^{15} = 821 \text{ v/j.}$$

Calcul du trafic effectif

$$T_{eff} = [(1 - Z) + Z.P] \, TJMA_h$$

Avec:

P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds. Pour une route à deux voies et un environnement E1 on a P = 2

Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 14%

$$T_{eff} = 821 \times [(1 - 0.14) + 2 \times 0.14]$$
$$T_{eff} = 936 \text{ uvp /j}$$

Le tableau suivant illustre l'ensemble des résultats :

Tableau III.3 : Ensemble des résultats de l'étude de trafic

Localisation PK-PK	TJMA (véh/j)	% PL	PL/J/sens	Réseau Principal	Classe du trafic
0+000 – 27+000	390	14%	28	RP2	TPL0

Chapitre IV:
Etude géométrique

Chapitre IV: Etude géométrique

Introduction

La façon, pour un ingénieur, d'élaborer la surface gauche de l'espace que constitue la route, consiste à étudier et concevoir les trois éléments géométriques simples qui la définissent, le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

Tracé en plan

Définition

Le tracé en plan est la projection de la route sur un plan horizontale. En générale, il est constitué d'alignements droits raccordés par des courbes. Il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire de la route, et ces caractéristiques doivent assurer les conditions de confort et de stabilité pour les usagers de la route.

Les règles à respecter pour le tracé en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes :

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants ;
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant ;
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Eviter au maximum les propriétés privées ;
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques ;
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé. [3]

Les éléments de tracé en plan

Le tracé en plan comporte :
a) Des alignements droits ;
b) Des arcs de cercle ;
c) Des courbes de raccordement.

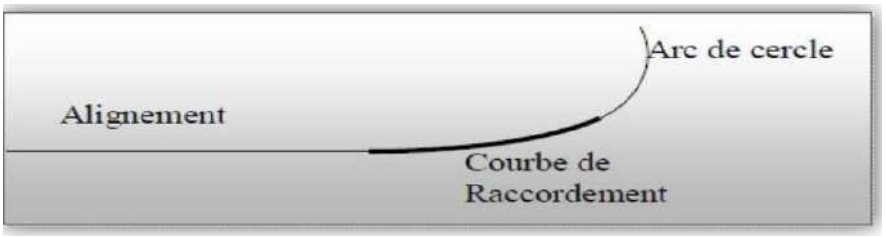


Figure IV.1 : Les éléments du tracé en plan

Les alignements

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

- Eblouissement causé par les phares ;
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents ou des malaises chez le conducteur ;
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

La longueur des alignements dépend de la vitesse de référence (Vr) et des sinuosités qui précèdent et suit l'alignement. Cependant une minimal est nécessaire entre deux virages successifs : les normes donnent les recommandations suivantes :

Longueur minimale **:** Longueur minimale d'alignement (L min) qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

$$\boldsymbol{Lmin = T \times Vr = T \times Vr\ (km/h)\ /3.6}$$

- T = 3 s entre deux courbes de sens différent.
- T = 5 s entre deux courbes de même sens.

Remarque : La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel.

Longueur maximale **:** Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant (01) minute à la vitesse V (m/s). [3]

$$\boldsymbol{Lmax = 60 \times Vr = 60 \times Vr\ (km/h)\ /\ 3.6}$$

Les arcs de cercle

Les éléments qui interviennent pour la limitation de la courbe sont :

- La stabilité des véhicules en courbe ;
- La visibilité dans les tranchées en courbe ;
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faibles rayons.

La stabilité en courbe **:** En négociant un virage, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge, c'est la raison pour laquelle on incline la chaussée vers l'intérieur du virage (pour éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

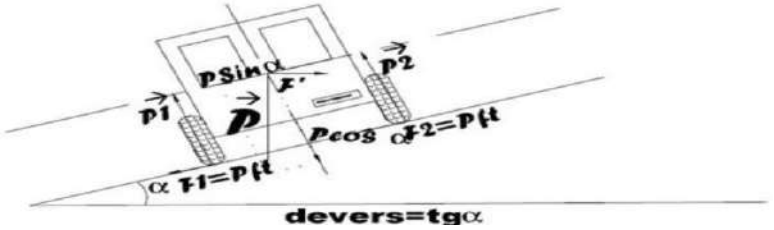


Figure IV.2 : Les forces agissant sur un véhicule dans un virage

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

$$R_{min} = Vr^2 / 127 (ft+d)$$
Pour g = 9.81 m/s2

$$R \geq Vr^2/130 (ft+ d)$$
Pour g = 10 m/s2

NB : ne doit pas être trop grand (risque de glissement par temps pluvieux ou par verglas), ni trop petit pour assurer un bon écoulement des eaux. C'est ceux qui nous conduisent à la série de couples (R, d). Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu R_{Hm} avec :

d max = 7% pour les catégories 1-2
8% pour les catégories 3-4
9% pour la catégorie 5.

a- Rayon horizontal minimal absolu (R_{HM})

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, et il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

$$R_{HM} = Vr^2 / 127 (ft + dmax)$$

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

b- Rayon minimal normal (R_{HN})

Ce rayon est par définition égal au rayon minimal absolu calculé pour V_r +20 Km/h. Le virage est cependant est réalisé avec un dévers égal à (d max = 2%). Ce qui permet au conducteur de rouler à une vitesse supérieure à V_r sans pour autant atteindre V_r +20 Km/h.

$$R_{HN} = (Vr + 20)^2 / 127(ft + dmax)$$

Dévers associé : (d max = 2%)

c- Rayon au dévers minimal (R_{Hd})

Au-delà du R_{Hd} les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage de sorte que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse Vr serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droite.

Dévers associé : d min = 2,5% en catégorie 1 – 2
d min = 3% en catégorie 3 – 4 – 5

$$R_{Hd} = Vr^2 / 127 \times 2 \times d\ min$$

d- Rayon minimal non déversé (R_{Hn})

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé (R_{Hnd}).

$$R_{Hn} = Vr^2 / 127 \times 0.035$$

Pour les catégories 1 - 2

Tableau IV.1 : Rayons normalisés avec dévers associé

Eléments géométriques	Symbole	Unité	Valeur
Vitesse de référence	V_r	Km/h	40
Devers maximal	d_{max}	%	7
Rayon horizontal minimal	R_{Hm} (7%)	m	50
Rayon minimal normal	R_{HN} (5%)	m	125
Rayon au dévers minimal	R_{Hd} (2,5%)	m	250
Rayon minimal non déversé	R_{Hn} (-2,5%)	m	350

e- Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm}, on utilise autant que possible des valeurs de rayon $\geq R_{HN}$. Les rayons compris entre R_{Hm} et R_{Hd} sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en 1/R arrondi à 0,5% prés.

- Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$:

$$d = d_{max} + (1/R + 1/R_{Hm}) \times (-d_{RHN}) / (1/R_{Hm} - 1/R_{HN})$$

-Si $R_{HN} < R < R_{Hd}$:

$$d = d_{min} + (1/R + 1/R_{Hd}) \times (d_{min} - dR_{HN}) / (1/R_{Hd} - 1/R_{HN})$$

Les rayons compris entre R_{Hd} et R_{Hn} sont en dévers minimal d_{min}. Les rayons supérieurs à R_{Hn} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

Remarque :
Il est recommandé de choisir les plus grands rayons possibles ; Tout rayon choisi doit être au moins égale au rayon minimum préconisé.

Les courbes de raccordement

Entre l'alignement droit et l'arc de cercle, un tracé de route rationnel comporte donc un tronçon de raccordement à courbure progressive, passant de la courbure 0 ($R = \infty$) à l'extrémité de l'alignement jusqu'à la courbure 1/R au début du cercle du virage.

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

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

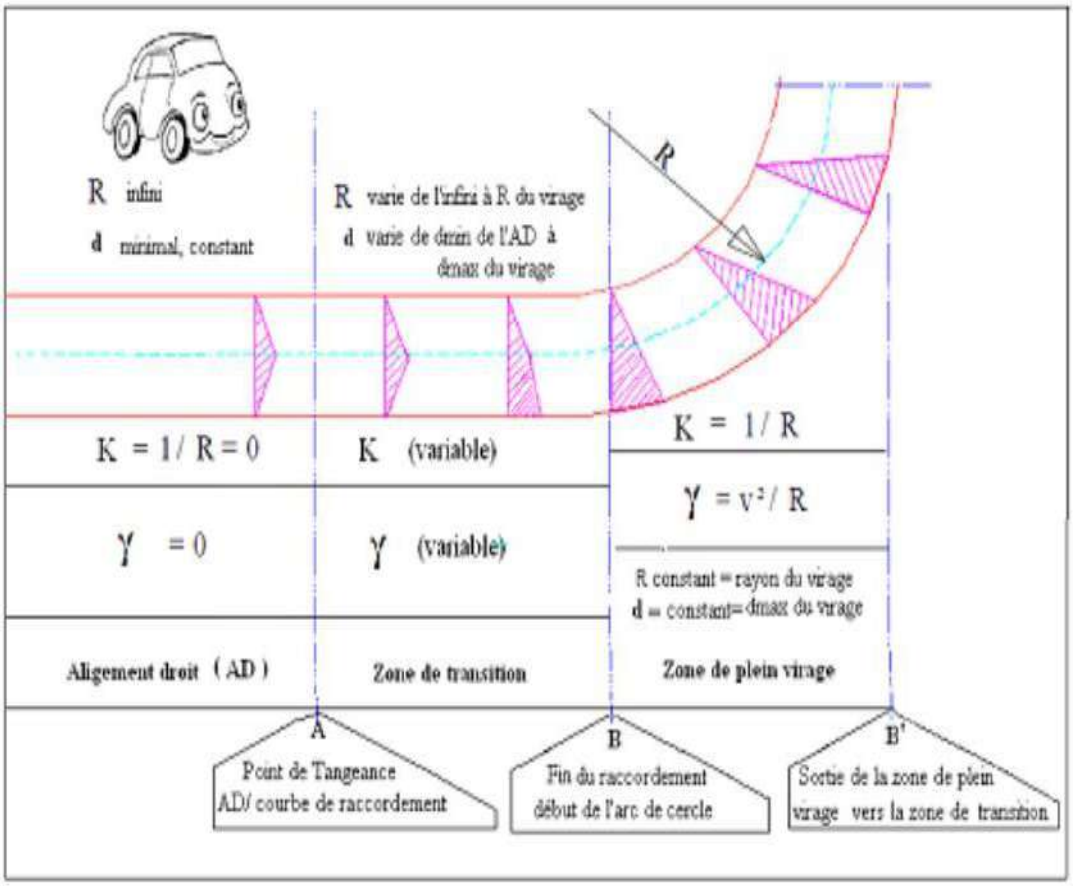


Figure IV.3 : Les différentes sections d'un virage

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, on retient les trois courbes suivantes :

a- **Parabole cubique**

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

b- L**emniscate**

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

c- **Clothoïde**

Parmi les courbes susceptibles de satisfaire à la condition de variation continue du rayon de courbure, c'est la clothoïde qui a été retenue en matière de tracé routier. Cette courbe est une spirale dont le produit, en chaque point du rayon de courbure par la longueur de l'axe, a une valeur constante égale à A^2. L'équation paramétrique de cette courbe est donc :

$$A^2 = R \times L$$

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. C'est la courbe la plus utilisée dans le tracé routier.

c- Eléments de la Clothoïde

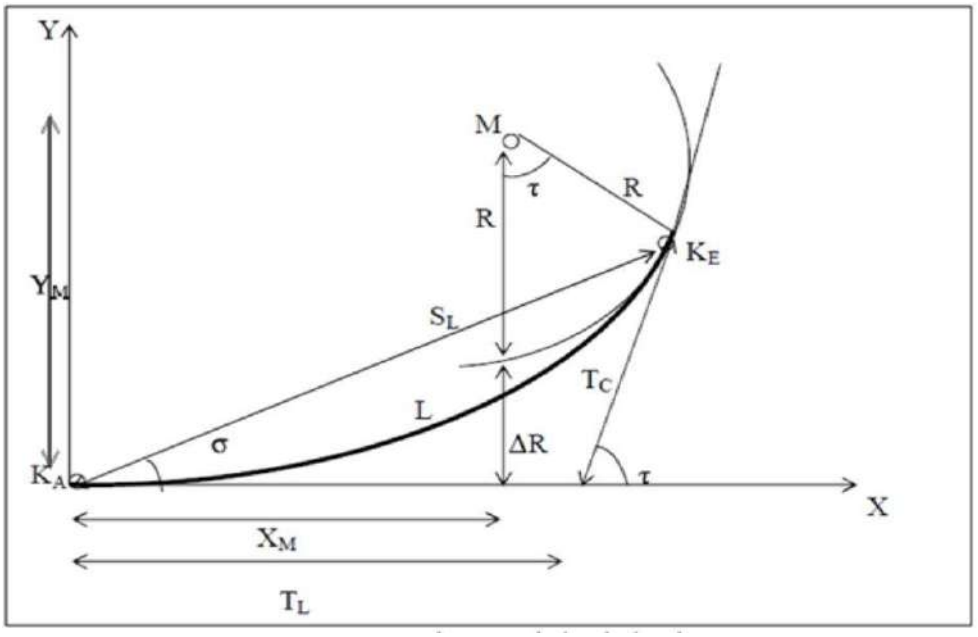


Figure IV.4 : Eléments de la clothoïde

R : rayon du cercle.
L : longueur de la branche de clothoïde.
A : paramètre de la clothoïde.
K_A : origine de la clothoïde.
Y_m : ordonnée du centre du cercle M a partir de KA.
K_E : extrémité de la clothoïde.

T_L : tangente longue
σ : angle polaire.
S_L : corde KE –KA.
M : centre du cercle d'abscisse X_m.
X_m : abscisse du centre du cercle M a partir de KA.
ΔR : ripage

τ : angle des tangentes.
T_C : tangente courte.

T_L : tangente longue
σ : angle polaire.

f- Les conditions de raccordement

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

f-1- Condition de confort optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels. L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil. Règle générale (B40) :

$$\tau \geq 3° \Rightarrow \tau \geq 1\ /18\ rad \Rightarrow L\ /2{\times}R \geq 1/\ 18 \Rightarrow A^2\ /2{\times}R^2 \geq 1\ /18$$

D'où : $R/3 \leq A \leq R$

Dans les mêmes conditions le ripage du cercle raccordé R, est défini comme suit :

$$\Delta = ²/24 \times = \ /216 = / 1944$$

Avec :

R ≤ 1500m ⇒ ΔR = 1m (éventuellement 0,5 m) ⇒ L = 24 × R × ΔR 1500 < R ≤ 5000m ⇒ L ≥R/9

R >5000m ⇒ ΔR = 2,5m ⇒ L = 7,75× *R*

f-2- Condition de confort dynamique :

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

$$L \geq \frac{V_r^2}{18}\left(\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d\right)$$

Où :

V_r : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

f-3- Condition de gauchissement :

Cette condition à pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe.

$$L \geq l \times \Delta d \times Vr$$

Où , **L :** Longueur de raccordement.

L : Largeur de la chaussée.

Δ**d :** Variation de dévers.

Combinaison des éléments du tracé en plan

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

Courbe en S

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle. Elle est fréquemment utilisée.

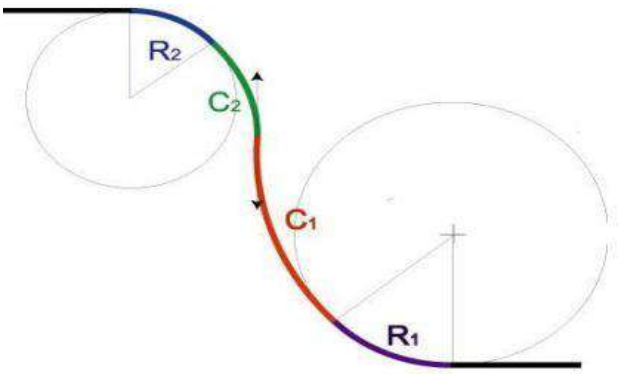


Figure IV. 5 : Courbe en S

Courbe á sommet

Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

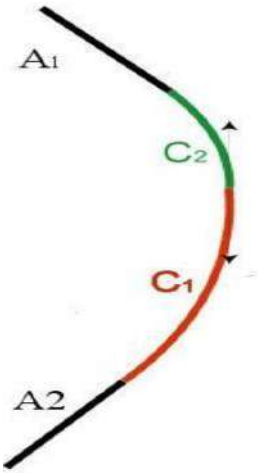


Figure IV. 6 : Courbe à sommet

Courbe en C

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l 'un à l'autre.

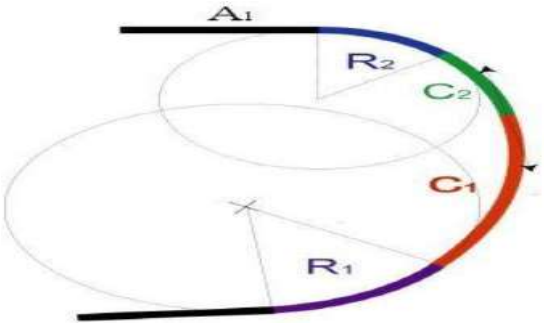


Figure IV.7 : Courbe en C [3]

Courbe en ove

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

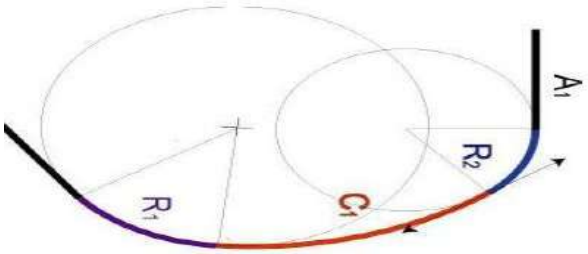


Figure IV. 8 : Courbe en Ove

Application au projet

Pour réaliser l'axe en plan du tracé sur le logiciel PISTE il faut passer tout d'abord par l'AUTOCAD, et cela suivant les étapes suivantes :

- à partir du plan du site (contenant le nuage de points "points topographiques"), on fixe le point de départ qui correspond au début du projet.
- l'axe de la route qui est réalisé avec l'AUTOCAD contient deux éléments:
  - ✓La ligne brisée;
  - ✓Les rayons des virages.
- on relève les coordonnées des points particuliers du tracé (point de départ, point de la fin de projet, sommets des virages et les rayons).

Apres avoir terminé ces étapes, on introduit ces données dans le logiciel PISTE. Le plan obtenu est représenté dans la figure IV.9 : [3]

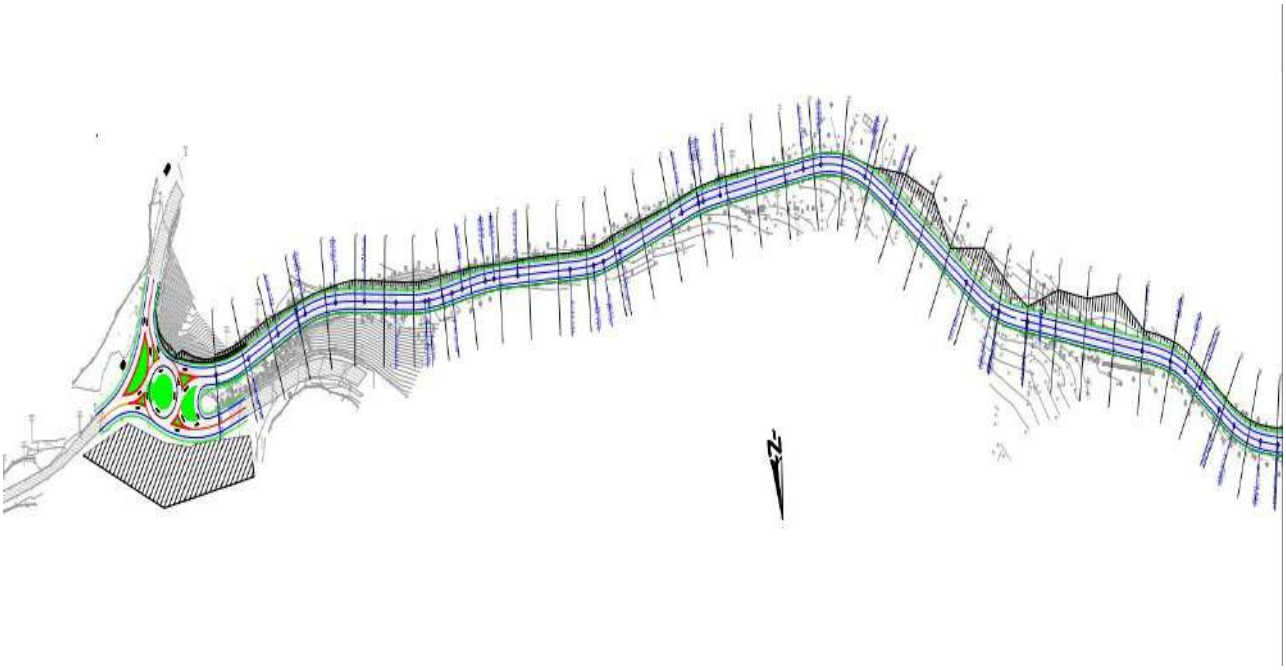


Figure IV. 9 : Trace en plan de projet de RN64[1]

Le profil en long

Définition

Le profil en long est la projection de l'axe de la route sur un plan vertical, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Il se compose de droites reliées par des raccordements paraboliques. On distingue deux types de raccordement :

- Raccordement convexe (angle saillant) ;
- Raccordement concave (angle rentrant).

On appelle déclivité, la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal, elle prend le nom de pente pour une descente et rampe pour une montée. Le pourcentage de déclivité est choisi de manière à :

- Assurer une circulation sans gène due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds ;
- Assurer l'évacuation des eaux dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.

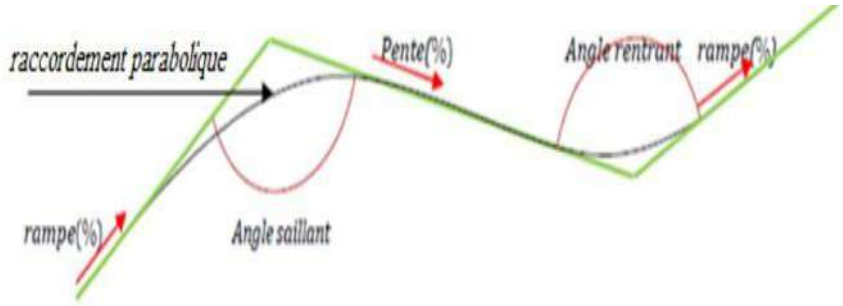


Figure IV. 10 : Profil en long d'une route

Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux. Parmi ces conditions il y a lieu de :

- Minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux, en cherchant l'équilibre entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes ;
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance ;
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais ;
- Eviter une hauteur excessive de remblais ;
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants ;
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long ;
- Opter une déclivité minimale de 1% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales. [3]

Eléments constitutifs du profil en long

a) Les alignements

Sont des segments de droites caractérisés par leurs déclivités. On distingue deux types de déclivité :

- **Déclivité minimale :** Dans les zones ou le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5% et de préférence 1% pour éviter la stagnation des eaux.
- **Déclivité maximale :** La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances. Selon le B40 elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de référence.

Tableau IV. 2 : Déclivité maximale

V_r (km/h)	40	60	80	100	120
I_{max} (%)	8	7	6	5	4

Pour notre cas la vitesse de référence Vr = 40 km/h, donc la pente maximale I_{max}=8 %. Voie supplémentaire pour véhicule lent ;

Les déclivités importantes posent un problème pour les poids lourds. L'atténuation de ce problème de déclivité consiste à :

En rampe : Prévoir une voie supplémentaire pour poids lourds afin d'éviter le ralentissement des véhicules et le développement des files d'attente.

En pente : L'influence de la pente sur la vitesse des véhicules poids lourds est importante. En conséquence la vitesse doit être adaptée au véhicule et à la pente en utilisant convenablement les freins. [3]

b) Les raccordements verticaux

Le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement d'accordement circulaire (parabolique) qui doit satisfaire les conditions de visibilité de confort et d'esthétique. On distingue deux types de raccordement :

1) **Raccordement convexe (angle saillant)**

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain.

Condition de confort : Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers. La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est représentée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{Vr^2/R\ v \leq\ g/\ 40 \Rightarrow Rv \geq 0.30 \times Vr^2} \qquad \boldsymbol{Pour\ (Cat\ 1\ et\ 2)}$$

$$\boldsymbol{Vr^2/R\ v \leq\ g/\ 30 \Rightarrow Rv \geq 0.23 \times Vr^2} \qquad \boldsymbol{Pour\ (Cat\ 3, 4\ et\ 5)}$$

Où,

Rv : rayon de raccordement (m).

Vr : vitesse de référence (km/h).

g : accélération de la pesanteur = 10 m/s2.

Condition de visibilité : La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance d'arrêt déterminée par la relation : [3]

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 + h_1})}$$

Où,
D : distance de visibilité nécessaire (m).
h0 : hauteur de l'œil (m).
h1 : hauteur de l'obstacle (m).

Condition esthétique : Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une route devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.
Les rayons assurant ces conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle, vitesse de référence Vr = 40Km/h et pour la catégorie 1 on à le tableau **IV. 2** suivant : [3]

Tableau IV.3 : Rayons en angle saillant

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Minimal absolu	RVM	500
Minimal normal	RVN	1500
Dépassement	RVD	2500

- Raccordement concave (angle rentrant) : Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes mais par contre lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte. La visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$\boldsymbol{R\,v\,'} = \boldsymbol{D^2} / (\mathbf{1.5} + \mathbf{0.035} \times \boldsymbol{D2})$$

Pour une vitesse Vr = 40 Km/h et catégorie 1 on a le tableau IV.3 suivant :

Tableau IV .4 : Rayons en angle rentrant[3]

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Minimal absolu	R' VM	500
Minimal normal	R' VN	1200

Coordination du tracé en plan et du profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel. La conception combinée des différents éléments du tracé doit permettre en particulier :

- de distinguer la chaussée et les obstacles éventuels à une distance assez grande pour permettre de manœuvrer ou de s'arrêter ;
- de prévoir de loin l'évolution du tracé sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités. On doit s'efforcer en particulier de supprimer ou de réduire les « pertes de tracé », avec réapparition de la route au sommet d'un point haut.
- d'éviter de placer les points singuliers (carrefours...) dans des courbes à faible rayon, ou dans des zones où la distance de visibilité est réduite ; [3]

- d'assurer de façon globale à l'usager une vision agréable de la route, par une combinaison harmonieuse des courbes, l'aspect des talus et l'environnement général de la route étant intégrés dans cette vision d'ensemble.

Exemple de calcul de Profil en long

$$A \begin{cases} PK_A = 1080.752 \text{ m} \\ Z_A = 76.970 \text{ m} \end{cases} \quad S \begin{cases} PK_S = 1455.880 \text{ m} \\ Z_S = 97.120 \text{ m} \end{cases} \quad D \begin{cases} PK_D = 1889.320 \text{ m} \\ Z_D = 150.130 \text{ m} \end{cases}$$

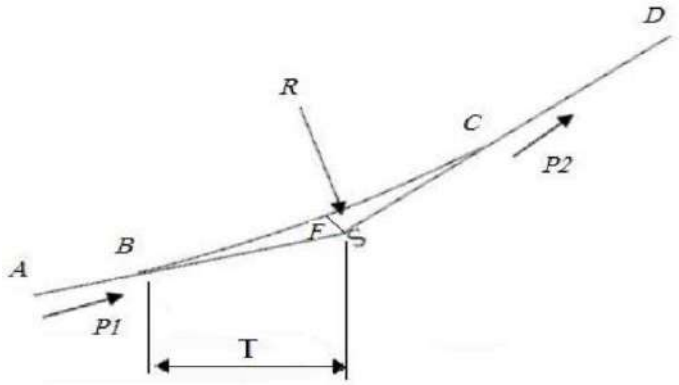


Figure IV. 11 : Exemple de calcul de profil en long

R= 1200 m

- **Calcul des pentes et des rampes**

$\boldsymbol{Pente} = \boldsymbol{Rampe} = \Delta \boldsymbol{Z} / \Delta \boldsymbol{PK} \times \mathbf{100}$ %

$P1 = (ZS - ZA) / (PKS - PKA) \times 100 = (97.120 - 76.970)/(1455.880 - 1080.720) \times 100 = 5.37$ %

$P2 = (ZD - ZS) / (PKD - PKS) \times 100 = (150.130 - 97.120)/(1889.320 - 1455.880) \times 100 = 12.23$ %

- **Calcul des tangentes**

$T = R/\ 2(\ 1 \pm P2\ ) = 105.6\ m$

- Calcul de la flèche (bissectrice)

$F = T2/2R = 4.64m$

- **Calcule des coordonnées des points tangentes**

$PKB = PKS - T = 1350.28$ m
$ZB = ZS - T \times P1 = 91.44$ m
$PKC = PKS + T = 1561.48$ m
$ZC = ZS + T \times P2 = 110.03$ m

Profil en long du projet

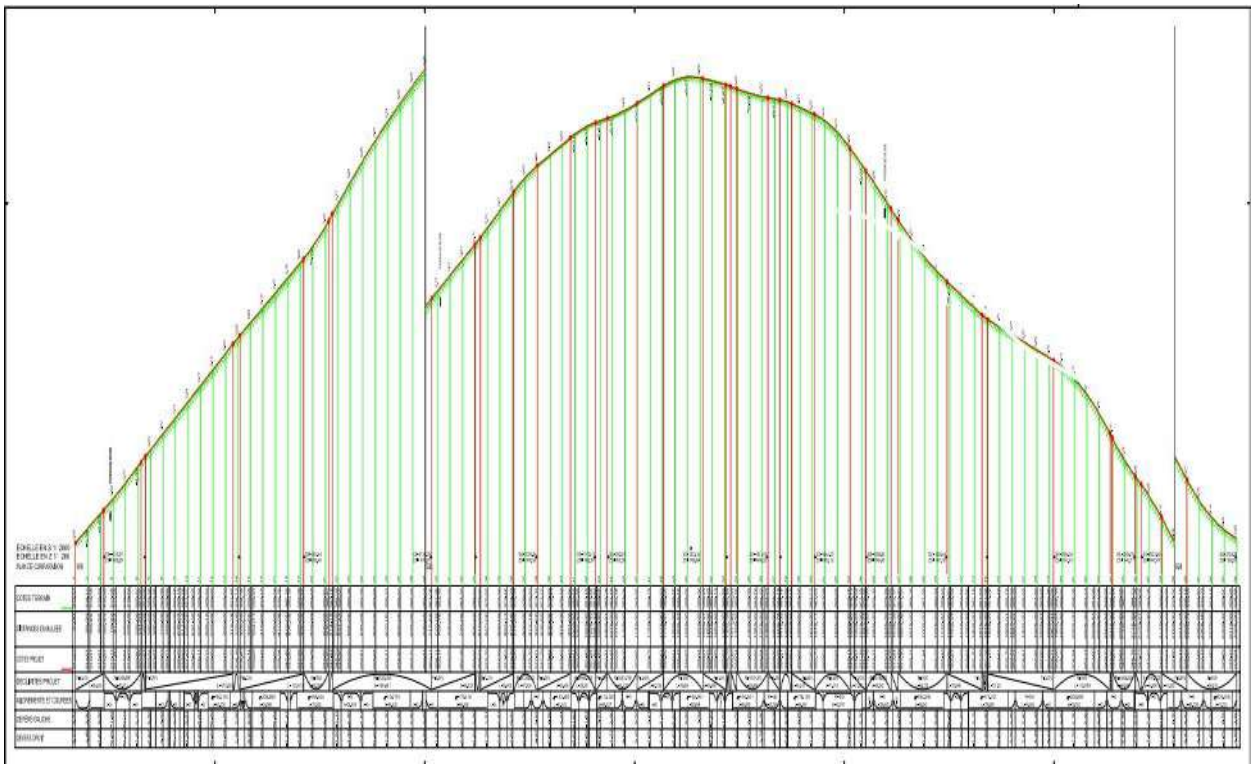


Figure IV. 12 : Profil en long du projet [1]

Profil en travers IV

4.1. Définition

Le profil en travers est la représentation des différents constituants d'une infrastructure réalisée suivant une coupe dans un plan vertical et perpendiculaire à son axe en plan. Le choix du nombre de voies de circulation, celui de leur largeur et celui de la structure générale du profil en travers est à la fois dicté par les débits que l'on souhaite écouler et par la fonction que l'on souhaite faire jouer à la route.

Eléments constitutifs du profil en travers

Emprise : Surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances, limitée par le domaine public.

Assiette : Surface du terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai (terrassements).

Plate-forme : Pour un projet routier, une plate-forme est constituée d'une ou deux chaussées, des accotements et, éventuellement, d'un terreplein central.

Chaussée : Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle doit être revêtue

ou non revêtue ou en béton, elle peut être bidirectionnelle ou unidirectionnel.
Terre plein central : Espace aménagé séparant deux chaussées à sens opposés, comportant les deux bandes dérasées de gauche (BDG) et la bande médiane. Elle sert à séparer les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation... etc.).
Accotements : Elément de la route comprenant une bande dérasée, constituée d'une surlageur de chaussée et d'une bande stabilisée ou revêtue, et la berme.
Bande dérasée : Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle. Elle comporte le marquage en rive.
Fossé : Tranchée creusée parallèlement à la route, permettant l'évacuation des eaux internes ou de ruissellement.
Berme : Zone située immédiatement à l'extérieur de la bande dérasée. Elle est généralement engazonnée. Elle supporte certains panneaux de signalisation et d'éventuels équipements.
Talus : Terrain en pente faisant la liaison entre la plate-forme et le terrain naturel. Le talus de remblai surplombe la plate-forme et en est séparé par un fossé destiné à recevoir les eaux de ruissellement. Le talus de déblai se trouve en contrebas de la plate-forme. [3]

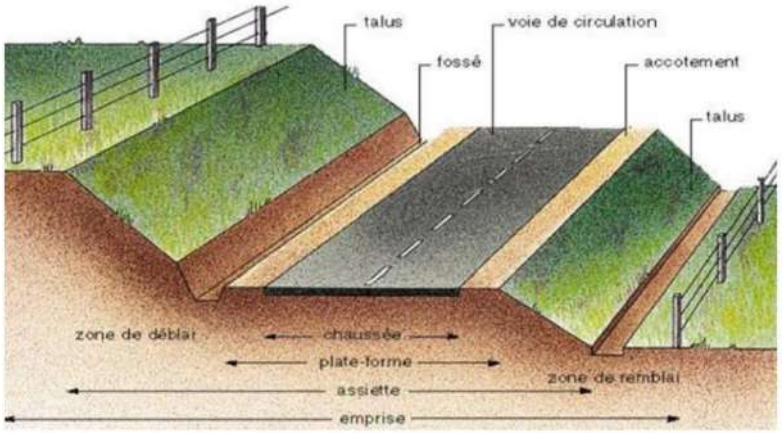


Figure IV.13 : Profil en travers général

Différents types de profil en travers

L'étude d'un tracé routier nécessite deux types de profil en travers :
- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

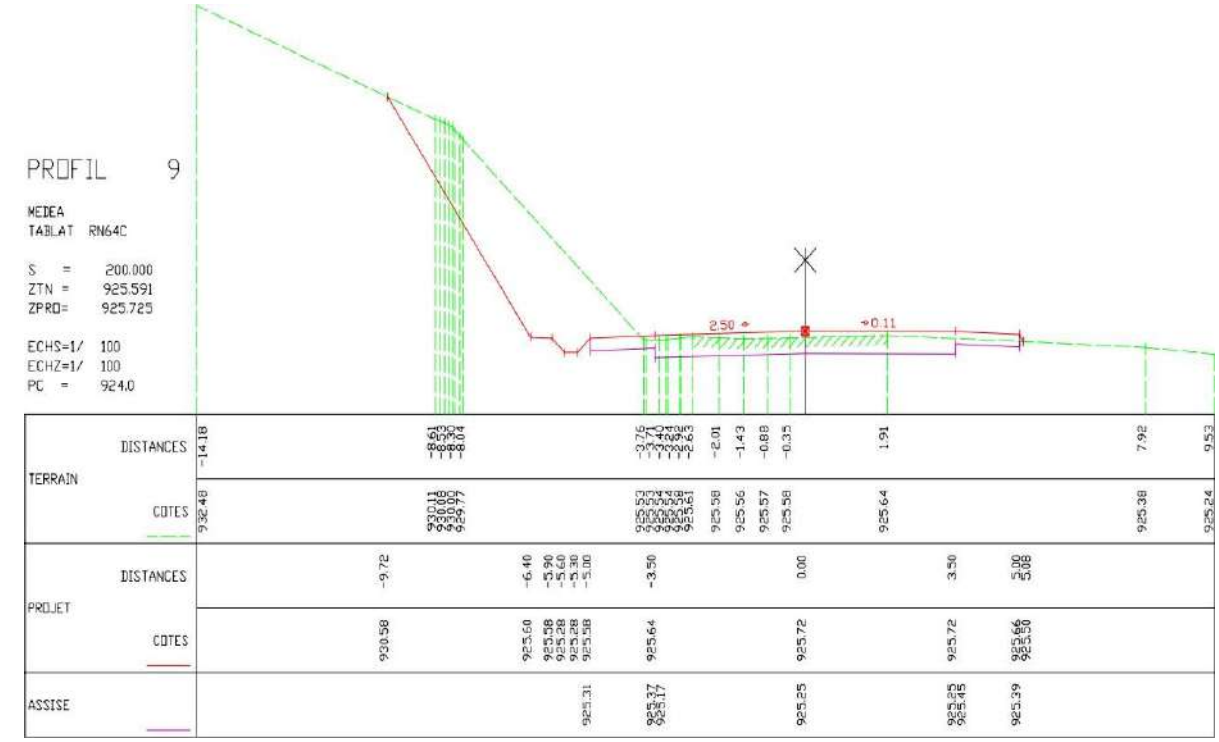
a) Profil en travers type :

Pour un projet routier, le profil en travers type est constitué d'une plate-forme type et de deux talus type en déblai et en remblai.
L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant-métré des terrassements.

b) Profil en travers caractéristique :

Le profil en travers caractéristique est une coupe qui montre la structure transversale réelle de la route en un point donné, il contient les éléments constitutifs de la chaussée plus la ligne du terrain naturel.

Application au projet



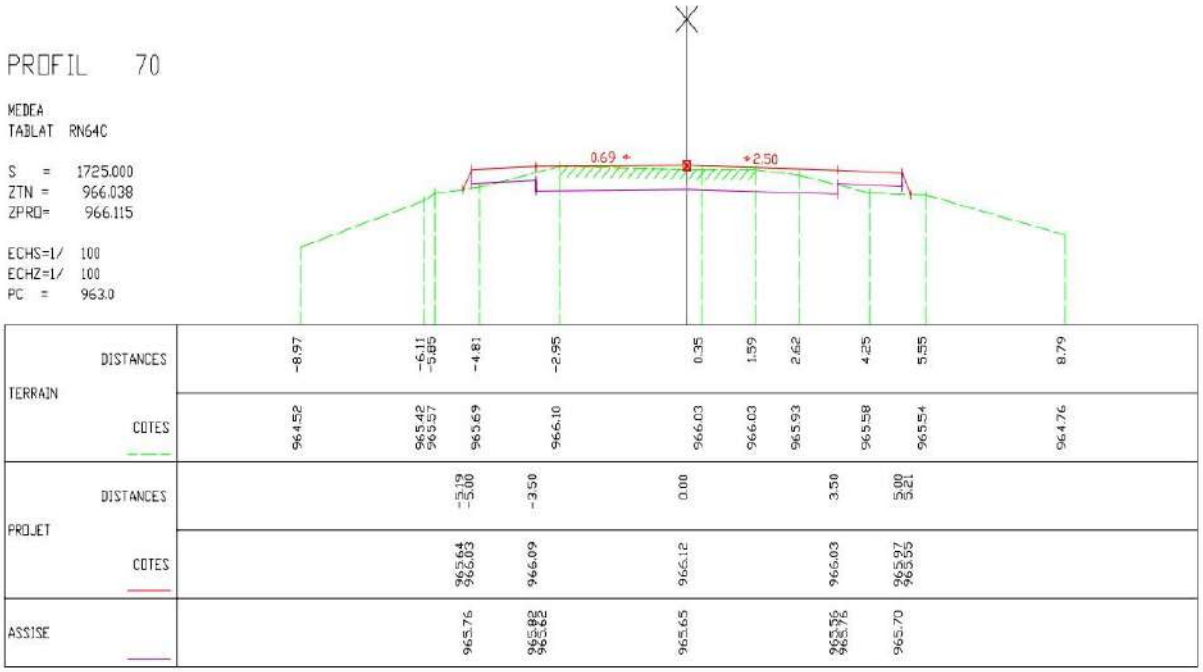


Figure IV. 14 : Profil en travers du projet [1]

Cubatures des terrassements

Terrassement

Le terrassement est un nom masculin synonyme de l'opération par laquelle on creuse, on remue, on déplace ou on transporte la terre. Les terrassements sont l'ensemble des travaux destinés à modifier la forme naturelle du terrain. Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel (remblai).

Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge (déblai). Dans le langage des travaux publics, terrasser c'est extraire, transporter et éventuellement utiliser un sol naturel en vue de construire un ouvrage (tranchée, remblai, tunnel, etc.) ou de servir d'assiette à un ouvrage (fondation, piste d'aérodrome, etc.). On distingue dans l'exécution des terrassements routiers trois phases essentielles : l'extraction, le transport et la mise en remblai ou en dépôt. Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle **"cubature des terrassements".**

On définit la cubature par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet. Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

IV.5.1.1. 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. 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.

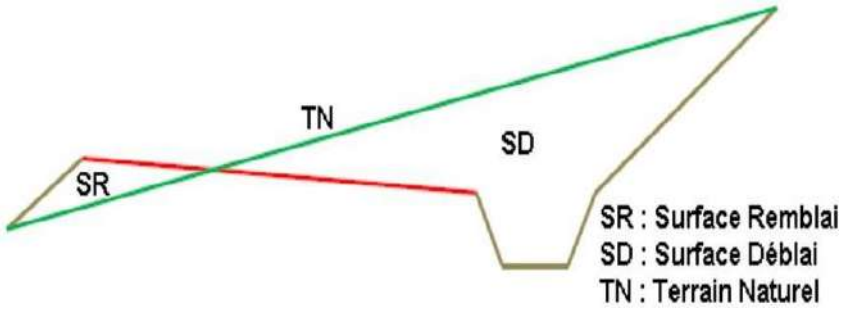


Figure IV. 15 : Surface remblai et surface déblai

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 :

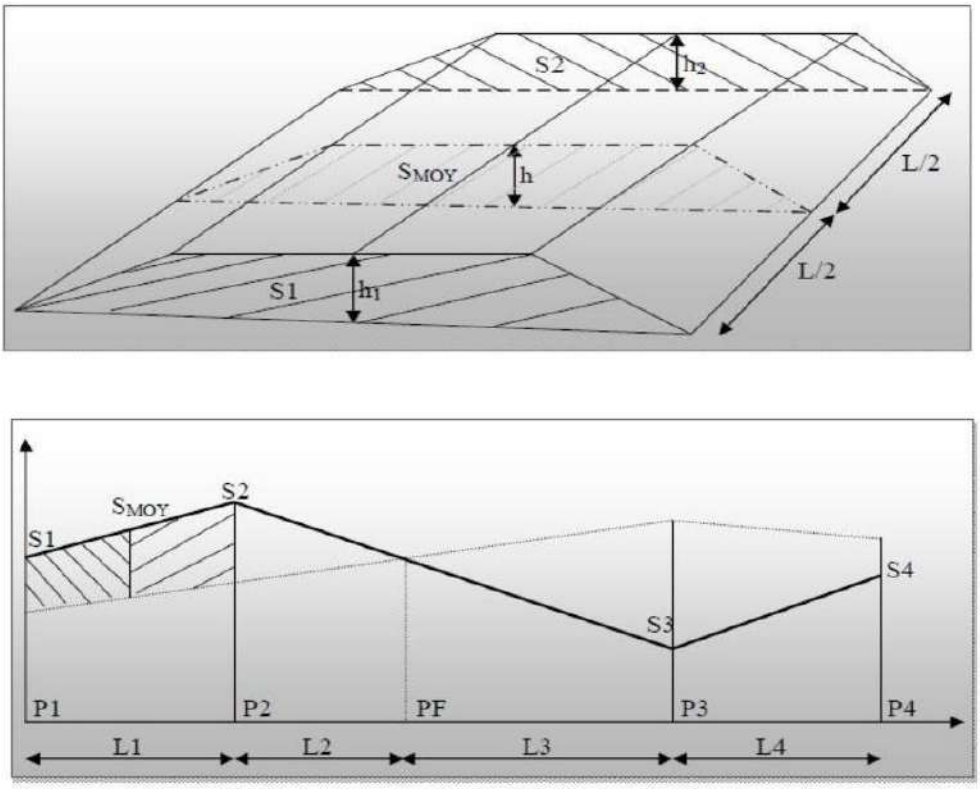


Figure IV.16 : Principe de la méthode SARRAUS

- 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 SMOY et $(S1+S2)/2$

Ce qui donne :

$$\boldsymbol{Vi = Li/2 \times (Si + Si+1)}$$

Donc les volumes seront :

$V1 = L1/2 \times (S1 + S2)$ Entre P1 et P2
$V2 = L2/2 \times (S2 + 0)$ Entre P2 et PF
$V3 = L3/2 \times (0 + S3)$ Entre PF et P3
$V4 = L4/2 \times (S3 + S4)$ Entre P3 et P4

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

$$\square = \square 1/2 \times \square 1 + (\square 1 + \square 2)/2 \times \square 2 + (\square 2 + \square 3)/2 \times 0 + (\square 3 + \square 4)/2 \times \square 3 + (\square 4)/2 \times \square 4$$

Chapitre V :
Dimensionnement du corps de chaussée

Chapitre V : Dimensionnement du corps de chaussée

Introduction

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

- Le trafic
- L'environnement de la route (le climat essentiellement)
- Le sol support

Les principales méthodes de dimensionnements

Il existe deux méthodes : les méthodes empiriques, et semi empiriques. Ces méthodes s'appuient sur trois paramètres :

- La force portante : obtenue par les différents essais géotechniques.
- Le trafic : charge par voie, pression de gonflage et répétition des charges.
- Caractéristiques mécaniques des différents matériaux constituant les couches.

V.2.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

La méthode américaine CBR, fournit une épaisseur équivalente totale de Chaussée. Les épaisseurs réelles de matériaux sont déterminées en attribuant à chaque Matériau un coefficient d'équivalence représentatif de ses qualités mécaniques. Les coefficients d'équivalence ont été déterminés pour chaque type de matériau L'épaisseur est donnée par la formule suivant : [4]

$$\mathbf{E_{eq} = 100 + (\sqrt{P})\,(75 + 50 \log (N/10)) \;/\; (I_{CBR} + 5)}$$

Avec:

E_{eq} : épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

N=TH.%PL

TH : trafics prévus pour une durée de vie de 15 ans.

P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{E_{eq} = c1 \times e1 + c2 \times e2 + c3 \times e3}$$

c1 × e1 : couche de roulement

c2 × e2 : couche de base

c3 × e3 : couche de fondation

Où : c1, c2, c3 : coefficients d'équivalence (Voir tableau V.1)

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.
Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau V.1 : Coefficients d'équivalence [4]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2,00
Grave ciment-grave laitier	1,50
Grave bitume	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

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle, on fixe «e1» et «e2» et on calcule «e3», généralement les épaisseurs adoptées sont :
BB = 6 - 8 cm ;
GB = 10 - 20 cm ;
GC = 15 - 25 cm ;
TVO = 25cm et plus.

V.2.2 Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials)

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :
- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition. [8]

Méthode d'ASPHALT

Elle basée sur les résultats obtenus des essais «A A S H O » on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches. L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue. [8]

Méthode du catalogue des structures

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA »Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB). Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de200 à 1500Véh/J. Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données : [7]

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20ième année Tj
- Les caractéristiques de sol (Sj).

Détermination de la classe de trafic

La classe de trafic (TPL i) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Tableau V.2 : Classes de trafic poids lourds

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T_1	$T< 7.3\ 10^5$
T_2	$7.3\ 10^5<T<2\ 10^5$
T_3	$2\ 10^6<T<7.3\ 10^6$
T_4	$7.3\ 10^6<T<4\ 10^7$
T_5	$4\ 10^7 <T$

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$\mathbf{Tc = TPL\ [1+ ((1+ \tau)\ (n+1)-1)\ /\ \tau].365}$$

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service
n : durée de vie (n = 15 ans) ;
Et **τ :** taux d'accroissement pris est égal 4%.

Détermination de la classe du sol

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Tableau V.3 Classement des sols selon C.B.R

Classe de sol	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

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

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$\mathbf{T_{eq} = [TJMA.\ a\ [(1+Z)\ n-1]\times 0.75\times P\times 365]\ /\ [(1+Z)-1]}$$

Avec :
T_{eq}= trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA = trafic à la mise en service de la route.
a = coefficient qui dépend du nombre de voies.
Z = taux d'accroissement annuel.
n = durée de vie de la route.
p = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de **T éq, ICBR**) à partir de l'abaque L.C.P.C. L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

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

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :
- Approche théorique ;
- Approche empirique.

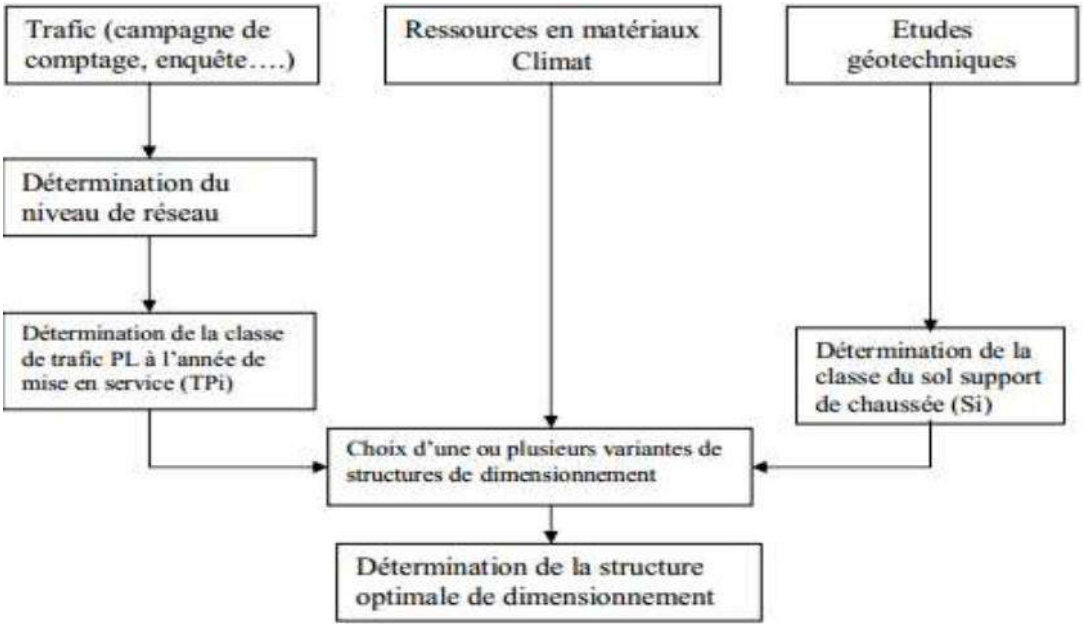


Figure. V.1 : la Démarche du catalogue

Application au projet

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser deux méthodes qui sont : La méthode dite CBR et la méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTP ». Après l'étude géotechnique on a trouvés des tronçons en indices CBR différents.

Méthode dite CBR

Le tronçon du **PK 16+500 au PK21+500** (zone inondable). On a trouvé : ICBR= 0.67

-Le trafic à l'année 2008 : TJMA2008= 390V/j
- Durée de vie de la chaussée : 15 ans
- Coefficient d'accroissement annuel du trafic : τ = 4 %
- Trafic de dimensionnement par voie : 2/3 du TJMA
- Le pourcentage de poids lourds : Z= 14%

NPL2010= TJMA2008 x 14% =390x 0.14 = 55 p l/j

$N = \%PL \times TJMA/2 \times (1 + 0.04)^{15} = 49$ p l/j

Donc il est de classe S3

P = 6.5 t , Donc :

E = 100 + ($\sqrt{P}$) (75 + 50 log (N/10)) / (I_{CBR} + 5)

E = 100 + ($\sqrt{6.5}$) (75 + 50 log (49 /10)) / (0.67 + 5) = 66.8 cm

E eq = 66.8 cm

L'épaisseur est très grande, pour plus d'économies :
Etant donné qu'une partie de la nature du sol de la région des deux tronçons est médiocre, pour améliorer la portance du sol support, avec indice CBR d'ordre 3.22 , (sol support avec bonnes caractéristique)**.**

On a :

E eq = C1×e1+C2×e2+C3×e3

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe **« e1» et «e2»** et on calcule **« e3 »,** généralement les épaisseurs adoptées sont **:**

BB =6 - 8 cm; GB= 10 - 20 cm; GC =15 - 25 cm; TVO= 25cm.

Le tronçon du **PK21+500 au PK14+000** On a trouvé :

ICBR= 3.22

$N = \%PL \times TJMA/2 \times (1 + 0.04)^{15} = 49$ p l/j

Donc il est de classe S3
P = 6.5 t , Donc :

E = 100 + ($\sqrt{P}$) (75 + 50 log (N/10)) / (I_{CBR} + 5)

E = 100 + ($\sqrt{6.5}$) (75 + 50 log (49 /10)) / (3.22 + 5) = 46 cm

E_{eq} = 46 cm

BB est obtenue en utilisant les coefficients d'équivalence qui permettent de convertir l'épaisseur équivalente calculée en une épaisseur réelle constituée de matériaux.

$$\mathbf{E = \Sigma\, a_i\, e_i}$$

Avec :

a_i : coefficients d'équivalences ;

e_i : épaisseurs réelles.

On propose les matériaux suivants de chaque couche :

- Couche de roulement : béton bitumineux a1 = 2
- Couche de base : grave bitume a2 = 1.5
- Couche de fondation : Grave concassé a3 = 1

Alors :

a1e1+a2e2+a3e3 = 46

6×2+ 15 × 1.2 +e3×1 = 46

e3 = 16 cm

Donc : Notre chaussé et constitué de**:**

- 6 cm : couche de roulement en (BB): béton bitumineux.
- 15 cm : couche de base en (GB): grave bitume.
- 16 cm : couche de fondation en (GC): Grave concassé

Tableau V.4 : Epaisseurs réelles et équivalence de la chaussée

Couches	matériaux	E réelles (cm)	ai	E eq (cm)
Couche de roulement	Béton bitumineux	6	2	12
Couche de base	Grave bitumineux	15	1.2	18
Couche de fondation	Grave concassée	16	1	16
Total		37		46

e3 =46 – (2 × 6 + 1.2 × 15) = 16 cm

On à : 46 =46

Remarque:

Les épaisseurs sont indiquées en centimètre (cm)
Notre structure comporte : 6 BB + 15 GB +16 GC
L'épaisseur réelle égale = 37 cm, la structure comporte :

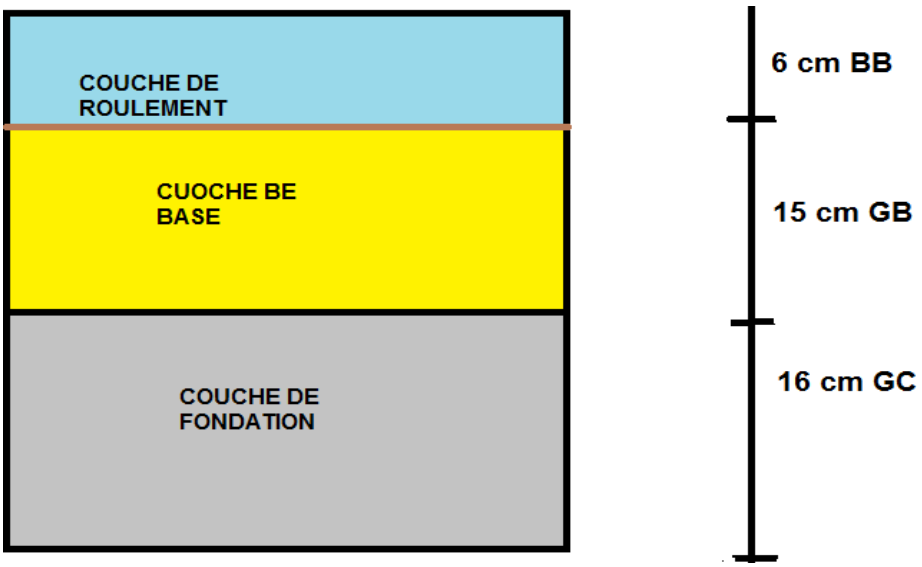


Figure. V.2 : Structure de chaussée (CBR)

Méthode de catalogue des structures

On a les données d'entrées du dimensionnement suivantes :

- Structure de type « Matériau non Traités » -MNT-
- Zone climatique = II
- Durée de vie = 15 ans
- Trafic : PL1
- Taux d'accroissement = 4.

Détermination du type de réseau (RP i) : Notre liaison supporte un trafic TJMA = 390 v/j<1500 v/j ⇨ RP2 ⇨ Matériau non Traités (GNT/GNT, TUF/TUF, AG/AG, SG/SG)

- Détermination de la classe de trafic (TPL i) : On a %PL = 14 % $TPLi = \%PL \times TJMA$ 2 = 27.3 $PL/j/sens$ ⇨ TPL 1

Et d'autre part notre sol est classé en S 3 a cause de CBR est appartenant à intervalle (05-10) - Détermination de la portance de sol support (Si) : On a ICBR = 10 % ⇨ S 3 (sol de faible portance). Vue l'appartenance au réseau RP2, on doit viser la portance de sol S3. D'où le recours à une couche de forme de 40 cm d'épaisseur (en deux couches) en matériaux non traités (GNT, TVO, TUF...).

Le dimensionnement adopté :

En fonction du diagnostic effectué précédemment et les solutions proposées, ALGIC propose un béton bitumineux en couche de roulement, un grave concassé en assise de la couche de base, un TVC en accotement de la couche de base et des TVO en couche de fondation soit en épaulement ou en nouveau corps de chaussée. Le tableau suivant illustre la structure adopté :

Tableau V.5 : La structure de chaussée adopté

LOCALISATION PK -PK	Classe de trafic	STRUCTURE	Epaisseur équivalente
0+000 – 27+000	TPL1	7BB + 20 GC + 20TVO	52

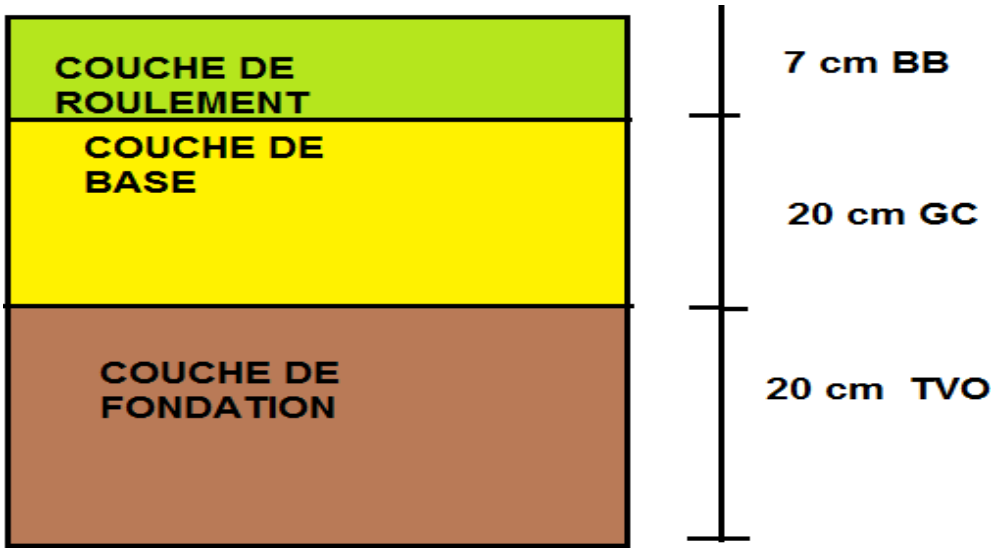


Figure. V.3 : Structure de chaussée (catalogue)

N.b : la réalisation de l'enrobé sera différé dans le temps (02 à 03 mois) pour éviter toutes dégradations prématurées de la chaussée et pour cela la Protection de la surface supérieure de la couche de base par une imprégnation suivie d'une monocouche s'avère nécessaire.

Chapitre VI :
Etude d’assainissement

Chapitre VI : Etude d'assainissement

Etude d'assainissement

Lorsqu'une route traverse un bassin versant que ce soit naturel ou bien routier, ou bassin versant de rétention traitement elle est confrontée à plusieurs types d'écoulement :

- Les eaux de pluie ;
- Les eaux de surface ;
- Les eaux souterraines.

Pour l'évacuation de toutes ces eaux plusieurs dispositifs d'assainissement sont nécessaires : tant pour la pérennité de la structure que pour le confort de l'usager de la route.

VI.2 .1 choix de la fréquence de pluie

Le dimensionnement des ouvrages courants (buses et dalots) consiste en l'analyse de leurs capacités d'évacuation des eaux de ruissellement d'un coté à l'autre de la route.

Vu l'importance de la catégorie de Route (route nationale), il est recommandé que le débit de référence adopté pour le dimensionnement de tous les ouvrages de franchissement (buses, dalots et ouvrages d'arts) soit celui dont la période de retour est de 100ans.



Figure. VI.1 : (buses et dalots) de la région du tracé de la RN64[1]

VI.2 .2. 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 est appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200Km², elle est donnée par :

$$Q_a = K.C.I.A$$

Q_a : Débit maximum d'eau pluviale (m3 /s).

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de la pluie (mm/h).

K : Coefficient de conversion des unités et est égale à 0.278.

A : Aire du bassin d'apport (km^2).

VI.2 .3. Superficie des bassins versants

Les bassins d'apports d'eaux pluviales ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur les cartes d'état majors scannées, leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel Autocad version 2007.

VI.2 .4. Intensité de la pluie

La détermination de l'intensité de pluie comprend différentes étapes de calcul qui sont :

VI.2 .4.1. Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle

$$Pj = \frac{Pjmoy}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot \exp\left(u\sqrt{Ln\left(C_v^2 + 1\right)}\right)$$

Avec :

Pj_{moy} : pluie journalière moyenne (mm).

Cv: Coefficient de variation.

U : Variable de Gauss.

Ln : Log. Népérien.

VI.2 .4.2. Hauteur de la pluie de durée 't = tc'

$$P(t) = 1.13.\, p_j \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Avec :

Pj : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

b : Exposant climatique.

tc : Temps de concentration (heure).

VI.2 .4.3. Temps de concentration

La durée « t » de l'averse produisant le débit maximum est prise égal au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé comme suit: Pour S < 5 km2, on applique la formule de Ventura

$$t_C = 0{,}127\sqrt{\frac{S}{P}}$$

Avec :

t_c: Temps de concentration en heure.
S : Surface du bassin versant en km2.
P : Pente moyenne du bassin versant en m/m.

Pour 5 < S < 25 km2, on applique la formule de PASSINI

$$t_C = 0{,}11 \frac{\sqrt[3]{S \times L}}{\sqrt{P}}$$

Avec :

L : Longueur du bassin versant en km.
S : Surface du bassin versant en km2.
P : Pente moyenne du bassin versant en m/m.

VI.2 .4.4. L'intensité horaire

$$i = \frac{P(t)}{t_c}$$

Avec :

i : Intensité de la pluie (mm/h).

t_C : Temps de concentration (heure).

P(t) : Hauteur de la pluie de durée t_C (mm).

VI.2 .5. Coefficient de ruissellement 'c'

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) où ″C″ est la somme de trois coefficients partiels :

$$\mathbf{C = C1+C2+C3}$$

• C1 : dépend de la pente ″p″ du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du talweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles. Les valeurs de « C1 » sont présentées dans le Tableau ci-dessous.

• C2 : dépend de la perméabilité du sol, déterminée à partir des informations concernant la nature du sol et ses caractéristiques. Les valeurs du coefficient « C2 » sont présentées dans le Tableau ci-après.

• C3 : dépend de la couverture végétale du bassin versant. Ces informations seront obtenues à partir d'une inspection visuelle des bassins versants, des photos prises du site et des photos aériennes. Les valeurs du coefficient « C3 » sont présentées dans le Tableau ci-après.

Tableau VI.1 : Valeur du Coefficient « C1 » pour Diverses Pentes

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
$P \leq 3.5$	0,01 – 0,05
$3,5 \leq P \leq 11$	0,06 – 0,10
$11 < P \leq 35$	0,12 – 0,20
$35 < P$	0,22 – 0,30

Tableau VI.2 : Valeur du Coefficient « C2 » par Rapport à la Nature du Sol

Nature du Sol	Coefficient (C2)
Imperméable	0,22 – 0,30
Peu perméable	0,10 – 0,20
Perméable	0,06 – 0,10
Très perméable	0,06 – 0,05

Tableau VI.3: Valeur du Coefficient « C3 » Relative à la Couverture du Sol

Couverture Végétale	Coefficient (C3)
Rocheux	0,22 – 0,30
Prairie	0,17 – 0,25
Labours – Champs	0,07 – 0,15
Forêts et Terrains Sableux	0,03 – 0,05

VI. 3. Etude Hydraulique

Les ouvrages hydrauliques et le drainage

La plate forme d'une route est protégée contre les effets de l'eau par des ouvrages permanents, ces ouvrages sont de deux types :

- Les ouvrages hydrauliques assurant le transit des débits des bassins versants qui traversent la route ;
- Les ouvrages de collecte des eaux superficielles de ruissellement, soit sur terre plein central, soit en limite de plate forme.

Estimation des Débits de saturation des ouvrages

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

$$Q_s = K.S.R_h^{2/3}.I^{1/2}$$

Avec :

K : Coefficient de Manning Strickler.
I : Pente de pose de l'ouvrage (m.p.m).
S : Section mouillée (m²).

Rh : Rayon hydraulique moyen (m) avec : $$R_h = \frac{Section\ mouillée}{Perimètre\ mouillé}$$

Pente de pose des ouvrages

La pente maximale de pose des ouvrages est celle qui correspond à une vitesse maximale de 4m/s (SETRA, 1984) et ceci afin d'éviter l'action abrasive des eaux sableuses et la formation de dépôts (pierres, terres, ...etc) qui peuvent conduire à l'obstruction des ouvrages.

Section et périmètre mouillés

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :
Hr = 0,75 Ø si Ø ≤ 1m
Hr = 0,80 Ø si Ø > 1 m
Ø : diamètre du buse
Pour les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :
Hr = 0,80 H si H ≤ 2. M
Hr = H-0.50 si H > 2. M
H : hauteur du dalot

Coefficient d'écoulement de Manning ET StrincKler

Les ouvrages sont proposés en béton armé, cependant nous avons pris pour les dalots un coefficient égal à 70, et pour les buses, un coefficient égal à 80.

VI.3. 6. Dimensions des ouvrages

Les dimensions retenues pour les ouvrages sont celles qui répondent à la condition suivante:
Qa ≤ Qs
Qa : débit d'apport (m3/s).
Qs : débit capable (de saturation) de l'ouvrage (m3/s).

Dans notre investigation nous avons constaté que la réseau d'assainissement est en bon état mais un curage périodique est nécessaire pour ne pas réduire la capacité du débit des ouvrages. Avec l'implantation de la nouvelle route de 10 m la plus part de regards seront dans l'assiette de la chaussée.
A cet effet, les passages buse seront gardés avec un déplacement des regards vers l'amont avec un rallongement en buse jusqu'au réseau existant.

Nous avons diagnostiqué tout le réseau d'assainissement le long de la route (voir tableau ci dessous) et nous avons constaté que la capacité de débit des ouvrages n'est pas saturée mais un nettoyage périodique de l'ouvrage est nécessaire.

Tableau VI.4 : Le réseau d'assainissement le long de la route [1]

Localisation PK	Type d'ouvrage existant	Caractéristiques	Constat
PK 0+070	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 0+730	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 1+160	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	Acier récupérable
PK 1+620	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Béton
PK 2+535	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 6+220	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 6+360	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 8+100	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 9+010	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 9+360	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 9+565	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 10+125	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 10+735	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 11+165	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 11+460	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 11+600	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 11+700	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 11+930	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 12+180	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 12+300	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 12+400	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 12+825	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 13+170	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 13+220	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 13+370	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+000	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+160	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+245	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+385	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+500	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+590	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 14+630	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier

Tableau VI.4 : Le réseau d'assainissement le long de la route (suit) [1]

Localisation PK	Type d'ouvrage existant	Caractéristiques	Constat
PK 14+895	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 15+100	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 15+290	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Béton
PK 15+755	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 16+265	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 16+420	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 16+620	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 16+930	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+205	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+300	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+425	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+615	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+820	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 17+990	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 18+320	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 18+480	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 19+360	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 19+720	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 20+300	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Bon état
PK 20+900	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	avec Gabionnage en gradins
PK 21+130	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 21+200	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 21+935	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 22+140	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 22+220	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 22+370	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 22+830	Ouvrage Dalot	Dalot 2x2	en Béton
PK 23+230	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 23+380	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 23+570	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 23+700	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 23+885	Ouvrage Dalot	Dalot 3x3	en Mauvaise état
PK 24+000	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 24+145	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 24+500	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 24+785	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 25+000	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 25+180	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
PK 25+360	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	en Acier
EVITEMENT EL AISSAOUIA			
PK 0+200	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	Ouvrage projeté
PK 0+350	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	Ouvrage projeté
PK 0+600	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	Ouvrage projeté
PK 1+450	Ouvrage busé	Buse Ø 1000	Ouvrage projeté

Conclusion générale

Conclusion Générale

Ce travail nous a permis de passer en revue les différentes étapes d'un projet routier ; et 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. Par ailleurs, nous avons mis à profit l'élaboration de notre PFE La partie dimensionnement, en plus des méthodes acquisses durant nos études, nous a permis de bien comprendre comment tenir compte des divers facteurs de dimensionnement, notamment comment changer la classe d'un sol peu portant par une classe de meilleure portance.

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement des chaussées, et de mise en œuvre des Structures routières pour montre une méthodologie de Dimensionnement des chaussées plus Intéressante selon la réglementation algérienne et d'essayer de Proposer une structure de chaussée.

En fin, la modernisation de ce RN 64 C a été bénéfique pour nous et nous a ouvert les portes du domaine professionnel.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Donnée géotechnique ; géométrique et les trafics (DTP de Médéa)

- [2] PFE pour l'obtention du diplôme de Licence (LMD) En Génie Civil (Contribution à l'étudede dimensionnement d'une chausse souple Application a la région de Blida) Juin 2015 Etudié par : (BOUAZZA Hamza CHERBALI Anouar SELLAMI Abdelhamid)

- [3] Bousbaa .R « Etude de l'aménagement de la liaison routière : rocade sud d'alger – villageartistique de zeralda ». Mémoire De Fin d'études (ENS POLYTECHNIQUE)

- [4] Conception et calcul des ouvrages géotechniques, Bouafia Ali

- [5] Catalogue de Dimensionnement Algérien (Catalogue de Dimensionnement des Chaussées neuves : Novembre 2001) : Fascicule 2 : Hypothèses et Données de Dimensionnement.

- [6] SETRA : Guide Technique Aout 1994 : Recommandations Techniques pour la conceptionGénérale et la géométrie de la route.

- [7] B40 «NORMES TECHNIQUE D'AMENAGEMENT DES ROUTES». Direction des Études Générale et de la Règlementation Technique (MTP). Algérie. 1977

- [8] «CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES». CTTP. Algérie.2001

- [9] «CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEE». Service d'études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) et Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). France. 1994

- [10] «CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSÉES NEUVES». Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) et Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). France. 1998

- [11] «INSTRUCTION SUR LES CONDITIONS TECHNIQUES D'AMÉNAGEMENT DES AUTOROUTES DE LIAISON». Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA). France. 2000

- [12] Le guide technique français sur la conception et le dimensionnement des structures de chaussée (LCP 94) propose un panel de matériaux de construction qu'on peut regrouper en deux grandes familles selon qu'il soient liés ou non liés