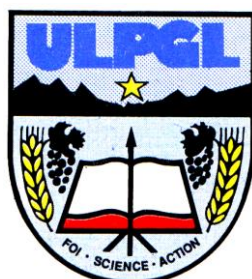


ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET UNIVERSITAIRE
UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS

« U.L.P.G.L. GOMA »



BP. 368 GOMA

www.ulpgl.net

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES APPLIQUEES

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

**CRITIQUE ET RÉHABILITATION DU
TRONÇON ROUTIER D'1 KM MUTINGA
AFIA BORA**

Travail de Fin de Cycle présenté en vue de l'obtention du
diplôme de Graduat en Sciences Appliquées

Présenté par **NGUBA FATAKI Évangeline**

Directeur : MSc Ir MUHINDO WA MUHINDO Abdias

Encadreur : Ir. **KAMBALE SYATSUTSWA Patrick**

Année académique 2021 – 2022



EPIGRAPHE

« Toutes les routes sont bonnes pourvu qu'on les suive jusqu'au bout. »

Yvon RIVARD

DEDICACE

A nos parents Justin Marie NGUBA ESSOSA et Gisèle FATAKI ASWAMANGA.

REMERCIEMENT

Nos sincères remerciements s'adressent à notre Dieu Suprême, Maître de temps et de circonstance pour la protection et le souffle de vie qu'il nous accorde.

Nous adressons nos remerciements respectivement à notre Directeur et encadreur MSc Ir. MUHINDO WA MUHINDO Abdias et Ass. Ir. KAMBALE SYATSUTSWA Patrick qui, au travers de leurs conseils, suggestions et directives ce travail a pu être réalisé.

Nous tenons à remercier le corps scientifiques et académiques de l'ULPGL et de la FSTA en particulier pour leur encadrement scientifique tout au long de cet exercice scientifique.

De manière particulière, nous exprimons notre gratitude à nos parents Justin-Marie NGUBA ESSOSA et Gisèle FATAKI ASWAMANGA pour nous avoir accompagné tout au long de notre cursus académique.

Nous accordons une pensée toute particulière à nos amis SAFARI Schadrack, MABILI Pierre, MUYISA Isaac et CHIZA Immaculée pour le soutien morale et la solidarité dont ils n'ont pas cessé de faire preuve à notre égard tout au long de la réalisation de ce travail.

Que toute personne qui, de près ou de loin, a contribué à la réussite de cet ouvrage scientifique, retrouve ici, l'expression de notre profonde gratitude.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

| | |
|----------------|---|
| Av. J.C | : Avant Jésus-Christ |
| B | : Couche de base |
| BV | : Bassin Versant |
| CA | : Coefficient d'Aplatissement |
| CAM | : Coefficient d'Agressivité Moyen |
| CBR | : Californian Bearing Ratio |
| CEBTP | : Centre Expérimental de Recherche et d'Étude du Bâtiments et Travaux Publics |
| CR | : Couche de Roulement |
| DVDA | : Direction des Voies de Desserte Agricole |
| F | : Couche de fondation |
| FSTA | Faculté des Sciences et Technologies Appliquées |
| GCNT | : Gravier Concassée non Traitée |
| GTR | : Guide de Terrassement Routier |
| LCPC | : Laboratoire Centrale de Pont et Chaussée |
| LNTPB | : Laboratoire National du Travail Public et des Bâtiments |
| MPA | : Méga Pascal |
| NF | : Norme Française |
| OR | : Office des Routes |
| OVD | : Office de Voirie et Drainage |
| OVG | : Observatoire Volcanologique de Goma |
| PF | : Plate-Forme |
| PL | : Poids Lourds |
| PTC | : Poids Total en Charge |
| Q | : Débit de crue |
| R | : Rayon hydraulique |
| TJMA | : Trafic Annuel Moyen Journalier |
| TL | : Trafic Lourd |
| TN | : Trafic Normal |

**CRITIQUE ET REHABILITATION DU TRONCON ROUTIER D'1 KM MUTINGA –
AFYA BORA**

ULPGL : Université Libre des Pays des Grands Lacs

V : Vitesse de l'écoulement de l'eau

VRU : Voie Rapide Urbaine

RÉSUMÉ

Le présent travail consiste à faire les critiques et la réhabilitation d'un tronçon routier d'1km MUTINGA – AFIA BORA. Après une étude documentaire des travaux antérieurs et de projet de réhabilitation en cours dans la ville de Goma, cette dissertation propose une application technique sur le tronçon MUTINGA – AFIA BORA. Pour la réalisation de ce dernier, on a dû subdiviser ce travail en trois chapitre, dont le premier dans lequel nous avons parlés de la généralité de mot clés de notre sujet, dans le second nous avons fait le diagnostic d'état de notre route et proposé des méthodes dont celle de CEBTP et LNTPB qui nous ont été utiles pour la réalisation de ce travail et a afin nous avons dimensionnés la nouvelle chaussée où on a fait les dimensionnement de rechargement, de renforcement et de reconstruction qui ont permis de connaître les éléments nécessaires pour réhabiliter notre tronçon. Nous avons pu constater que notre tronçon manque des ouvrages d'assainissements nécessaire pour son bon fonctionnement, donc nous avons été obligés de concevoir des nouveaux ouvrages d'assainissements et réhabiliter les ouvrages existants.

L'objectif étant de mettre ce tronçon d'1km MUTINGA – AFIA BORA intact ; propre et aussi de diminuer les accidents de circulation sur ce tronçon routier et ensuite pour aider la population de cette partie de la ville de GOMA à bien fréquenter leur tronçon a toute sécurité.

La problématique de notre recherche pivote autour d'une question principale et de deux questions secondaires :

Pourquoi la réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA s'avère impérieuse à ce moment ?

- De quelle façon faudra-t-il réhabiliter le tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA ?
- Que faudra-t-il faire pour la maintenance de tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA en dépit de volume de trafic journalier ?

Les hypothèses correspondantes à notre questionnement sont formulées de la manière suivante :

Les causes ou les raisons qui militeraient à la réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA seraient l'étroitesse de la chaussée (sur largeur de la route), le

CRITIQUE ET REHABILITATION DU TRONCON ROUTIER D'1 KM MUTINGA – AFYA BORA

manque de respect des normes de l'art architectural de la construction des routes, l'absence des ouvrages de drainage et d'assainissement, le manque de l'esthétique et de la beauté des ouvrages, les dégradations de surface, etc.

La réhabilitation de tronçons routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA passerait par redimensionnement selon les normes routières, d'une part et par le retraçage des bandes de maintenance du confort et de la sécurité pour les usagers routiers (les piétons, les automobilistes, les motocyclistes, les charretiers, etc.), par l'implantation des ouvrages de drainage et d'assainissement, d'autre part, seraient des solutions durables pour ce phénomène observé.

Nos hypothèses ont été vérifiées et nous sommes aboutis aux résultats suivants :

- Le redimensionnement de la chaussée à réhabiliter : ajouter un mètre à la largeur de chaussée actuelle ;
- La détermination des épaisseurs réelles de chaque couche à recharger : nouveau revêtement en enduit superficiel ou tapis en enrobés denses ;
- Le dimensionnement et la reconstruction des accotements ;
- La détermination du trafic à la mise en service ;
- Le dimensionnement des ouvrages d'assainissement : les fossés et les fossés latéraux, les buses, les dalots ;
- La maintenance et l'entretien régulier de la route au moins une fois par semaine.

Ce qu'il faudrait faire pour la maintenance du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA serait de mettre en place des séparateurs entre les bandes aller et retour, l'entretien et le nettoyage régulier, le placage des panneaux de signalisation, le marquage des arrêts des bus, taxis, ...

Mots clés : Réhabilitation / tronçon routier/ critique

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Les éléments de profil en route | 8 |
| Figure 2. Schema synoptique de la méthode de dimensionnement..... | 16 |
| Figure 3. Illustre les éléments constitutifs ainsi que les types de profil en long | 25 |
| Figure 4. Elements constitutifs du profil en travers | 25 |
| Figure 5. Dégradation due au tassement de corps de chaussée | 28 |
| Figure 6. Les différents dégradations des ouvrages d'assainissements observées sur notre tronçon..... | 32 |
| Figure 7. Schema d'un fossé triangulaire [25]..... | 49 |
| Figure 8. Representation des dégradations au niveau de AFIA BORA dues en l'insuffisance des ouvrages d'assainissement sur notre tronçon..... | 55 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Classes principales du GTR..... | 17 |
| Tableau 2. Distances d'arrêt en ligne droite d1 et en courbe des différentes vitesses | 23 |
| Tableau 3. Parametres fondamentaux du profil en long..... | 24 |
| 'Tableau 4. Principales dégradation de la chaussée | 28 |
| Tableau 5. Les principales dégradations des ouvrages d'assainissement | 31 |
| Tableau 6. Valeurs du coefficient b en fonction de la durée de vie | 33 |
| Tableau 7. Valeur du coefficient correcteur a en fonction de l'accroissement annuel | 33 |
| Tableau 8. Valeurs des épaisseurs équivalentes en fonction du CBR..... | 39 |
| Tableau 9. Classe du trafic exprimé en fonction de véhicule par jours..... | 41 |
| Tableau 10. Parametre essentiel pour la détermination des couches de la chaussé | 42 |
| Tableau 11. Classification selon le CBR [7] | 42 |
| Tableau 12. Valeur du facteur d'agressivité en fonction de la classe de trafic..... | 43 |
| Tableau 13. Represente les épaisseurs et constitution en couche de la chaussée en étude | 45 |
| Tableau 14. Classification de trafic | 46 |
| Tableau 15. Classification de la portance du sol | 47 |
| Tableau 16. Epaisseur de corps de la chaussée par la méthode CEBTP | 47 |
| Tableau 17. Récapitulation..... | 48 |
| Tableau 18. Capacité max en (l/s) des fossés triangulaires revêtues pour (h=0,60m) [8]: | 52 |

SOMMAIRES

| | |
|---|------|
| EPIGRAPHE | |
| DEDICACE..... | i |
| REMERCIEMENT | ii |
| SIGLES ET ABREVIATIONS | iii |
| RÉSUMÉ..... | v |
| LISTE DES FIGURES..... | vii |
| LISTE DES TABLEAUX | viii |
| SOMMAIRES | ix |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| CHAPITRE I : GENERALITES | 6 |
| I.1.Generalités sur les routes..... | 6 |
| I.1.1. Origine de la route ou historique [2]..... | 6 |
| I.1.4. Représentation du tracée routier [5] | 13 |
| I.1.4 Réseau routier congolais [5] | 14 |
| I.2. DIMENSIONNEMENT ROUTIER | 15 |
| I.2.1. Définition [8] | 15 |
| I.2.2. Méthode de dimensionnement [9] | 15 |
| I.2.3. Trafic [8]..... | 16 |
| I.2.4. Évaluation de la portance de la plate-forme [8]..... | 17 |
| I.2.5. Caractéristique de matériaux de la plateforme [8]..... | 17 |
| I.2.5.1. La géotechnique routière [10]..... | 17 |
| I.3. Généralités sur la réhabilitation routière | 18 |
| I.3.1. Aperçu | 18 |
| I.3.2. Domaines d'activités | 19 |
| I.3.3 Nécessite de la réhabilitation..... | 19 |

CRITIQUE ET REHABILITATION DU TRONCON ROUTIER D'1 KM MUTINGA – AFYA BORA

| | |
|--|----|
| I.4. Conclusion partielle..... | 20 |
| CHAPITRE II : CRITIQUES ET METHODOLOGIES..... | 21 |
| II.1. L'ETUDE DE L'ETAT DE LA ROUTE ET LE NETTOYAGE POUR LA PREPARATION A LA REHABILITATION | 21 |
| II.2. CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DE LA CHAUSSEE [13]..... | 22 |
| II.2.1. <i>Caractéristiques générales</i> | 22 |
| II.2. METHODOLOGIE..... | 26 |
| II.2.1 METHODE DE DIAGNOSTIC DES DEGRADATIONS [17]..... | 26 |
| 2.1. DEGRADATION DES OUVRAGES [18] | 30 |
| II.2.2. METHODE LCP | 32 |
| II.2.3. METHODE LNTPB [19] | 32 |
| II.2.4. METHODE CEBTP | 33 |
| II.3. NECESSITE ET IMPORTANCE DE LA REHABILITATION [20]..... | 34 |
| II.3.1. <i>Définition de la réhabilitation</i> | 34 |
| II.3.2. <i>Mode de fonctionnement d'une chaussée</i> [20] | 34 |
| II.7. Conclusion partielle | 35 |
| CHAPITRE III. LES REHABILITATIONS..... | 36 |
| III.1. PREAMBULE | 36 |
| III.1. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE A REHABILITER..... | 37 |
| III.1.1. DIMENSIONNEMENT DE RECONSTRUCTION [21]..... | 37 |
| III-2- METHODE LCPC [22] | 39 |
| III-2-1 Trafic | 40 |
| II.6. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT | 48 |
| II.6.1 Les fossés [25]..... | 48 |
| III.5. SOLUTION DE LA REHABILITATION | 52 |
| III.5.1. SOLUTION DE REHABILITATION DE LA CHAUSSEE | 53 |

**CRITIQUE ET REHABILITATION DU TRONCON ROUTIER D'1 KM MUTINGA –
AFYA BORA**

| | |
|---|----|
| III.5.2. SOLUTION DE REHABILITATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT | 53 |
| Conclusion partielle | 55 |
| CONCLUSION GENERALE | 56 |
| BIBLIOGRAPHIE | 60 |
| ANNEXES | 62 |

INTRODUCTION GENERALE

Depuis la création de l'univers, Dieu a donné une grande richesse à l'homme à l'occurrence la terre et les capacités ainsi que les facultés de compléter l'œuvre créatrice. C'est ainsi que le domaine des routes constitue une partie très importante de patrimoine d'un pays. Elle est alors un facteur très important de développement économique et social, entre les villes, les provinces, les pays et des civilisations.

Et Jésus-Christ se présente lui-même comme l'autoroute qui conduit au Père. *Jésus lui dit : Je suis le chemin, la vérité, et la vie. Nul ne vient au Père que par moi.* (Jean 14.6) C'est une évidence que les routes sont les voies communications et aussi la source du salut, des opportunités, des liaisons, de ravitaillement ou d'approvisionnement et des rencontres. Pour parvenir à Dieu, la route est Christ.

Les investissements dans les infrastructures s'avèrent toujours important pour le développement. La bonne marche du réseau routier influence la vie économique tant pour les villes que pour les campagnes. La construction et la réhabilitation des routes doivent constituer une priorité étant donné ses répercussions sur les activités humaines.

C'est aux Romains, bâtisseurs infatigables, que nous devons le mot « route » : la construction d'une voie (*via*) supposait la « rupture » des obstacles qui se présentaient, d'où le nom *via rupta* ou, par abréviation, *rupta*¹.

Selon la définition de Techno-Science.net, consultée en ligne : Le mot " route " dérive du latin (*via*) *rupta*, littéralement " voie brisée ", c'est-à-dire creusée dans la roche, pour ouvrir le chemin. Une **route** est au sens littéral une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Ce terme s'applique plutôt aux voies importantes situées en rase campagne².

¹ Larousse Encyclopédique, « Les routes romaines », in *Histoire des routes*, disponible sur https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/histoire_des_routes/180969#:~:text=Les%20routes%20romaines,ou%2C%20par%20abr%C3%A9viation%2C%20rupta, consulté le 14 février 2023.

² Techno-Science.net, « Route – Définition » in *Transports*, disponible sur [https://www.techno-science.net/definition/914.html#:~:text=Le%20mot%20%22%20route%20%22%20d%C3%A9rive%20du,tendent%20%C3%A0%20dispara%C3%A9tre%20\(ici%2C%20route](https://www.techno-science.net/definition/914.html#:~:text=Le%20mot%20%22%20route%20%22%20d%C3%A9rive%20du,tendent%20%C3%A0%20dispara%C3%A9tre%20(ici%2C%20route), consulté le 14 février 2023

En fait, le mot route vient du latin qui veut dire "*via rupta*" qui signifie "voie frayée » : c'est donc une voie de communication terrestre permettant de relier un point à un autre, un village à un autre, etc. Donc, nous allons aussi définir la route moderne comme étant une espace correctement aménager pour recevoir un ou plusieurs courant de circulation construite dans le respect des règles d'art architectural. Les bonnes infrastructures routières et un bon aménagement sont d'une importance capitale pour les usagers d'une route.

Le développement économique d'un pays nécessite la construction des infrastructures de transport (voies routières, voies lacustres, voies fluviales, voies maritimes, voies ferrées, voies aériennes, etc.) comme secteur de soutien à l'économie globale, pour faciliter la circulation des personnes et de leurs marchandises. Compte tenu du rôle important que joue les infrastructures routières dans le développement global d'un pays, il est essentiel que la République Démocratique du Congo se dote d'une infrastructure routière d'envergure pour le développement de son territoire national et ainsi garantir le bien-être social.


Négligées, les infrastructures routières telles que les routes communales, les routes régionales et la voirie urbaine de la République Démocratique du Congo, offrent moins d'accès aux secteurs économiques et sociaux, favorisent moins les échanges de toute nature ainsi que le déplacement des personnes et de leurs biens ; bien qu'elles constituent un investissement important pour le pays et par conséquent doivent être placées dans la prospective d'évolution du pays.

La République Démocratique du Congo, possède un important réseau routier d'au moins 150.000 Km de longueur dont près de 87.000 Km des routes de desserte agricole, est confrontée aux nombreux besoins pour maintenir ce réseau en bon état³.

En République Démocratique du Congo, le manque de la voie de communication routière, de son entretien, sa réhabilitation ou de sa construction est un grand défi pour la circulation de personne et des biens.

La ville de Goma située à l'Est de la RDC, Chef-lieu de la Province du Nord-Kivu, connaît un déficit dans son secteur routier. Bien que certaines routes communales et urbaines

³John Bompengo, « La problématique de l'entretien du réseau routier en RDC », in *Travaux de réhabilitation des routes sur l'avenue du Stade dans la commune de Kalamu le 08/04/2013 à Kinshasa*, Radio Okapi, disponible sur www.radiookapi.net, consulté le 17 février 2023.



revêtues, certaines chaussées elles, sont presque impraticables ou quasi inexistantes suite au manque d'entretien régulier.

Depuis sa construction, le tronçon routier d'1 Kilomètre MUTINGA – AFIA BORA est en train de subir une dégradation régulière au vu et au su de tout le monde. Les autorités politico-administratives et les gestionnaires de la chose publique ainsi tous les habitants de la ville de Goma qui utilisent ce tronçon routier éprouvent beaucoup de difficultés pour y parcourir soit à cause des embouteillages due à l'étroitesse de la chaussée, soit à l'accumulation des eaux stagnantes non évacuées à cause de l'absence des ouvrages d'assainissement et de drainage, soit à cause des nids de poule qui entravent la mobilité des engins automoteurs créant le bouchon, le mauvais dépassement et les collisions (les accidents routiers), soit à cause de la sollicitation accrue de la chaussée par les usagers toute gamme.

Notre préoccupation scientifique est de proposer les réponses durables à long terme dans l'utilisation de ce tronçon routier d'intérêt communal et urbain. Nous sommes motivés par le souci d'apporter notre contribution en terme de piste de solution durable pour une bonne circulation des usagers sur ce tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA.

Ce constat est fait à Goma, commune de KARISIMBI sur le tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA où la population de cette partie de la ville a du mal à effectuer ses trafics et ses transactions, car les bandes ne sont pas dans les normes ; ce qui causent les accidents et incidents de circulation. D'où notre travail qui parle de critique et réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA tentera de trouver les solutions aux problèmes posés :

- Des stagnations d'eau qui ne permettent pas la fluidité dans la circulation confortable des personnes et des engins automoteurs ;
- Des redimensionnements de chaussée à cause de son étroitesse et d'absence des ouvrages d'assainissement ;

Nous avons songé à ce sujet dans le cadre du mécanisme pouvant rendre cette partie de route confortable peu importe le taux de trafic en se posant une question principale et deux questions secondaires ainsi libellées :

Pourquoi la réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA s'avère

impérieuse à ce moment ?

A cette question principale, découle deux autres questions secondaires, à savoir :

- De quelle façon faudra-t-il réhabiliter le tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA ?
- Que faudra-t-il faire pour la maintenance de tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA en dépit de volume de trafic journalier ?

Face à ces questions ci-haut énoncées, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

Les causes ou les raisons qui militeraient à la réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA seraient l'étroitesse de la chaussée (sur largeur de la route), le manque de respect des normes de l'art architectural de la construction des routes, l'absence des ouvrages de drainage et d'assainissement, le manque de l'esthétique et de la beauté des ouvrages, les dégradations de surface, etc.

La réhabilitation de tronçons routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA passerait par redimensionnement selon les normes routières, d'une part et par le retraçage des bandes de maintenance du confort et de la sécurité pour les usagers routiers (les piétons, les automobilistes, les motocyclistes, les charretiers, etc.), par l'implantation des ouvrages de drainage et d'assainissement, d'autre part, seraient des solutions durables pour ce phénomène observé.

Ce qu'il faudrait faire pour la maintenance du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA serait de mettre en place des séparateurs entre les bandes aller et retour, l'entretien et le nettoyage régulier, le placage des panneaux de signalisation, le marquage des arrêts des bus, taxis, ...

Maintenant que la question de recherche est posée et les hypothèses formulées, fixons les objectifs global et spécifiques de notre recherche.

L'objectif global est de maintenir intact et propre le tronçon routier d'1km MUTINGA – AFIA BORA dans le trafic des personnes et des biens.

De manière spécifique, ce travail veut :

- Réduire les accidents de circulation sur ce tronçon routier

- Rendre fluide et perméable la circulation de la population utilisatrice de tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA de vaquer à ses activités en toute sécurité.

Notre étude se passe dans le tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA situé aux quartiers Mabanga Nord, Katoyi et Kasika dans la Commune de Karisimbi, Ville de Goma, Province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo. Dans la période allant du 28 janvier 2020 au 31 décembre 2022.

Le choix de cette thématique sur les critiques et la réhabilitation du tronçon routier d'1 Kilomètre MUTINGA – AFIA BORA dans la ville de Goma revêt plusieurs intérêts, entre autre :

- L'intérêt personnel : le gout de l'accomplissement ou de réalisation d'un travail scientifique, technique et artistique personnel et qui devient un projet pouvant s'ouvrir aux débouchés et résorber le chômage.
- L'intérêt scientifique ou universitaire : c'est une réponse académique ou universitaire aux vrais problèmes qui touchent la population au quotidien, d'un côté et une banque de données pour les consultations scientifiques des étudiants et chercheurs qui travaillent dans le domaine de Génie Civil et travaux publics.
- L'intérêt communautaire : les décideurs peuvent s'en servir des recommandations faites dans cette monographie pour orienter les décisions politiques dans l'acceptation des soumissions, dans l'analyse et délibération des plis, dans l'évaluation des capacités des entreprises soumissionnaires, dans le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre des chantiers de constructions des routes jusqu'à la mise en circulation aux derniers consommateurs qui sont les usagers routiers.

Les routes réhabilités, spacieuses et praticables dans la durée réduiraient sensiblement les accidents routiers et les infractions liées à la violation de code de la route par les conducteurs

Le corpus de ce travail est subdivisé en trois chapitres en dehors de l'introduction et de la conclusion générales : Le premier chapitre brosse les généralités des routes ; Le second chapitre dépeint la méthodologie et la critique ; Le dernier chapitre s'appesanti sur la réhabilitation proprement dite.

Dans les pages qui suivent nous présentons selon l'ordre utile le premier chapitre dévolu sur les généralités des routes.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS DES ROUTES

Ce premier chapitre vient compléter la partie introductive. Il est question de fournir les généralités sur les routes, sur le dimensionnement des routes ainsi que sur la réhabilitation routière.

I.1. Généralités sur les routes

La route est un espace aménagé servant de voie de communication ou de transport terrestre des hommes et des biens entre deux points A et B dans les conditions suffisantes de confort et de sécurité durant tout au long de son exploitation. [1]

I.1.1. Origine de la route ou historique des routes [2]

Depuis la nuit de temps, l'homme a besoin de circuler. L'idée du matelas pierreux a survécu de nombreux siècles. Elle s'est développée à l'époque des romains pour donner naissance à la chaussée romaine : le dallage. Plus tard la route empierrée « macadam » a fait son apparition et avec elle, les premières spécifications en construction routière. Cependant avec le développement des véhicules lourds au début du XX^{ème} siècle, les premiers problèmes ont surgi et entre autres :

- Apparition de nids de poule ;
- Poinçonnement du hérisson (bloc de moellons de 20 à 25 cm disposés en hérisson posé à la main et cylindré par des rouleaux tri cycliques à jantes métalliques) ;
- Effondrement de la chaussée aux premières pluies.

Une mutation s'imposait alors pour obtenir une route moderne. Elle a été initiée par l'emploi de matériaux à granulométrie continue et de calibre déterminé et aussi avec l'émergence des matériaux traités au ciment.

I.1.1.1. Importance de la route

La route est importante sur plusieurs plans :

a. sur le plan sociale, la route facilite :

La communication et la fréquentation entre les hommes, l'implantation et l'accessibilité des infrastructures communautaire (école, dispensaire, marché, stade de football, etc.).

b. sur le plan économique :

Elle permet, l'évacuation des produits vivriers et agricoles vers les centres villes ou les points d'écoulement, et l'approvisionnement des campagnes en produits manufacturés.

I.1.1.1 Route ancienne

Dans le cadre de processus évolutif des routes, les sentiers, les pistes saisonnières et les pistes améliorées ont précédé la route en terre, suivies par des routes revêtues et des autoroutes qui sont des ouvrages assurant la circulation d'un trafic relativement élevé [3].

La route est apparue très tôt vers les années 350 Av. J.C. En effet, les chinois construisirent les premiers réseaux routiers les plus longs du monde pendant près de deux mille ans. Mais la plus grande révolution en matière de construction routière vient des romains qui construisirent vers l'an 312 Av. J.C la voie Aptienne et vers l'an 220 Av. J.C la voie Flavienne.

À son apogée, Rome disposait des voies rayonnant jusqu'aux confins de son empire, totalisant 80.000 km auxquels se branchait un réseau secondaire couvrant chacune des provinces [4].

Avec apparition de l'automobile en 1769 et l'invention des revêtements hydrocarbonés des bitumes et d'autres dérivées de la distillation du pétrole, la construction des routes a pris un essor décisif jusqu'à la réalisation de route dite moderne.

I.1.1.2. Route moderne [4]

Par sa conception moderne, une route est définie comme étant un espace aménagé sur lequel repose une structure à double ou triple courant de circulation réalisée dans le respect des caractéristiques géométriques et superficielles.

S'inspirant des définitions d'une route, on peut dire qu'elle a pour but d'assurer, dans les conditions de confort et de sécurité, la circulation de ses usagers tout au long de son exploitation. Ainsi l'importance d'une route peut être synthétisée en ces termes : elle favorise

les échanges interprovinciaux, le désenclavement des zones ou régions enclavées car elle est le miroir même du développement socio-économique d'un pays.

La présence d'une route joue un rôle prédominant et permet la mobilité des personnes et de biens, l'amélioration d'équilibre entre l'offre et la demande, la création de nouvelles activités, la tempérence des inégalités, la mise en valeur d'un territoire, la stimulation des initiatives etc.

I.1.1.3 Terminologies routières [5] et [6]

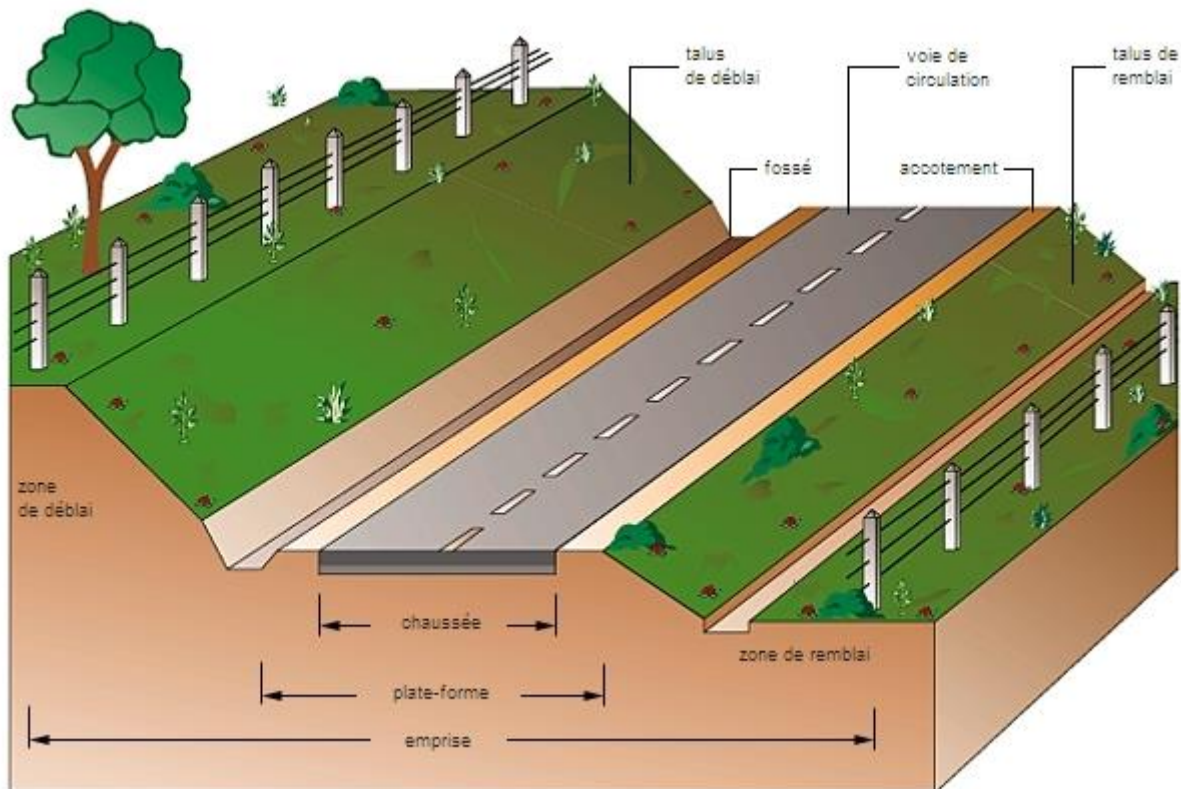


Figure 1: Les éléments de profil en route

- **Terrain nature (T.N)** : c'est le terrain à l'état, tel qu'il se présente avant tous les travaux ou tout aménagement ;
- **Assiette** : est le champ du terrain occupé par la chaussée ; elle comprend les accotements, les fossés et l'encombrement total des ouvrages ;
- **Une emprise** : est la partie du terrain appartenant à la collectivité, affectée à la route et à ses dépendances, qui coïncide avec le domaine public ;

- **Une chaussée** : est la surface de la route aménagée pour la circulation des véhicules. Au sens structural, c'est l'ensemble des couches de matériaux qui supportent le passage des véhicules ;
- **Une voie d'arrêt (bande de stationnement)** : c'est une bande auxiliaire adjacente à la chaussée, destinée au freinage et à l'arrêt de véhicule en panne ;
- **Une voie** : est une bande de la chaussée correspondant à la largeur d'un véhicule et circule dans le sens unique.
- **Une terre-plein central** : est une partie de la route qui joue le rôle de séparé deux ou trois voies de circulation.
- **Une berme** : est la zone qui assure la jonction avec le fossé ou le talus non circulaire ; c'est aussi la portion de terre aménagée pour séparer les deux voies de sens contraires d'une autoroute.
- **Une plate-forme** : est constituée par une partie de l'assiette, elle se compose d'une ou deux chaussées, éventuellement du terre-plein des accotements ou des trottoirs ;
- **Un accotement** : sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Les accotements sont « dérasés » s'ils sont au même niveau que la chaussée. Ils sont « surélevés » dans le cas contraire
- **Une banquette** : est le parapet de terre établi le long d'une route.
- **Un caniveau** : est la bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement des eaux.
- **Les garages** : sont des sur largeurs d'une chaussée étroites destinés à permettre le croisement des véhicules.
- **Les bordures** : sont des séparations en béton, en pavés en pierre taillés ou en tout autre matériaux durs que l'on construit parfois le long des chaussées ou piste.
- **Les Trottoirs** : sont des accotements spécialement aménagés pour la circulation permanente et fréquente des piétons.
- **Les zones de stationnement** : sont des zones spécialement aménagées sur les accotements pour permettre les stationnements des véhicules de toutes natures.
- **Les fossés** : sont creusés dans le terrain pour l'écoulement des eaux. On peut les construire aux pieds de remblais ou au sommet de déblais.
- **La dépendance** : est la surface de l'emprise non dédié à la circulation

- **La bande d'arrêt** : est constituée d'une sur largeur de chaussée supportant le marquage de la rive et d'une partie stabilisée ou revêtue.

I.1.1.4 Classification des routes [7]

La classification des routes sont définis dans le catalogue des types des routes :

a. Le réseau structurant

- Autoroute de liaison de type L, à deux chaussées séparées par un terre-plein central non franchissable, à carrefours dénivelés, isolée de son environnement, sans accès riverain, à trafic élevé et à vitesse limitée à 130km/h (110 km/h) en site difficile.
- Route express : est la route de transit de type T à une ou deux chaussées, à carrefours dénivelés, isolée de son environnement, à trafic moyen et à la vitesse limitée à 110km/h pour les routes à chaussées séparées et à 90 km/h pour les routes à chaussée unique.

b. Autres voies principales

- Artère interurbaine : est une route multifonctionnelle de type R à deux chaussées séparées par un terre-plein central infranchissable, à carrefours giratoires ou plan sans traversée du terre-plein central, à vitesse limitée à 110km/h si absence d'accès riverain ou à 90km/h si accès riverain.
- Autre route principale : est une route multifonctionnelle de type R à une chaussée, à carrefours plans ordinaires ou giratoires, à accès riverains, à trafic moyen et à vitesse limitée à 90km/h.

c. Routes secondaires :


Ces sont des routes de types S possédant les mêmes caractéristiques que les autres routes principales, mais à faible trafic.

d. Voies urbaines :

Elles se décomposent en :

- Voies principales urbaines, qui peuvent être à une ou deux chaussées ;
- Voies de desserte d'activités locales à une causée.

I.1.2 Critère de classification de route



Les routes sont classées selon trois critères de base qui sont les suivants :

- Critère technique ;
- Critère juridico-administratif ;
- Critère fonctionnel.

I.1.2.1. Critère technique

Ce critère permet de classer les routes selon les différentes affections des trafics, nous distinguons ainsi :

- Les autoroutes ;
- Les voies expressives ;
- Les voies classiques.

I.1.2.2. Critère juridico-administratif

S'agissant du réseau routier congolais, ce critère classe les routes de la manière suivante :

- Routes nationales et régionales ;
- Voirie urbaine ;
- Routes de desserte agricole.

On note que cette distinction a été établie par l'ordonnance n° 60/004/71 du 28/02/1971 qui confie la gestion des routes nationales et régionales par l'Office de Route (OR), voiries urbaine par l'Office de Voirie et de Drainage (OVD) et les routes de desserte agricole par la Direction des Voies de Desserte Agricole (DVDA).

I.1.2.3. Critère fonctionnel

Ce critère fait intervenir deux fonctions principales d'une voie, à savoir : la circulation et la desserte. C'est ainsi qu'on retient la classification suivante :

- Voirie artérielle (voirie primaire) : ou la priorité est accordée à la circulation et non à la desserte ;

- Voirie Rapide Urbaine (VRU) : autoroute urbaine et voie expresso admettant des carrefours à niveau ;
- Voirie de distribution : elle est l'intermédiaire entre la voirie de desserte et la voirie artérielle, et elle privilège à la fois la circulation et la desserte.

I.1.3. Type de routes

Selon la nature et la qualité des matériaux mis en œuvre dans la composition d'une structure routière, il sied de distinguer les routes revêtues et non revêtues.

I.1.3.1. Routes revêtues

Ce sont des routes dont la structure de la circulation de la chaussée est conçue de la composition de manière à recevoir un trafic très important, et de véhicule poids lourd dont le tonnage est supérieur à 5t.

Les chaussées sont des structures composites, plus ou moins complexes, conçues pour résister sur l'ensemble de leur durée de vie aux multiples sollicitations mécaniques (liées principalement aux passages des charges lourdes) et climatiques (cycle de température, pluie, ...), qui l'une après l'autre, sapent imperceptiblement les performances initiales des matériaux et de leurs interfaces. Les chaussées sont assimilables à une structure multicouche. Elles sont mises en œuvre sur une plateforme support, en général surmontée d'une couche de forme.

On distingue :

- **Chaussée souple** : lorsqu'il y a présence d'un liant hydrocarburé dans la couche de roulement qui donne la cohésion en établissant une liaison souple entre les grains des matériaux pierreux.
- **Chaussée rigide** : celle dont la couche de roulement est faite du béton de ciment. C'est cette structure de la chaussée qui sera réalisée dans notre projet.

I.1.3.2. Routes non revêtues

Dans l'éventail des moyens dont nous disposons pour assurer la circulation des véhicules automobiles, la route non revêtue ou route en terre occupe une place importante : on

estime qu'il y a dans le monde 80% de route en terre pour 20% de route revêtue et qu'en RDC c'est le 90% de route qui sont en terre.

A quelque nuance près la plupart des ingénieurs s'accordent pour distinguer trois niveaux principaux dans les l'évolution de la voie en terre :

- **Piste saisonnière** : c'est une voie dont la largeur permet le passage d'un véhicule et son tracé dépend de la topographie du terrain, le franchissement de thalweg et des cours d'eau est assuré par des ouvrages d'art simple, généralement en bois de brousse, l'assainissement inexistant, elle peut supporter un trafic de 25 à 50 km/h.
- **Piste améliorée** : ce n'est rien d'autre qu'une piste saisonnière mais celle-ci s'adapte dans toutes les saisons car le plan technique, une attention est accordée au tracé ; à l'assainissement et à la construction des ouvrages d'art plus solides et capables de résister aux crues. L'attention sera également accordée à la mise en œuvre d'une couche d'amélioration en vue de corriger certains points faibles.
- **Route en terre** : il est d'usage d'appeler une route en terre, une route qui ne pas revêtue, ce sont des routes dont la structure est caractérisé par un sol support surmonté d'une couche supérieur dite couche de roulement en matériaux sélectionnée. L'accession au niveau de la route en terre suppose de rendre la circulation plus rapide et plus sûre, il faut que le véhicule circule à 60 ou 100km/h puissent se voir à temps, se croiser ou se doubler sans risque.

I.1.4. Représentation du tracé routier [5]

Un tracé routier se caractérise à l'aide de trois types de plan : le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

I.1.4.1. Tracé en plan

Le tracé en plan est une vue de dessus de la route. Le tracé en plan d'une route se caractérise par une succession de courbes et d'alignements droits séparés par des raccordements progressifs ou des raccordements circulaires. Le dimensionnement des rayons du tracé en plan et des devers correspondant sont liés : à la dynamique des véhicules, aux conditions de contact pneu/chaussée, au confort de l'utilisateur.

I.1.4.2. Le profil en long

Le profil en long est une coupe longitudinale de la route suivant l'axe de la route généralement situé au milieu de la chaussée. Le profil en long se caractérise par une succession de déclivité ou des parties horizontales liées et par des accordements circulaires ou paraboliques. Il permet de visualiser les zones en déblai et en remblai le long du tracé. Pour faciliter la lecture : le tracé du terrain naturel est en vert, le tracé du projet est en rouge.

Le profil en long est complété par des profils en travers qui sont des coupes verticales perpendiculaires à l'axe du projet. Leur établissement permet en général le calcul des mouvements de terres (cubatures par exemple), permet de définir le tracé idéal d'un projet de manière à rendre égaux les volumes de terres excavés avec les volumes de terre remblayés. L'informatique joue ici aussi un rôle déterminant puisque ces calculs sont répétitifs. En effet, il faut plusieurs essais lors d'une recherche de tracé avant d'arriver au tracé définitif.

I.1.4.3. Les profils en travers

Les profils en travers sont des coupes transversales perpendiculaires au profil en long. Ils se caractérisent par un ensemble de couches de matériaux juxtaposées ou superposées permettant de définir la géométrie de la voie et sa structure. Pour faciliter la lecture : le tracé naturel est en vert, le tracé du projet est en rouge.

Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe du projet) permettent de calculer les paramètres suivants :

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

Les pentes des talus de déblai et de remblai. Le profil en travers est représenté en vue de face pour une personne qui déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet. La voie de gauche doit donc être située sur la partie gauche du profil.

I.1.4 Réseau routier congolais [5]

Le réseau routier congolais compte 152.000 Km qui sont répartis en 4 grandes catégorie gérées par trois organismes gouvernementaux qui sont :

La première et deuxième qui comprend 58.000 km des routes d'intérêt général (Routes Nationales et Provinciales reliant les provinces entre elles et desservant les grands centres du Pays. Elles sont gérées par l'Office des Routes, OR).

La troisième qui compte 7000 km des Routes urbaines qui sont gérées par l'Office des Voiries et Drainage (O.V.D.) ;

La quatrième qui est la plus vaste qui comprend 87.000 km des routes d'intérêt local, dite « Routes de desserte Agricole » « qui desservent les milieux ruraux et qui sont à charge de la Direction de Voie de Desserte Agricole (D.V.D.A.) qui gère près du 2/3 du réseau routier congolais ».

I.2. DIMENSIONNEMENT ROUTIER

I.2.1. Définition [8]

Le dimensionnement d'une chaussée consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

I.2.2. Méthode de dimensionnement [9]

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement des chaussées, basées sur des modèles mathématiques et ou des considérations pratiques tirées de l'expérience et qui se présentent sous la forme soit d'abaques de dimensionnement, soit d'un catalogue de structures types, soit de méthodes de calcul pratiques. Il s'agit de fixer une période de service à assurer par la structure, définie comme la période probable pendant laquelle la chaussée supportera le trafic prévu sans devoir recourir aux travaux d'entretien structurel. Le choix de la période de service intervient dans le calcul du trafic cumulé. Elle peut être prise entre cinq et cinquante ans. Mais son coût initial varie en fait assez peu en fonction de la période de service choisie. Il y a donc intérêt à retenir une durée longue (entre vingt et cinquante ans).

Les paramètres d'entrée indispensables au dimensionnement d'une chaussée sont relatifs à l'action du trafic, à la portance du sol ou de la plate-forme support de chaussée et aux caractéristiques des matériaux qui constituent la chaussée. Le choix de ces différents paramètres, et notamment l'évaluation du trafic, conditionnera en grande partie le comportement futur de la chaussée. La Figure 2 du premier chapitre présente le schéma synoptique de dimensionnement.

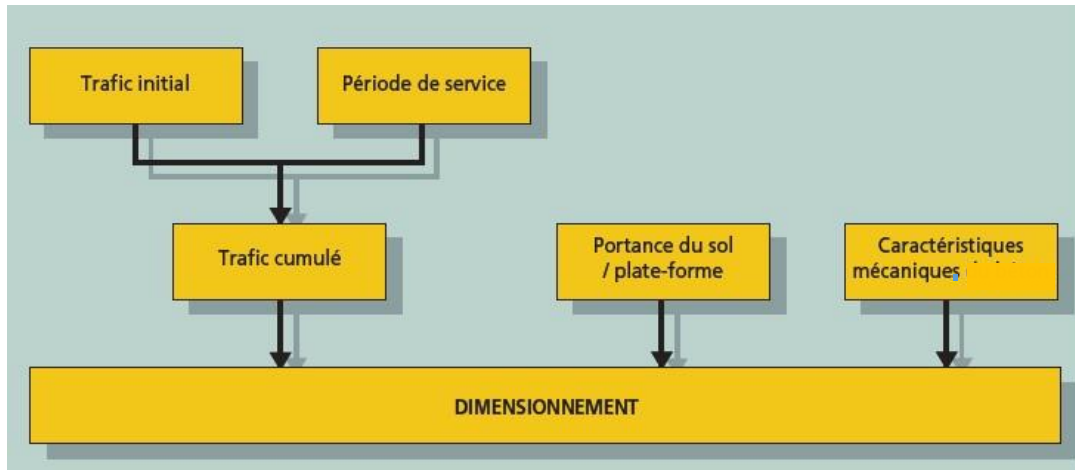


Figure 2: Schema synoptique de la méthode de dimensionnement

I.2.3. Trafic [8]

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. En effet, chaque passage de véhicule sur la chaussée entraîne une légère fatigue de celle-ci, tant pour ce qui concerne la structure que les qualités de surface. L'accumulation de ces dommages élémentaires conduit à la dégradation progressive de l'ensemble. Le calcul de dimensionnement fait donc intervenir le trafic cumulé qui circule sur la chaussée durant la période de service prévue.

D'autre part, l'expérience a montré l'influence fondamentale du poids des essieux sur le dommage observé : un essieu de poids lourds est infiniment plus agressif qu'un essieu de voiture légère. Il est donc nécessaire de quantifier le trafic sur le plan de l'agressivité des véhicules. Le trafic estimé à la mise en service est converti en nombre d'essieux standards au moyen d'un coefficient multiplicateur qui tient compte de l'agressivité du type de véhicule. Le terme « essieu standard » désigne l'essieu isolé à roues jumelées supportant une charge de 13 tonnes, qui est la charge maximale légale dans plusieurs pays.

Sachant que l'objectif de la chaussée est d'assurer le passage des véhicules pendant un certain nombre d'années, le calcul de dimensionnement fait donc intervenir le trafic cumulé, converti en « essieu standard », qui circule sur la chaussée tout au long de cette période.

Ce trafic cumulé à prendre en compte dépend alors de :

- Trafic existant ou prévu lors de la mise en service de la route ;
- Agressivité du trafic ;

- Période de service souhaitée de la chaussée ;
- Taux moyen de croissance annuelle du trafic pendant cette période.

I.2.4. Évaluation de la portance de la plate-forme [8]

Pour dimensionner correctement une voirie, il est indispensable d'évaluer la portance à long terme du sol support. Cette portance est égale à la portance à long terme du sol mis à nu par les terrassements, augmentée, le cas échéant, du gain de portance obtenu soit par une éventuelle couche de forme, soit par un éventuel traitement en place du sol.

I.2.5. Caractéristique de matériaux de la plateforme [8]

Les revêtements routiers doivent répondre aux sollicitations répétées du trafic et des effets climatiques. Pour le dimensionnement, le matériau qui constitue le revêtement routier doit présenter des caractéristiques mécaniques adéquates. Ainsi la détermination de ces différentes caractéristiques se fait à l'aide d'une étude géotechnique.

I.2.5.1. La géotechnique routière [10]

La géotechnique routière peut être comprise comme une science qui traite du sol en tant que matériau de construction. Elle s'applique en particulier sur la géologie, l'hydrogéologie, la mécanique des sols et roches et à l'étude des propriétés physico-chimiques des sols remaniés.

A. Classification des sols selon le guide des techniques routières.

La classification géotechnique des matériaux identifie le sol en six classes A, B, C, D, E et F données sur le tableau 1 du premier chapitre :

Tableau 1: Classes principales du GTR

| Classe | Définition | caractérisation | Sous classe |
|--------|--|--|--|
| A | Sols fins | $D_{max} \leq 50\text{mm}$ /Passant à $80\mu\text{m} > 35\%$ | A1 a A4 selon VBS ou IP |
| B | Sols sableux et graveleux avec fines | $D_{max} \leq 50\text{mm}$ /Passant à $80\mu\text{m} > 35\%$ | B1 a B6 selon VBS ou IP et tamisat |
| C | sols comportant des fines et des gros éléments | $D_{max} > 50\text{mm}$ /Passant à $80\mu\text{m} > 12\%$ Ou Passant à $80\mu\text{m} \leq 12\% + \text{VBS} > 0.1$ | 30 Sous classes selon VBS ou IP et tamisat a 50 mm |
| D | sols insensibles à l'eau | $\text{VBS} \leq 0.1$ /Passant à $80\mu\text{m} \leq 12\%$ | D1 a D3 |
| R E | Matériaux rocheux | Nature pétrographique (Norme NFP 11-300) | |
| F | Sols organiques et sous-produits industriels | Teneur en éléments chimiques (Norme NFP 11-300) | |

Les caractéristiques permettant d'effectuer la classification du tableau 1 sont définies à partir des essais géotechniques et peuvent être regroupées en trois catégories dont les Paramètres de Nature, les Paramètres de comportement mécanique et les Paramètres d'état.

B. Détermination des épaisseurs des revêtements [10]

Pour déterminer les épaisseurs du revêtement, il convient en premier lieu de préciser les points suivants :

- Le trafic à la mise en service « t » ;
- La période de service « n » ;
- Le taux annuel de croissance du trafic « τ » ;
- La classe de portance à long terme de la plate-forme support ;
- Les caractéristiques mécaniques du matériau utilisé.

I.3. Généralités sur la réhabilitation routière

I.3.1. Aperçu

Pour la réhabilitation de la route, le début de l'opération consiste à inspecter visuellement l'état et le type de soutien. Il est essentiel d'évaluer les travaux. L'information résultant de l'étude permet d'apprécier le degré de la détérioration afin de déterminer les sections à entreprendre.

La réhabilitation des routes peut apporter des bénéfices économiques et sociaux substantiels à la fois aux communautés rurales et aux économies nationales. Mais, elle peut aussi conduire à des dommages environnementaux significatifs et de longue durée.

Un réseau de transport fiable dans un pays constitue un élément déterminant pour son développement social et économique, car il facilite la mobilité, les échanges commerciaux, le tourisme, l'accès à l'emploi et la valorisation des ressources.

I.3.2. Domaines d'activités

Réhabiliter une chaussée, c'est sa remise en état pour qu'elle soit apte à écouler le niveau de service qui lui est destiné. C'est donc un rehaussement de l'aptitude au service d'une chaussée ancienne.

Selon les désordres observés compte tenu de la durée de vie de la structure, une réhabilitation peut être l'une des opérations suivantes :

- *RECHARGEMENT* : C'est une mise en place d'un tapis de revêtement sur l'ancienne chaussée revêtue, c'est-à-dire une mise en œuvre de nouvelle couche de roulement après réparation des dégradations.
- *RENFORCEMENT* : C'est une remise en état de la capacité structurelle d'une chaussée en ajoutant une nouvelle couche de base et une nouvelle couche de roulement après une réparation des petites dégradations ou scarification de la chaussée.
- *RECONSTRUCTION* : Dans le cas d'une dégradation très avancée ou une destruction généralisée de l'ancienne chaussée ancienne accompagnée d'une faible capacité structurelle, nous exigeons la reconstruction après un décaissement ; c'est-à-dire une mise en œuvre de nouvelle couche de fondation, d'une nouvelle couche de base et d'une nouvelle couche de roulement.

I.3.3 Nécessite de la réhabilitation

Les déformations non entretenues à temps qui en résultent, finissent au terme d'une évolution normale par la présence d'un caractère d'irréversibilité conduisant à des dégradations de plus en plus importantes et généralisées. Tant que le niveau général de dégradation ou l'affaiblissement d'une chaussée reste modéré. Nous devons penser à des opérations nécessaires pour permettre de maintenir le niveau de service acceptable ; ce sont les Travaux d'Entretien. Par contre dès que les dégradations se généralisent et s'amplifient ou s'accélèrent, il convient, s'il est décidé de faire l'opération de la dite « REHABILITATION DE LA CHAUSSEE ». C'est-à-dire, de faire appel à différentes types d'interventions, beaucoup plus lourdes et onéreuses que des opérations d'Entretien.



I.4. Conclusion partielle

Ayant pour rôle principal d'assurer dans les conditions de confort et de sécurité, la circulation de ses usagers tout au long de son exploitation, ce chapitre présente les généralités sur la route c'est-à-dire les types des routes, les généralités sur son mode de dimensionnement ainsi que les généralités sur la réhabilitation de celui-ci.

CHAPITRE II : CRITIQUES ET METHODOLOGIES

Le présent chapitre traite la critique et les approches méthodologiques utilisées pour réaliser cette étude sur la réhabilitation. L'étude technique de la chaussée a pour importance de décrire les principes nécessaires pouvant servir des données importantes pour faire un projet routier (état de route, obtentions des données et quelques résultats effectués précédemment).

II.1. L'ÉTUDE DE L'ÉTAT DE LA ROUTE ET LE NETTOYAGE POUR LA PRÉPARATION À LA RÉHABILITATION

Pour la réhabilitation de la route, le début de l'opération consiste à inspecter visuellement l'état et le type de soutien. Il est essentiel d'évaluer les travaux. L'information résultante de l'étude permet d'apprécier le degré de détérioration afin de déterminer les actions à entreprendre. Elle permet également de corriger les déficiences pouvant causer des éventuels problèmes dans la couche. D'ailleurs, l'exsudation des surfaces entraîne la formation des déformations plastiques et peut faire monter le liant à la surface. Il importe ainsi d'éliminer le liant par broyage et de le remplacer par un nouveau mélange. En outre, l'aménagement nécessite l'enlèvement des zones excessivement fissurées. Ce type de détérioration est généralement dû à l'épuisement par fatigue de la couche sous-jacente. Il doit être remplacé pour garantir le transfert des charges du trafic sur l'ensemble de la chaussée. [11]

La bonne marche des travaux de réhabilitation demande des matériaux de qualité. Le type de préparation et la mise en place des différentes couches nécessite une attention particulière. Il est nécessaire de les joindre au moyen d'un arrosage à l'émulsion. Selon le type de support, cette action reste prépondérante. Elle a pour fonction de maintenir et de donner une cohésion superficielle à la base granulaire. Par ailleurs, les émulsions à rupture lente s'utilisent fréquemment. Néanmoins, les émulsions d'amorce cationique s'avèrent les plus recommandées pour ce type de traitement. Il s'agit de l'émulsion peu concentrée. Elle dispose d'une faible viscosité et à forte teneur en agent fondants pour permettre une réelle capacité de pénétration dans la base. Il prend un temps considérable, d'au moins 24 heures. Le liant pénètre dans le matériau granulaire et perd une partie des solvants. [11]

Entre deux couches d'asphalte, l'arrosage est appelé l'adhérence et les émulsions recommandées sont celles de rupture rapide. Les plus utilisées sont les cationiques. Elles ont

un pourcentage de liant plus élevé. En terme de rénovation du réseau routier, le temps d'attente pour le recouvrement avec de l'aggloméré est considérablement plus court.

Ces traitements ont une place prépondérante pour joindre les deux couches. Ils ont un impact sur l'état du roulement. L'utilisation d'émulsions de thermo scellage est fréquente. Il s'agit d'émulsions fabriquées avec des liants très durs. Néanmoins, elles se fondent et adhèrent lorsque le mélange est chauffé. Avant d'appliquer ces traitements, il faut éviter la boue, les particules libres ou les bêtèlements contaminants sur le substrat. Ils peuvent empêcher la bonne adhérence entre les couches, fragilisant l'état du réseau routier. [12]

Pour les travaux de la route, un autre point à considérer est l'uniformité de la surface existante. Dans les travaux de réhabilitation, il s'avère nécessaire d'effectuer un tassement et une couche de reprofilage pour l'aménagement. Il s'agit du rapiéçage pour obtenir un profil uniforme, tant longitudinal que transversale. Cela devient essentiel lorsque la couche à exécuter constitue la dernière sur la chaussée. Les irrégularités du support concernent les épaisseurs non uniformes. En ne tenant pas compte de ses irrégularités, après le compactage, le profil sera déprimé dans cette zone d'environ. Le bon tassement avant l'extension des nouvelles couches reste ainsi une nécessité pour les travaux de réhabilitation de l'état du réseau routier. Il influence aussi bien la durée de vie de la route, le roulement des véhicules et la sécurité. Les infrastructures linéaires influent sur les activités et les travaux. La vie économique repose en partie sur les infrastructures routières. [12]

II.2. CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DE LA CHAUSSEE [13]

II.2.1. Caractéristique générales

Afin de donner un maximum de confort et de sécurité aux usagers de la Route, celle-ci doit répondre aux caractéristiques géométriques suivantes :

- **Vitesse de référence** : C'est le paramètre qui permet de définir les caractéristiques minimales d'Aménagement des points particuliers d'une section de la Route, de telle sorte que le véhicule isolé soit assuré. La vitesse de référence du tronçon d'étude est de 40 à 60 Km/h ;
- **Largeur de la chaussée** : La chaussée est une surface de la Route qui est aménagée pour recevoir la circulation des véhicules. La largeur de la chaussée du tronçon d'étude en général est de 5,5m à 6m ;

- **Distance d'arrêt** : En tout point du tracé, la visibilité doit être suffisante pour que le véhicule puisse voir à temps un obstacle placé sur la chaussée et qu'il puisse réaliser, dans des conditions acceptables, une manœuvre de dépassement. Pour ce qui concerne l'arrêt avant un obstacle, on doit distinguer les obstacles permanents (par exemple musoir d'îlot directionnel) dont la hauteur est connue, et les obstacles imprévus, dont la hauteur conventionnelle est supposée être 0,15 m. [14]. La distance d'arrêt en ligne droite est, donnée par la formule :

$$d_1 = 0,55V + \frac{4V^2}{1000f}$$

Avec

V : la vitesse du véhicule en (km/h), d_1 la distance d'arrêt en alignement en (m) et f étant le coefficient de frottement.

En courbe, on estime que le freinage ne peut pas être aussi énergétique, et la distance d_2 prise en compte est obtenue en majorant de 25 % le terme $\frac{4}{1000}$ dès lors que le rayon en plan R (m) est inférieur à $5V$ (km/h). Les coefficients de frottement pris en compte par les règlements français diminuent lorsque la vitesse augmente comme le montre le Tableau II. 1 qui donne également les distances d'arrêt d_1 en ligne droite et d_2 en courbe.

Tableau 2. Distances d'arrêt en ligne droite d_1 et en courbe des différentes vitesses

| V(km/h) | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 130 | 140 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-----|
| F | 0,46 | 0,46 | 0,42 | 0,38 | 0,34 | 0,32 | 0,3 |
| d_1 (m) | 40 | 70 | 105 | 160 | 230 | 275 | 330 |
| d_2 (m) | 45 | 80 | 120 | 180 | 280 | 330 | 390 |

Il faut insister sur le caractère conventionnel de ces chiffres. Sur un mauvais revêtement, en cas de pluie, et s'il y a blocage des roues, l'adhérence effective peut être très inférieure à ces valeurs.

- **Le Profil en long** [14] : Le profil en long est la représentation d'une coupe verticale suivant l'axe d'un projet linéaire de la route. Il est constitué de segments de droite

raccordés par des arcs de cercle caractérisés par leur rayon. Pour les segments de droite, on parle de pente ou de rampe suivant que la route descend ou monte dans le sens de la marche. Cela conduit à limiter autant que possible les rampes aux valeurs indiquées dans le Tableau 2 du chapitre second, qui est le tableau représentant les valeurs des paramètres fondamentaux du profil en long.

Tableau 3: Paramètres fondamentaux du profil en long

| Désignation des paramètres | | | Symboles et unités | Catégories des routes | | | | |
|--|--|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| | | | | 4 ^{ème} | 3 ^{ème} | 2 ^{ème} | 1 ^{ère} | Except. |
| Vitesse de référence | | | V _r (km/h) | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| Déclivité maximale en rampe | | | $\pi M(\%)$ | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| Rayon en angle saillant RV(m) | Chaussée unidirectionnelle (route à 4 voies ou à 2 chaussées) | Minimal absolu | RV _{m1} | 500 | 1500 | 3000 | 6000 | 12000 |
| | | Minimal normal | RV _{N1} | 1500 | 3000 | 6000 | 12000 | 12000 |
| | Chaussée bidirectionnelle (route à 2 ou 3 voies) | Minimal absolu | RV _{m2} | 500 | 1600 | 4500 | 10000 | |
| | | Minimal normal | RV _{N2} | 1600 | 4500 | 10000 | 17000 | |
| Rayon en angle rentant RV'(m) | Minimal absolu | | RV' m | 700 | 1500 | 2200 | 3000 | 4200 |
| | Minimal normal | | RV' N | 1500 | 2200 | 3000 | 4200 | 6000 |
| Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale sur route à 2 ou 3 voies | | | RVD(m) | 2500 | 6500 | 11000 | 17000 | 28000 |

Le choix des rayons en angles saillants RV est basé sur les conditions de visibilité.

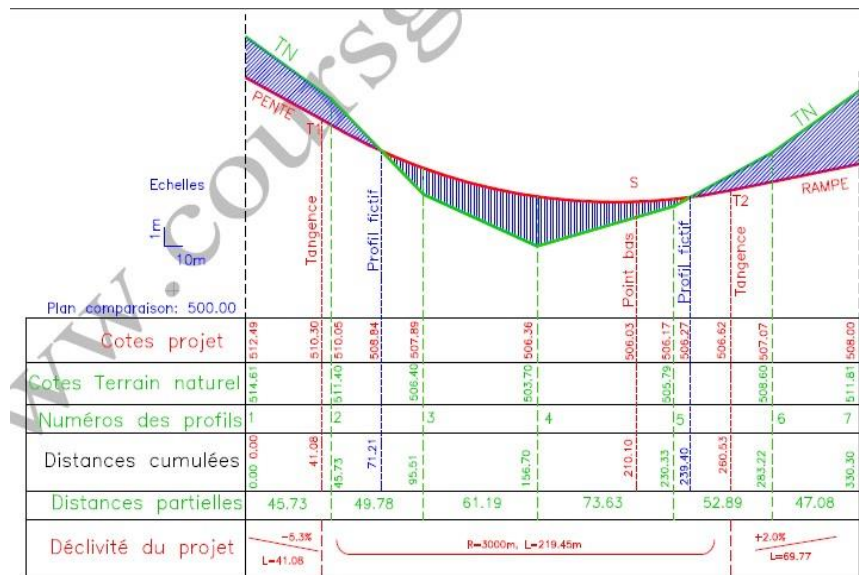


Figure 3: Illustre les éléments constitutifs ainsi que les types de profil en long

Ainsi, pour des raisons de confort dynamique et de confort visuel notamment, les paramètres géométriques du profil en long doivent respecter les caractéristiques limites résumées dans le tableau 2 du chapitre second.

Tracé en plan : Le tracé en plan est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession de droites, d'arcs de cercle et de courbes de raccordement [14]. Il est normal pour des raisons de confort et de sécurité de raccorder ces segments ;

- **Le profil en travers :** C'est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances. Il permet de connaître la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements, l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel et les cubatures (volumes de déblais et de remblais). La *Figure 2 du chapitre second* : illustre la constitution du profil en travers.

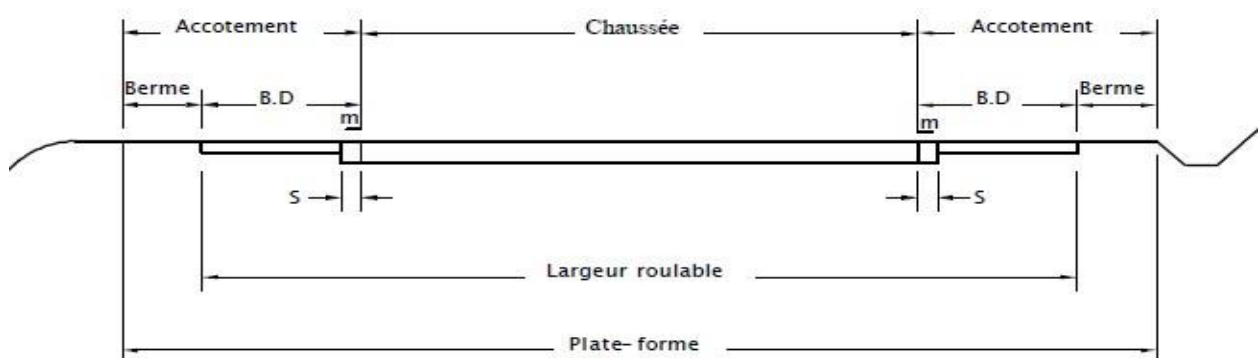


Figure 4: Elements constitutifs du profil en travers

- *Les dévers* : Le dévers ou pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface. Dans les rayons de courbure faible, il contribue à l'équilibre dynamique des véhicules. Toutefois, cette contribution reste limitée et sa valeur est donc plafonnée (généralement à 7%). Au-delà de cette valeur plafond, d'autres problèmes surviennent et notamment des difficultés constructives [15].
- *Accotement ; plateforme ; etc.*

II.2. METHODOLOGIE

Dans cette partie de ce présent travail, nous allons parler sur les matériaux a utilisé pour la réhabilitation de notre chaussée souple. Notre route présente de pathologie supérieur sur sa couche de roulement qui est de pathologie qui se présente que sur la couche de roulement, est qui se vu aussi dans notre tronçon d'étude d'1km MUTINGA- AFIA BORA.

A savoir les pathologies de la chaussée : on dit pathologie, dans cette partie c'est la maladie ou les phénomènes indispensable qui se produit après quelque temps de la création d'une route. En outre, la déformation de la chaussée, la fissuration ; le remonter et l'affaissement, ses déformations de la famille se produits en plusieurs catégories (nids poules, faïençage, fissure longitudinale ou transversale, affaissement, orniérage, Palade, bourrelée, tête de chat, empreinte et glaçage) pour notre tronçon il y a nids de poules, faïençage, orniérage, Les épaufrures de rives, etc. [13]

Pour ce qui concerne la partie réservée à la méthodologie, dans cette partie nous devons aborder les approches méthodologiques utilisées pour parvenir collecter les données pouvant conduire à la meilleure structuration de troncon routier d'1 Km MUTINGA – AFIA BORA. Dans le cas sous examen, nous avons fait recours à la méthode du diagnostic des dégradations, la méthode LCP, LNTPB et CEBTP pour la réhabilitation de notre route.

II.2.1 METHODE DE DIAGNOSTIC DES DEGRADATIONS [16]

II.2.1.1. Méthode de diagnostic des dégradations de la chaussée

A. Examen visuel

La méthode utilisée est l'examen visuel de la chaussée ; il s'agit de relever des dégradations de la chaussée, des ouvrages existants et de déterminer les causes de ces dégradations.

B. Dégradations de la chaussée

Les dégradations de la chaussée sont dues essentiellement à l'action simultanée des véhicules, des eaux non évacuées, etc.

Les dégradations relevées sur les chaussées revêtues le long du projet sont caractérisées par : les ornières et flaches ; le faïençage ; le peignage, les pelades et le plumage ; les nids de poule ; les épaufrures de rives, dégradations généralisées.

1. **Ornières et flaches** : sont des déformations, qui sont dues au tassement dans le corps d'une chaussée, en présence d'un trafic lourd, avec association ou non d'une chute de portance du sol support. Leur solution est selon leur profondeur le relâché ou la réfection localisée.
2. **Faiençage** : désigné aussi sous le nom de fissuration maillée, est une dégradation de très haut niveau ; il marque la fatigue intense de la chaussée, en particulier, de la couche de roulement. Il est dû au croisement des fissurations longitudinales et des fissurations transversales. Sa présence peut provoquer des départs des matériaux.
3. **Pelades** : sont des dégradations de surfaces, caractérisés par l'arrachement des matériaux superficiels en enrobé. Ils peuvent être la conséquence des fissurations importantes localisées sur la couche de roulement, ou de sous-dosage de la couche d'accrochage.
4. **Nids de poules** : Les nids de poule sont des trous localisés à la surface d'une chaussée. Ils sont dus parfois à la présence de corps étrangers sur la couche de roulement. Au début de leur apparition, leurs dimensions sont faibles, mais suite à la stagnation d'eau et au défaut d'entretien, ils s'agrandissent et s'évaluent vers leur approfondissement.
5. **Les épaufrures de rives** : sont des dégradations qui apparaissent sur le bord de la chaussée ; elles sont provoquées par l'arrêt ou le passage fréquent des véhicules sur les accotements, l'étroitesse de la largeur de la chaussée.



Figure 5: dégradation due au tassement de corps de chaussée

Les principales dégradations, leurs causes, leurs évolutions ainsi que les solutions d'Aménagement sera tous reprise dans le tableau 3 du second chapitre.

Tableau 4: Principales dégradation de la chaussée

| Dégradations | Cause et évolution | Solution |
|-------------------------------|--|---|
| ORNIERES ET FLACHES | Trafic lourds, chute de portance du sol support | Réfection localisée |
| NID DE POULE | la présence de corps étrangers sur la couche de roulement | Bouchage appelé aussi « Point-A-Temps » |
| LE FAÏENÇAGE | Croisement des fissurations longitudinales et des fissurations transversales | la réfection localisée. |
| PELADES | sous-dosage de la couche d'accrochage | la réfection localisée |
| PLUMAGE | sous-dosage du liant en certains endroits | la réfection localisée |
| LES EPAUFRURES DE RIVE | l'arrêt ou le passage fréquent des véhicules sur les accotements | la réfection localisée |

Le reprofilage Léger est un traitement de la chaussée existante qui consiste à améliorer la surface de roulement et à donner à la chaussée le profil normal sans apport de Matériaux Sélectionnés.

Le reprofilage lourd est un traitement de l'ancienne chaussée en redonnant ses profils normaux avec apport de matériaux sélectionné pour remédier à ses dégradations nécessitant des engins de comptage.

II.2.1.2. Diagnostic des dégradations des ouvrages d'assainissement [16] [17]

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est-à-dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc.... ;
- Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes) ;

Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

A. État actuel des ouvrages d'assainissement

1. **Les fosses latérales** : Les fosses latérales sont des tranchées à ciel ouvert bordant les accotements. Ils servent à l'écoulement des eaux superficielles venant de la chaussée et conduisent ces eaux de ruissellement jusqu'à la zone d'écoulement naturel la plus proche. Presque tout au long de notre tronçon, diverses dégradations sont constatées au niveau des fossés latéraux telles que :
2. **Buses** : Par définition, les buses sont des conduites qui permettent à l'eau de passer d'un côté à l'autre de la Route. Les buses sont conçues sous chaussée à une hauteur de remblai d'au moins 0,80 m. Les buses métalliques et les buses béton sont employées dans notre tronçon pour évacuer des débits beaucoup plus importants. Sur notre tronçon, nous avons de buse béton et buses métalliques. Nous avons constaté les dégradations suivantes :

Les dalots : En principe, les dalots sont des conduites analogues aux buses, et dont la section est rectangulaire. Ils sont en générale en béton armé. Les dalots conviennent mieux dans le cas des routes en remblai mais de faible hauteur. Leur dalle supérieure peut-être en cas de besoin placée directement sous la chaussée.

2.1. DEGRADATION DES OUVRAGES [17]

La reconnaissance détaillée des ouvrages d'assainissement et des ouvrages d'art sur le tronçon MUTINGA- AFIA BORA a été effectuée en parallèle avec celle faite pour la chaussée et avec celle faite pour l'hydrologie du site. En construction routière, les éléments principaux d'un système d'assainissement sont les suivants :

- Les fossés latéraux ;
- Les fossés de crête et de garde ;
- Les exutoires. Les ouvrages de traverse ;
- L'inventaire des dégradations, objet de ce chapitre a pour rôle d'identifier les problèmes rencontrés au niveau de ces ouvrages, accessoires à la route. Ces différents problèmes peuvent être :
 - Inadéquation ;
 - Destruction ou même insuffisance en nombre
- La destruction ou même l'insuffisance en nombre ;

Cet inventaire aussi permet également de localiser et d'identifier les points sensibles sur le tronçon étudié. En somme, il consiste à regrouper le maximum d'informations possibles sur les natures et causes possibles des différents désordres observés dans le but d'en arrêter les évolutions et d'en limiter les effets.

Fort malheureusement, nous avons pu constater une grande insuffisance des ouvrage d'assainissement sur notre tronçon d'étude et hormis le problème d'insuffisance, les ouvrages existants souffrent de la manque d'entretien et de surveillance. Tous ces problèmes sont maintenant à la base de la stagnation des eaux au niveau de la route principale vers AFIA-BORA et avec le temps ces eaux deviennent des boues qui a leur tour commence à boucher les ouvrages au niveau de la grande route.

Tableau 5: Les principales dégradations des ouvrages d'assainissement

| ETATS DE LIEUX | CAUSES | SOLUTIONS |
|--------------------------------|---|---|
| FOSSES LATERAUX | <p>-L'insuffisance des entretiens à laisser place à l'envahissement des végétations et des arbustes aux alentours des fossés ;</p> <p>-La présence de dépôt de sable dans les fossés apparait lorsque la vitesse d'ensablement est atteinte</p> | <p>-Les Travaux à réaliser pour ce type de dégradation sont le désherbage, le décapage des arbustes et la reconstruction des fossés si nécessaire</p> |
| BUSE ET DALOT OBSTRUEES | <p>Ce type de dégradation se produit lorsque la vitesse d'ensablement est atteinte. En effet, la présence des végétations aux alentours de l'ouvrage diminue la vitesse d'écoulement des eaux, ce qui favorise à atteindre la vitesse d'ensablement</p> | <p>La solution consiste à curer l'ouvrage et nettoyer les alentours (désherbage) si nécessaire.</p> |





Figure 6: les différents dégradations des ouvrages d'assainissements observées sur notre tronçon

II.2.2. METHODE LCP

Le dimensionnement des chaussées est déterminé par un calcul à la fatigue, en nombre d'essieux standards de 13T. Elle est basée sur :

- La durée de service ;
- Le taux de croissance ;
- L'agressivité moyenne.

II.2.3. METHODE LNTPB [18]

Elle consiste à déterminer les épaisseurs équivalentes de la chaussée à partir de la lecture des abaques appelés « abaques de dimensionnement des chaussées neuves » en connaissant :

- La nature du sol de plateforme (CBR de la plateforme) ;
- La nature et de la répartition du trafic (véhicules $>3T /j$) ;
- Les qualités des matériaux à utiliser dépendant de la conception.
- Les abaques ont été établis pour une durée de vie de 15 ans.

Pour une durée de vie différente de 15 ans, nous adapterons des coefficients correcteurs β applicable sur N , de même la méthode des épaisseurs est basée sur une augmentation annuelle du trafic de 10%. En cas d'hypothèse différente nous appliquerons sur N un coefficient correcteur α . Les tableaux suivants donnent les valeurs de ces coefficients α et β en fonction de la durée de vie et du taux d'accroissement respectivement.

Tableau 6: valeurs du coefficient β en fonction de la durée de vie

| Durée de vie(ans) | B |
|-------------------|------|
| 8 | 0.36 |
| 10 | 0.50 |
| 15 | 1.00 |
| 20 | 1.1 |

Tableau 7: valeur du coefficient correcteur α en fonction de l'accroissement annuel

| Accroissement annuel (%) | α |
|--------------------------|----------|
| 6 | 0.73 |
| 8 | 0.85 |
| 10 | 1 |
| 12 | 1.17 |
| 15 | 1.5 |

II.2.4. METHODE CEBTP

La méthode de dimensionnement de CEBTP à la quelle fait allusion ce travail requiert la connaissance du trafic, les matériaux à utiliser ainsi que les valeurs admissibles du sol pour garantir la stabilité structurelle. Elle est une méthode utilisant les abaques qui à partir du trafic, de la portance du sol support, détermine les épaisseurs des couches de fondation, de base et de revêtement en proposant les matériaux à employer. [19]

II.3. NECESSITE ET IMPORTANCE DE LA REHABILITATION [20]

II.3.1. Définition de la réhabilitation

Réhabiliter une chaussée, c'est sa remise en état pour qu'elle soit apte à écouler le niveau de service qui lui est destiné. C'est donc un rehaussement de l'aptitude au service d'une chaussée ancienne.

Comme dit précédemment dans le premier chapitre, selon les désordres observés comptes tenu de la durée de vie de la structure, une réhabilitation peut être l'une des opérations suivantes.

- **Rechargement ;**
- **Renforcement ;**
- **Reconstruction.**

II.3.2. Mode de fonctionnement d'une chaussée [20]

Au cours de sa vie, une chaussée est soumise à deux modes de sollicitation distincts : le Trafic et le Climat.

a. *Sous l'effet du trafic :*


Le corps de la chaussée subit des contraintes diverses, de compression, de cisaillement, de flexion et des efforts horizontaux ou tangentiels à la surface de la couche de roulement. Ces efforts sont dus aux freinages et à l'accélération des forces verticales ou à l'accrochage des pneumatiques.

b. *Sous l'effet du climat :*

Les variations de température, les périodes alternées de pluie et de sécheresse influent sur la chaussée par ramollissement et vieillissement des bitumes, chute de portance du sol support, érosion des accotements,

C'est grâce à l'action combinée de la solidité de son assise et de l'épaisseur de matériaux qui la constituent, puis de l'efficacité des systèmes d'Entretien, que la chaussée résiste à ses sollicitations extérieures.

Les désordres constatés dans une chaussée sont les signes visibles de l'inadaptation actuelle des matériaux des différentes couches, ou de l'épaisseur de ces couches par rapport au travail qu'ils ont effectué.



Nous notons généralement que la vie d'une chaussée bien dimensionnée comporte trois phases distinctes de comportement :

- *La Phase de consolidation*
- *La Phase de comportement élastique*
- *La Phase du fatigué*

II.7. Conclusion partielle

La chaussée est une structure plane et imperméable, conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet. Durant cette période, la route est soumise à une série d'agressions causées par les véhicules et les agents atmosphériques. Pour empêcher une détérioration irréversible de la chaussée, le maître d'ouvrage est conduit à faire effectuer une série d'opérations d'entretien et de renforcement dont l'importance est fonction de la technique adoptée, des conditions climatiques, du trafic, etc. Ces opérations peuvent constituer un souci permanent et des charges importantes pour la population locale. Et nous avons aussi présenter quelques méthodes qui sera utiliser pour la réhabilitation de notre tronçon.

CHAPITRE III. LES REHABILITATIONS

Cette partie de notre travail, traite de la réhabilitation proprement dite où nous allons présenter la réhabilitation structurelle de la chaussée et la réhabilitation des ouvrages d'assainissement, ainsi que quelque solution de la réhabilitation pour les chaussée et les ouvrages d'bannissement.

III.1. PREAMBULE

Réhabiliter une chaussée, c'est sa remise en état pour qu'elle soit apte à écouler le niveau de service qui lui est destiné. C'est donc un rehaussement de l'aptitude au service d'une chaussée ancienne.

Selon les désordres observés comptes tenu de la durée de vie de la structure, une réhabilitation peut être l'une des opérations suivantes : ***reconstruction, rechargement et renforcement***. [21]

- RECHARGEMENT : C'est une mise en place d'un tapis de revêtement sur l'ancienne chaussée revêtue, s'est-il- dire une mise en œuvre de nouvelle couche de roulement après réparation des dégradations.
- RENFORCEMENT : C'est une remise en état de la capacité structurelle d'une chaussée en ajoutant une nouvelle couche de base et une nouvelle couche de roulement après une réparation des petites dégradations ou scarification de la chaussée.

Hormis le rechargement et renforcement, il y a encore une autre opération qui est :

- La reconstruction, elle s'applique dans le cas où la dégradation est très avancée ou lorsqu'on a une destruction généralisée de l'ancienne chaussée accompagnée d'une faible capacité structurelle. Et comme dans notre cas la dégradation ne pas très avancée l'opération de reconstruction ne sera pas nécessaire.

III.1. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE A REHABILITER

III.1.1. DIMENSIONNEMENT DE RECONSTRUCTION [21]

Il y a deux méthodes de dimensionnement à considérer pour les reconstructions d'une chaussée.

III.1.1.1. LA METHODE LNTPB

Théoriquement, l'épaisseur équivalente est donnée par la relation :

$$e_{LNTPNB} = (e_{RRL} + 3e_{AL}) / 4$$

Avec :

e_{LNTPNB} : épaisseur équivalente obtenue par la méthode LNTPB ;

e_{RRL} : épaisseur équivalente obtenue par la méthode RRL

e_{AL} : épaisseur équivalente obtenue par la méthode de l'ASPHALT INSTITUTE

Mais très souvent employé, le calcul de l'épaisseur équivalente se fait comme suit : connaissant le CBR du sol support et la répartition du trafic (trafic corrigé), on lit la valeur de l'épaisseur sur un abaque appelé : abaque de dimensionnement des chaussées neuves.

Les divers paramètres intervenants dans cette méthode sont :

III-1-1 Trafic

- Nombre de PL de PTC > 2T (N ou N')
- Nombre de véhicules total/jour dans les deux sens ;
- Force portante du sol de la plate-forme.

a. Données du trafic

1. **Trafic du passé** : Le trafic moyen journalier annuel déduit de la campagne de comptage est de 300 véhicules par jour, avec 8% de camions $PL \geq 1.5t$, soit 24 camions.

2. Le trafic à l'année de mise en service de la route :

Pour connaître le trafic à l'année de mise en service, nous allons appliquer la projection.

$$N = T \times n \times A \times i + T$$

Avec :

N : Nombre du poids lourds ;

T : Trafic moyen journalier du poids lourds ;

n : Durée de service en année ;

A : Coefficient d'agressivité du poids lourds ;

i : Taux d'accroissement.

AN : T=24PL/j ; n=6 ans ; A= 0.61 ; i=6%

$$N = 24 * 5 * 0.61 * 0.06 + 24 = 31.9$$

Soit N=32 PL/j avec 8% TMJ qui est égale à 300 véhicules/jours.

5. **le trafic futur** : Le trafic futur ou le trafic cumulé se détermine à partir de la formule précédente.

$$N = K \times T \times A \times n \times C$$

Avec :

k =0.75 coefficient de répartition transversale pour les deux voies ;

C: Facteur de cumul

$$C = 365 \times \frac{[(1 + i)n - 1]}{n \times i}$$

$$AN : C = 365 \times [(1+0.06)^{15}-1] / (15 \times 0.06) = 566$$

$$\text{Donc } N = 0.75 * 32 * 0.61 * 15 * 566 = 122097.6 \text{ ESE}$$

Trafic cumulé corrigé N'

$$N' = a \times \beta \times N$$

Avec :

= 0.73 Facteur de correction pour taux d'accroissement de 6%

= 1 Coefficient de correcteur pour une durée de vie de 15 ans

AN:

$$N' = 0.73 * 1 * 122097.6 = 89131.25 \text{ ESE}$$

En désignant par $P = N/N'$

- Si $P < 30\%$: le trafic est de classe TN ;
- Si $P > 30\%$: le trafic : est de classe TL

Donc, nous pouvons dire d'après les abaques que

- $N' = 89131.25$ ESE. Se trouve dans la classe du trafic Ti d'après le classement du CEBTP car $N' < 5 * 10^5$;
- D'après le classement LNTPB, c'est un trafic normal (TN) car le pourcentage des poids lourds est $< 30\%$.

En Connaissant le CBR de plateforme, le trafic N' et la répartition des véhicules (trafic normal « TN »), nous allons donc utiliser l'abaque LNTPB « TN » pour obtenir l'épaisseur équivalente selon les valeurs du CBR :

Tableau 8: valeurs des épaisseurs équivalentes en fonction du CBR

| CBR | Épaisseur équivalente (cm) |
|-----|----------------------------|
| 3 | 42 |
| 10 | 27 |
| 24 | 21 |

Détermination des épaisseurs réelles de chaque couche

III-2- Méthode LCPC [22]

Le dimensionnement des chaussées est déterminé par un calcul à la fatigue, en nombre d'essieux standards de 13T. Elle est basée sur :

- La durée de service ;
- Le taux de croissance ;
- L'agressivité moyenne.

III-2-1 Trafic

Faute des données, on va effectuer l'étude de trafic comme suit :

a. Trafic à la mise en service t

C'est le trafic poids lourds à la mise en service, qui gouverne les choix sur la qualité des matériaux de surface et d'assise (trafic journalier). Le trafic journalier pris en compte est la Moyenne Journalière Annuelle ou MJA des poids lourds par sens de circulation.

L'unité utilisée est le nombre de poids lourds de charge utile (CU) supérieure à 5T par jours et par sens de circulation. Le MJA est classé dans le tableau ci-après.

Dans notre cas, le trafic prévu est caractérisé par un nombre total de PL de poids total chargé $PTC > 2,5T$.

Soit : $t' = 342PL/j/sens$ [Poids lourds $> 2,5T$]

Or la classification de trafic avec la méthode LCPC ne prend en compte que les Véhicules de $PTC > 5T$.

Alors on va devoir multiplier t' par un coefficient k pour avoir la valeur définitive de t .

Et d'après le tableau en annexe, on a $k = 0,8$.

D'où :

$$t = 0,8 \times 342$$

Soit :

$$t = 274PL.$$

La classification du trafic MJA est présentée dans le tableau ci-après :

III.3-DIMENSIONNEMENT DE RECHARGEMENT [21]

Le rechargement s'applique aux chaussées qui sans nécessiter de renforcement, présentent cependant une déflexion légèrement trop élevée pour assurer la tenue d'une simple couche de roulement.

En général, il n'y a pas de dimensionnement de rechargement et on se contente des épaisseurs minimales de mise en œuvre des différents matériaux. Elles sont prises donc à :

- 3 ou 4cm pour l'EDC ;
- 3 ou 4cm pour BBM ;
- 5cm pour BBSG ;
- 6cm pour BBME.

Et puisqu'on a de trafic de classe t2+ alors on va adopter le rechargement en BBME de 6cm, pour uniformiser la structure de la chaussée.

III.3.1. Détermination de la classe du trafic des véhicules par jour [23]

La classe de trafic des véhicules par jour selon la méthode du CEBTP présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9: la classe du trafic exprimé en fonction de véhicule par jours

| Classes de trafic | Nombres des véhicules par jour |
|-------------------|--------------------------------|
| T1 | 100 - 300 |
| T2 | 300 - 1000 |
| T3 | 1000 - 3000 |
| T4 | 3000 - 6000 |
| T5 | 6000 - 1200 |

Pour notre cas la classe de trafic est de la classe T2 avec une circulation de 300 à 1000 véhicules par jour. Et le T2 inclut des routes à faibles trafics pour lesquelles le bitumage a cependant été décidé pour des raisons qui peuvent être indépendantes de critère purement économiques.

III.3.2 Détermination du trafic cumulé des poids lourds

La détermination du trafic cumulé a été fonction du trafic journalier de l'année $n(T_n)$, du taux d'accroissement annuel du trafic ainsi que de la durée de vie. Nous retrouvons les valeurs de T , r et n dans le tableau 10 du chapitre trois.

Tableau 10: paramètre essentiel pour la détermination des couches de la chaussée

| | | |
|------------|-----------|-----------|
| T | R | N |
| 345 | 7% | 15 |

Le tableau 10 du chapitre trois reprend les différentes hypothèses qui interviennent dans le dimensionnement de la chaussée.

Pour le cas de cette étude, il sera question de recourir aux essais CBR effectués au laboratoire de l'office de routes/Goma et qui révèlent que le CBR en ville de GOMA est compris entre 15 et 30 après quatre jours d'imbibition [24]. Ceci a permis de situer la plate-forme du projet dans la classe de S4 sur le guide CEBTP.

Tableau 11: classification selon le CBR [23]

| CBR | CLASSE DU SOL |
|--------------------|----------------------|
| ≤ 5 | S1 |
| $5 < CBR \leq 10$ | S2 |
| $10 < CBR \leq 15$ | S3 |
| $15 < CBR \leq 30$ | S4 |
| $CBR > 30$ | S5 |

Pour déterminer la composition du trafic en charges diverses et en nombres de répétitions présents et futurs, il est nécessaire d'effectuer des enquêtes de la circulation telles que les comptages automatiques ou périodiques, des études origine-destination et des enquêtes sur la composition et le poids des véhicules. Plusieurs modèles permettent d'évaluer le trafic cumulé. Les deux modèles les plus connus sont le modèle linéaire et le modèle exponentiel. Ainsi le modèle qui approche le plus l'évolution du volume de la circulation reste le modèle exponentiel.

Le modèle exponentiel est donné par la formule ci-dessous :

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

Avec :

T : trafic journalier moyen (TJM) en poids lourds de l'année en cours ;

i : taux de croissance annuel du trafic exprimé en pourcentage ;

n : la durée de vie escomptée ;

A : coefficient d'agressivité de la chaussée, il est obtenu par la relation du trafic. La valeur du coefficient d'agressivité est définie dans le tableau ci-dessous :

Le CAM est donné par le *Tableau 12 au chapitre III* :

Tableau 12: valeur du facteur d'agressivité en fonction de la classe de trafic

| Classe de trafic | Facteur d'agressivité |
|------------------|-----------------------|
| T1 | 0.8 |
| T2 | 0.7 |
| T3 | 0.5 |
| T4 | 0.4 |
| T5 | 0.3 |

Pour le classe de trafic T2 qui est notre cas, la valeur de facteur d'agressivité est de 0.7.

En remplaçant les données de la relation précédente par de valeur numériques, nous obtenons :

$$N = 365 \times 0.7 \times 32 \times \frac{(1+0.08)^{15} - 1}{0.08} = 221995.6845$$

III.3.3. Détermination du trafic a la mise en service [24]

La relation ci-dessous donne la formule permettant de déterminer le trafic a la mise en service :

$$T_n = T_1(1+i)$$

Avec :

i : le taux de croissance du trafic exprimé en pourcentage

$$T_n = 150 \times (1+0.07) = 160.5$$

III.3.4. Détermination du facteur du cumul C

Le facteur du cumul est défini par la relation ci-dessous :

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

$$C = 365 \times \frac{(1+0.08)^{15} - 1}{0.08 \times 15} = 377.66$$

III.4.5. Détermination du trafic équivalent (NE) [19]

Le trafic équivalent est défini par la relation ci-dessous :

$$NE = T \times A \times n \times C$$

Avec :

NE : le trafic équivalent ;

A : le coefficient d'agressivité moyen des PL ;

C : le facteur cumul ;

n : le nombre d'année ;

T : le trafic de l'année de mise en service.

$$NE = 160.5 \times 0.08 \times 611.47 \times 15 = 117769.122 = 1.2 \times 10^5$$

Étant donné que la largeur de notre chaussée qui est de 6m, alors $N' = 0.75N$, nous avons donc la classe du trafic qui est $N' = 88327$ qui est égale à 8×10^4

Cependant, Le résultat trouvé montre que notre route a une plateforme S4 et un trafic T2. Compte tenu de ce résultat, les épaisseurs des différentes couches constitutives de notre chaussée en étude seront données en annexe. Avec les abaques de la méthode CEBTP, nous adoptons les valeurs suivantes pour les différentes couches de la chaussée avec les matériaux correspondant.

Tableau 13: représente les épaisseurs et constitution en couche de la chaussée en étude

| COUCHE | EPAISSEUR | MATERIAUX |
|-----------|-----------|---------------------|
| FONDATION | 20cm | Scories volcaniques |
| BASE | 15cm | Grave bitume |
| ROULEMENT | 5cm | Béton bitumineux |

III.4.4. DIMENSIONNEMENT POUR LA RECONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE COUCHE DE LA CHAUSSEE

Ce sont les travaux de la mise en œuvre de la nouvelle couche de fondation, d'une nouvelle couche de base et d'une nouvelle couche de roulement.

➤ Méthode LNTPB

CBR_{4j} du sol support = 15 ;

$N = 32 \text{ PL}/j/2$ sens

L'abaque LNTPB du trafic lourd nous donne l'épaisseur équivalente, $e_{eqLNTPB} = 30 \text{ cm}$

Nous avons :

Ainsi,

$$e_{eqLNTPB} = a_r \times h_r + a_b \times h_b + a_f \times h_f$$

Avec :

a_f : coefficient d'équivalence pour une couche de fondation en **ms**.

h_f : épaisseur de la couche de fondation en **cm**.

Donc, nous avons :

D'après le tableau de coefficient d'équivalence de matériaux, nous avons les valeurs suivantes :

$$\mathbf{a_r=1 ; a_b=1 ; a_f=0.7}$$

D'après le tableau des épaisseurs minimales, nous avons les valeurs suivantes :

$$\mathbf{h_r=3cm ; h_b=15cm}$$

$$\mathbf{AN : h_f= 30-1 \times 3-1 \times 15/0.7 = 17.50 \text{ cm}}$$

➤ METHODE DE CEBTP

Nous proposons cette méthode en se basant sur la classe du trafic et la portance du sol de support.

Tableau 14: classification de trafic

| Classe | Trafic cumule N |
|--------|---------------------|
| T1 | $\leq 5.10^5$ |
| T2 | $5.10^5 - 1.5.10^6$ |
| T3 | $1.5.10^6 - 4.10^6$ |
| T4 | $4.10^6 - 10^7$ |
| T5 | $10^7 - 2.10^7$ |

Source : ouvrage CEBTP

Tableau 15: classification de la portance du sol

| classe du sol | CBR |
|---------------|-------|
| S1 | <5 |
| S2 | 5 10 |
| S3 | 10 15 |
| S4 | 15 30 |
| S5 | > 30 |

Source : ouvrage CEBTP

D'après l'étude du trafic :

$$N' = 1.39 \times 10^5 < 5 \times 10^5 ;$$

$$CBR \geq 10$$

Nous avons la classe du trafic T2 et la classe du sol S3

Tableau 16: épaisseur de corps de la chaussée par la méthode CEBTP

| Trafic T1 - T2 | S1 | | S2 | | S3 | | S4 | | S5 | |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T1 | T2 | T1 | T2 | T1 | T2 | T1 | T2 | T1 | T2 |
| Revêtement | BC ou 3 ^E | 4E ou TC | BC ou 3E | 4E ou TC | BC ou E | 4E ou TC | BC ou 3E | 4E ou 3C | BC ou 3E | 4E ou TC |
| B : Graveleux latéritique naturel | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| F : Graveleux latéritique naturel | 45 | 45 | 35 | 35 | 25 | 30 | 15 | 20 | 0 | 0 |

Source : ouvrage CEBTP

D'après le tableau des épaisseurs des corps de chaussée, nous avons la structure suivante :

Tableau 17: Récapitulation

| | Méthode LNTPB | Méthode CEBTP |
|---------------------|---------------------------|---------------|
| Couche de roulement | 3 cm de BBM 2 cm d'ESB | 5 cm de BBM |
| Couche de base | 15cm de GCNT 0/315 | 14 cm de GCNT |
| Couche de fondation | 20 cm de ms | 25 cm de ms |

Conclusion : nous avons utilisés les résultats de la méthode LNTPB pour la réalisation de la couche de fondation.

III.4.5. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

III.5.1 Les fossés [25]

Une route, qu'elle soit en remblais ou en déblais, subit des risques graves d'érosion dus aux eaux de ruissellement. Les fossés latéraux sont généralement de dimension transversale limitée (on ne dépasse pas en général une profondeur de **0.60m** pour des problèmes de sécurité).

On distingue en général deux types de fossés :

- Les fossés extérieurs destinés à collecter principalement les eaux provenant des impluviums extérieurs ;
- Les fossés latéraux situés des deux côtés, ou d'un seul côté de la route destinés à collecter principalement les eaux de la plate-forme routière et des zones attenantes (talus, bande d'arrêt, etc.).

Les dispositions sont très spécifiques suivant la topographie, dans le cadre de ce travail, les fossés extérieurs ne seront pas mis en œuvre. Donc, nous allons nous concentrer sur les fossés latéraux.

Les fossés peuvent être :

- Triangulaires, qui fait l'objet de ce travail, est confectionnés au grader. C'est le plus communément rencontré. Les pentes des talus sont en général 1/2 et 2/1 ou bien 2/3 et 3/2 ;
- Rectangulaires, confectionnés par exemple à la niveleuse, à la pelle mécanique ou au ripper en terrain très cohésif ou rocheux ;
- Trapézoïdaux, confectionnés par exemple à la niveleuse ou à la pelle mécanique en terrain très cohésif ou rocheux. Les pentes de talus peuvent être 1/2 ou 1/1 ou 3/2 suivant la stabilité des talus voire plus raides en terrain rocheux.

Les dimensions peuvent être très variables, notamment pour les fossés extérieurs qui peuvent être amenés à véhiculer des débits importants. Pour les fossés latéraux, on ne dépasse pas en général une profondeur de 0,60 m pour des problèmes de sécurité à moins que des dispositifs spéciaux (glissières...) ne soient mis en place. La *Figure 7 au chapitre 3* illustre respectivement le fossé triangulaire à 1/2 et le fossé triangulaire à 2/3.

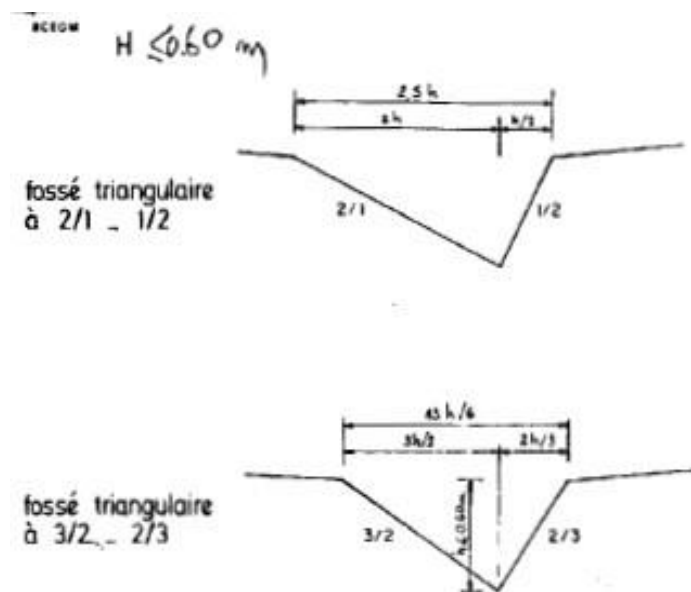


Figure 7:schema d'un fossé triangulaire [25]

Pour éviter les débordements de l'eau quand les débits dépassent la capacité des fossés intéressés ou bien pour que les vitesses d'écoulement dans les fossés n'atteignent pas les limites d'affouillement, les fossés latéraux doivent comporter des ouvrages de décharges en nombre suffisant.

III.5.2 Calculs des fossés latéraux

a. Capacité des fossés latéraux

Les débits des fossés latéraux sont donnés par la formule de MANNING STRICKER :

$$V = KR^{\frac{2}{3}}i^{\frac{1}{2}}$$

Avec :

- Q = débit en m^3/s ;
- V = vitesse en m/s ;
- K = coefficient de rugosité de MANNING ;
- R = rayon hydraulique en m ;
- i = pente longitudinale.

D'où :

$$Q = VSKR^{\frac{2}{3}}i^{\frac{1}{2}}$$

On prendra pour le coefficient de rugosité K les valeurs suivantes :

- Fossés en terre $K= 33$;
- Fossés en rocheux $K= 25$;
- Fossés en béton $K= 67$.

Etant donné que le fossé au quel ce travail s'intéresse est en béton, la valeur retenue pour le coefficient K est de 67.

Pour une pente donnée, la vitesse d'écoulement croit avec la hauteur d'eau dans le fossé. Pour un type de terrain meuble donné et une pente longitudinale donnée, il y a donc une capacité limite qu'il ne faut pas dépasser : il y a lieu alors, soit de changer de type de fossé, soit de l'interrompre et envoyer l'eau vers un émissaire naturel au moyen d'un ouvrage de décharge (ouvrage divergent ou ouvrage sous-chaussée par exemple) si le tronçon n'est pas trop en déblais.

Pour les zones rocheuses et dans le cas des fossés bétonnés, les affouillaiement ne sont pas à craindre. Néanmoins, les vitesses supérieures à 3.5 m/s sont à déconseiller à cause des débordements dès qu'il y a un obstacle éventuel dans le fossé (rochers, branchages, etc.). Ces vitesses fixent par conséquent une capacité maximale pour les fossés revêtus ou non revêtus, débit à ne pas dépasser pour une pente longitudinale donnée.

La surface mouillée S et le rayon hydraulique R étant fonction de la hauteur d'eau h , on peut les éliminer de la formule de MANNING, ce qui permet de calculer la capacité limite des fossés triangulaires en fonction des paramètres V et i qui sont fixés.

Pour les fossés de talus 2/1, 1/2 on a :

La hauteur de l'eau : $h = 0,30\text{m}$;

Hauteur total $H = h + 0,1 = 0,40\text{m}$;

La surface mouillée est obtenue par la formule :

$$S = \frac{5h^2}{4}$$

Rayon hydraulique est donné par :

$$R = \frac{h\sqrt{5}}{6} = \left(\frac{V}{K\sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

D'où :

$$Q = SV = \frac{9V^2}{K^3 i^{\frac{3}{2}}}$$

Pour les fossés de talus 3/2, 2/3 on a :

$$R = \frac{h\sqrt{13}}{10} = \left(\frac{V}{K\sqrt{i}}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$S = \frac{13h^2}{12}$$

D'où :

$$Q = SV = \frac{50}{6} \frac{9V^2}{K^3 i^{\frac{3}{2}}}$$

Nous avons vu que dans le cas des fossés revêtus, la vitesse ne doit pas dépasser $V_{\max}=3,5\text{m/s}$. cette condition entraine donc que les fossés triangulaires revêtues ont les capacités maximales présentées dans le **Tableau 18 de chapitre 3** en fonction de la pente i .

Tableau 18 Capacité max en (l/s) des fossés triangulaires revêtues pour (h=0,60m) [23]:

| Talus \ Pente % | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 |
|-----------------|------------|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 2/1, 1/2 | <u>785</u> | <u>1 110</u> | <u>1 571</u> | 864 | 561 | 402 | 306 | 198 | 142 |
| 3/2, 2/3 | <u>666</u> | <u>942</u> | <u>1 332</u> | 800 | 520 | 372 | 283 | 184 | 131 |

Les chiffres soulignés correspondent aux fossés entièrement remplis. [23].

III.6. SOLUTION DE LA REHABILITATION

Partant de recherche effectué et des efforts fournis au cours de ce travail, nous proposons quelques pistes des solutions pour les réhabilitations de la chaussée et des ouvrages d'assainissements.

III.6.1. SOLUTION DE REHABILITATION DE LA CHAUSSEE

En général, les solutions apportées pour la remise en état la chaussée sont les suivantes :

- Pour l'usure de la couche de roulement, il faut le nouveau revêtement en enduit superficiel ou tapis en enrobes denses ;
- Dimensionnement et reconstruction des accotements, car les accotements de l'actuelle chaussée ont été sous dimensionnée ;
- Vue à quoi la route doit servir, la largeur de chaussée actuelle demeure acceptable, mais une augmentation d'un mètre pour une circulation facile serait envisageable avec le temps ;
- Un entretien de route d'au moins une fois par semaine serait aussi nécessaire pour la durabilité de cette chaussée, car nous avons remarqués une négligence d'entretien pour ce tronçon ;
- Pour éviter la stagnation d'eau sur la chaussée pendant la saison de la pluie, qui avec le temps fini par créer le nid de poule, d'où les ouvrages d'assainissement doivent être bien dimensionnés pour éviter la stagnation d'eau sur la chaussée.
- Le travail de rechargement, de renforcement et de reconstruction seront nécessaires pour ce tronçon...

III.6.2. SOLUTION DE REHABILITATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

En général, les solutions apportées pour la remise en état des ouvrages d'assainissements sont :

III-2-1 Pour les fossés

- Curage des fossés en terre ou bétonnés existants ;
- Création des fossés en terre ou maçonnés ;
- Revêtement des fossés existants surtout pour les tronçons à grande pente pour éviter l'affouillement.

III-2-2 Pour les buses

- Curage des ouvrages de tête ;
- Mise en place d'encrochement en aval de l'ouvrage ;
- Remplacement ou création des buses ;
- Curage des ouvrages.

III-2-3 Pour les dalots

- Reconstruction des ouvrages ;
- Mise en place d'envrochement en aval de l'ouvrage pour les affouillements ;
- Curage des ouvrages.

Comme nous avons souligné dans le chapitre précédent, il y a une forte insuffisance des ouvrages d'assainissement sur notre route. Donc comme il s'agit de la réhabilitation de ce tronçon, nous devons apporter des pistes des solutions pour le bon fonctionnement de cette route.

Les pistes de solutions que nous avons apportées pour le cas des ouvrages d'assainissement après la réalisation de ce travail sont les suivantes :

- Le redimensionnement des ouvrages existants qui ont été mal conçu et qui ne respecte aucune norme ;
- L'entretien régulière des ouvrages d'assainissement qui sont abandonnés à leurs sort après leurs réalisations ;
- Vue la dimension de notre fossé, on sera obligé d'augmenter la section de notre fossé, et on doit aussi agrandir notre exutoire.

Mais, vue l'insuffisance des ouvrages d'assainissement actuel, nous observons les stagnations perpétuelle d'eau au niveau de AFIA BORA qui avec le temps créer des déchets et de boues qui bouchent les ouvrages d'assainissement au niveau de ce dernier.

Donc, pour pallier à ce problème au niveau de AFIA BORA, la conception des nouveaux ouvrages d'assainissements sur notre tronçon sera nécessaire et la réhabilitation des ouvrages existants aussi sera obligatoire. Et à part ça, ce qui serait encore plus important, c'est l'entretien de ces ouvrages, il ne suffit pas seulement de construire des ouvrages, mais de l'entretenir. Malheureusement, lors de descente effectué sur le terrain, nous avons remarqués le manque total de l'entretien des ouvrages d'assainissement sur notre tronçon d'étude.



Figure 8: Représentation des dégradations au niveau de AFIA BORA dues en l'insuffisance des ouvrages d'assainissement sur notre tronçon.

Conclusion partielle

Ainsi s'achève la partie réservée à la réhabilitation où elle nous a permis de voir que l'étude technique d'un projet routier est la base de toute la mise en œuvre. La conception d'une route dépend de plusieurs paramètres mais le plus important, c'est de connaître les dimensions de différentes couches à mettre en œuvre et surtout l'assainissement car l'eau est la première ennemie de la construction. La route est soumise à une série d'agressions causées par les véhicules et les agents atmosphériques. Pour empêcher une détérioration irréversible de la chaussée, le maître d'ouvrage est conduit à faire effectuer une série d'opérations d'entretien et de renforcement dont l'importance est fonction de la technique adoptée, des conditions climatiques, du trafic, etc.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail de fin de cycle rentre dans les exigences académiques pour la complétude de notre formation à la Faculté des Sciences et Technologies Appliquées à l'Université Libre des Pays des Grands Lacs –ULPGL) Goma. Notre attention a été capté sur « Les critiques et la réhabilitation du tronçon routier d'1 Km MUTINGA-AFIA BORA » dans la période allant du 28 janvier 2020 au 31 décembre 2022 dans la ville de Goma.

L'objectif global poursuivi par notre recherche est de maintenir intact et propre le tronçon routier d'1km MUTINGA – AFIA BORA à la circulation des personnes et des biens. Les objectifs spécifiques y afférents sont ainsi déterminer : Réduire les accidents de circulation sur ce tronçon routier et Rendre fluide et perméable la circulation de la population utilisatrice de tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA de vaquer à ses activités en toute sécurité.

Il sied de noter que la route est un reflet du dynamisme d'un pays, de son pouvoir et de sa capacité à s'organiser. L'avenir de notre pays passe par notre capacité de réhabiliter et d'innover notre réseau routier. Les dégradations que se soient au niveau de la chaussée ou au niveau des accessoires sont dues à l'insuffisance ou même à l'absence des entretiens. Cette négligence aggrave vite l'état de dégradation qui, par la suite occasionne un coût très élevé pour la réhabilitation.

Notre problématique oscille autour de souci d'apporter des solutions à long terme et d'avoir des routes communales et urbaines revêtues, praticables dans la durée et une circulation efficace et efficiente des usagers sur le tronçon d'1 Kilomètre MUTINGA – AFIA BORA. Les questions principale et spécifiques de recherche assorties de cette problématique sont :

Pourquoi la réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA s'avère impérieuse à ce moment ?

- De quelle façon faudra-t-il réhabiliter le tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA ?
- Que faudra-t-il faire pour la maintenance de tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA en dépit de volume de trafic journalier ?

Les hypothèses de notre recherche sont : Les causes ou les raisons qui militeraient à la

réhabilitation du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA seraient l'étroitesse de la chaussée (sur largeur de la route), le manque de respect des normes de l'art architectural de la construction des routes, l'absence des ouvrages de drainage et d'assainissement, le manque de l'esthétique et de la beauté des ouvrages, les dégradations de surface, etc.

La réhabilitation de tronçons routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA passerait par redimensionnement selon les normes routières, d'une part et par le retraçage des bandes de maintenance du confort et de la sécurité pour les usagers routiers (les piétons, les automobilistes, les motocyclistes, les charretiers, etc.), par l'implantation des ouvrages de drainage et d'assainissement, d'autre part, seraient des solutions durables pour ce phénomène observé.

Ce qu'il faudrait faire pour la maintenance du tronçon routier d'1 km MUTINGA – AFIA BORA serait de mettre en place des séparateurs entre les bandes aller et retour, l'entretien et le nettoyage régulier, le placage des panneaux de signalisation, le marquage des arrêts des bus, taxis, ...

Les approches méthodologiques utilisées pour aboutir aux résultats sont : CEBTP et LNTPB et les dimensionnements de fossés. L'étude du trafic effectué nous a permis de déterminer la classe du trafic, associé au CBR de la plate-forme nous a conduit à la détermination de la classe du sol.

Les résultats saillants auxquels nous sommes aboutis sont :

- 1) Au niveau de la réhabilitation de tronçons routier d'1 Km MUTINGA – AFIA BORA
 - Le redimensionnement de la chaussée à réhabiliter ;
 - La détermination des épaisseurs réelles de chaque couche ;
 - La détermination du trafic à la mise en service ;
 - Le dimensionnement des ouvrages d'assainissement : les fossés et les fossés latéraux.
- 2) Au niveau des ouvrages d'assainissement et drainage de tronçons routier d'1 Km MUTINGA – AFIA BORA
 - L'implantation des fossés ;
 - L'implantation des buses

- L'implantation des dalots.
- 3) Au niveau de la conduite à tenir sur le tronçons routier d'1 Km MUTINGA – AFIA BORA
- Le tronçon routier d'1 Km MUTINGA – AFIA BORA a besoin d'un nouveau revêtement en enduit superficiel ou d'un tapis en enrobes denses ;
- Le dimensionnement et la reconstruction des accotements ;
- L'ajout d'un mètre sur la largeur de la chaussée actuelle pour rendre fluide la circulation des engins automoteurs et le dépassement aisé des conducteurs des véhicules ;
- La maintenance de l'assainissement, de l'entretien et de nettoyage régulier au moins une fois par semaine.

Nous ne pouvons pas clôturer cette dissertation sans formuler certaines recommandations aux :

- **Autorités politico-administratives principalement à l'OVD**
- ✓ Être regardant lors de l'élaboration des projets de construction et de réhabilitation des routes d'intérêt communal et urbain.
- ✓ Être méticuleux lors des évaluations des projets avant, pendant et après la mise en œuvre des travaux de construction et de réhabilitation des routes.
- ✓ Renforcer les équipes des experts des constructions des routes pour inspecter l'exécution des travaux dans toutes les lignes.
- ✓ Mettre en place les équipes d'assainissement pour le curage des caniveaux et des collecteurs afin d'éviter les encombrements et les stagnations des eaux usées susceptibles d'entamer et d'endommager la chaussée.
- ✓ Veiller à l'application des normes de construction des routes et maintenir les standards requis.
- **Maitres d'œuvre**
- ✓ Appliquer les normes et les standards lors de l'élaboration des projets à soumettre en y intégrant tous les paramètres : atmosphérique, climatique, géométrique, structurale, technique, environnementale, artistique, esthétique, ...
- **Institutions d'enseignement supérieur et universitaire**
- ✓ Relayer les recommandations formulées par les étudiants auprès de décideurs politiques.

- ✓ Conduire les plaidoyers pour exiger l'implication des scientifiques lors des examens des adjudications, d'une part et lors des évaluations de mise en œuvre des projets routiers, d'autre part.
- ✓ Organiser des séminaires réguliers de remise à niveau avec les entreprises des constructions routières et de génie civil pour rappeler les normes et les standards d'exécution des travaux publics.

Nous encourageons tout celui qui veut travailler dans notre domaine de recherche à consolider, à affiner et à améliorer ce chantier scientifique, technique et artistique que nous venons d'ouvrir.

C'est aussi un projet qui s'ouvre pour la réhabilitation de tronçon routier d'1 Kilomètre MUTINGA – AFIA BORA.

Toutefois, la science étant universelle et impersonnelle, les approches méthodologiques que nous nous sommes servies, les résultats auxquels nous sommes aboutis, les recommandations formulées, peuvent être exploités et utilisés à toute fin utile à tous les échelons de la communauté nationale, provinciale, locale et universitaire.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SAMBOURUMBE, Dimensionnement mecanique-empirique des structures de chaussée:application au troncon seo-diourbel, Dakar: université Cheikh Anta Diop, 2005-2006.
- [2] m. d. infrastructures, «situation des infrastructures en rdc,» en ligne, 26 juin 2020. [En ligne]. Available: <http://www.celluleinfra.org/index.php/le-ministere/situation-des-infranstrures-en-rdc..> [Accès le 12 Octobre 2022].
- [3] A.C.Christian, etude comparative des chaussé souples et pavés en pierre volcanique, Goma: ulpgl, 2017-2018.
- [4] OVD, *Role des infrastructures routieres dans l'i,ntegration economique et territoriale*, Goma, 2008.
- [5] C. B. CHERIF, *Cours des routes*, Goma: ulpgl, 2020.
- [6] SETRA, *Recommandation technique pour la conception generale de la route.amenagemet des routes principales*, guide technique: SETRA, 1994.
- [7] H.BRUNEL, *Cours de route inedit*, Orleans: université d'orleans, 2007-2008.
- [8] SETRA, *Amenagement des routes principales recommandations pour la conception et la geometrie de la route*, 1994.
- [9] C. beton, *voiries et aménagement urbains en beton : conception et dimensionnement*, 2019.
- [10] I. GABRIEL, *Cours de routes inedit G3*, Goma: ULPGL, 2022.
- [11] M. D. PRO, «demarches a respecter lors de la rehabilitation d'une chaussée,» *construction routiere*.
- [12] B. DOCUMENTAIRE, «Rehabilitation rotiere,» *ressources documentaire*, n° %1G2680, 2005.

- [13] P. TREVET, *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux* CEBTP, 1980.
- [14] J. BERTRIER, *Projet et construction de routes.*
- [15] sertra, *services d'études techniques des routes et autoroutes, Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*, 2006.
- [16] R. HANANE et K. FATIMA, *Etude de modernisation, rehabilitation et de l'impact sur l'environnement de la RN 02 SUR 3KM*, algerie: Université Aboubek Belkaid, 2013.
- [17] R. MARTIN, *cours d'hydraulique routiere*, BTP, 2012.
- [18] LNTBP, *dimensionnement de chaussée neuves*, MADAGASCAR, 1973.
- [19] K. GABRIEL, *COURS DE ROUTE*, GOMA: ULPGL, 2021-2022.
- [20] RAZAFIMAHATRATRA, *Rehabilitation de la route nationale secondaire*, Antananarivo: université d'antananarivo, 2013.
- [21] A. E. Michel, *L'AMENAGEMENT ET LA REHABILITATION ROUTIER A MADAGASCAR*, MADAGASCAR: Mémoire de fin d'études, 2009.
- [22] L. Sétra, *Catalogue des structures, types des chaussées neuves.*, 1999.
- [23] G. J. e. M. Lambert, *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*, 1980.
- [24] K.H. Bruno, *conception et dimensionnement d'une route en pavé sise tronçon college Mwanga- boulevard enock Nyamwisi Muvungi*, GOMA: tfc ulpgl, 2020.
- [25] N. TUU, B. LEMONE et P. J., *Routes et hydraulique*, 1979.



ANNEXES

ANNEXE 1 : DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

1. METHODE LNTPB

Tableau n°1 : Coefficient correcteur α

| Taux de croissance annuel du trafic [%] | Coefficient correcteur α |
|---|---------------------------------|
| 6 | 0,73 |
| 8 | 0,83 |
| 10 | 1,00 |
| 12 | 1,17 |
| 15 | 1,50 |

Source : Cours de route

Tableau n°2 : Coefficient correcteur β

| Durée de service (ans) | Coefficient correcteur β |
|------------------------|--------------------------------|
| 8 | 0,36 |
| 10 | 0,50 |
| 15 | 1,00 |
| 20 | 1,8 |

Source : Cours de route

Tableau n°3 : Valeurs du module d'élasticité et du coefficient d'équivalence

| Couche | Nature de la couche | Module d'élasticité « E » (MPa) | Coefficient D'équivalence « a » |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Couche de revêtement | Enduit superficielle | 2500 | 1 |
| | Enrobé mince | | 1 |
| | Enrobé épaisse | | 2 |
| Couche de base | Grave bitume | 500-1500 | 2 |
| | Sol chaux | | 1,5 |
| | Sol bitumé | | 1,5 |
| | GCNT | | 1 |
| | TV | | 0,8 à 0,9 |
| Couche de fondation | ≥ 40 | 200 | 0,75 |
| | $\frac{< CBR}{CBR} < 40$ | 150-200 | 0,7 |
| | 30 $20 < CBR < 30$ | 100-150 | 0,6 |
| Couche de forme | 15 | 75-100 | 0,5 |
| | < 10 $< CBR < 20$ CBR | 50 | 0,4 |

Source : Cours de route

Tableau n°4 : Épaisseur minimales de CR et CB

| Couche | Trafic Lourd « TL » | CBR de la CF | Épaisseur minimal [cm] | Observation |
|-----------|------------------------|-------------------|---------------------------|--|
| Roulement | 10-20 50 | | 1 | Monocouche Bicouche Enrobé dense |
| | | | 2 | |
| | | | 3 | |
| Base | 10 | 20 à 30 \geq 30 | 15 | |
| | | | 12 | |
| | 10-20 | 20 à 30 \geq 30 | 20 | |
| | | | 15 | |
| | 50 | 20 à 30 \geq 30 | 25 | |
| | | | 20 | |

Source : Cours de route

2. METHODE LCPC

Tableau n°5 : valeur de K en fonction du résultat du comptage de trafic

| Type de résultats obtenus | Valeurs de k | |
|--|--------------|------|
| Nombre de PL de CU > 5t (par jour et par sens) | 1 | |
| Nombre d'essieux de charge > 9t (par jour et par sens) | 1 | |
| Nombre de poids lourds de poids total autorisé > 3,5t (par jour et par sens) | 0.8 | |
| Nombre total des véhicules (par jour et par sens) | >1000 | 0.10 |
| | 500-1000 | 0.07 |
| | < 500 | 0.05 |

Source : cours de route**Tableau n°6** : valeur du facteur de cumul C

| Durée de service (ans) Taux de croissance annuelle (%) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|--|-----|-----|------|------|------|
| | 0 | 1.5 | 3.5 | 5.2 | 7.2 |
| 4 | 2.0 | 4.4 | 7.3 | 10.9 | 15.2 |
| 7 | 2.1 | 5.0 | 9.2 | 15.0 | 23.1 |
| 10 | 2.3 | 5.8 | 11.6 | 20.9 | 35.9 |

Source : cours de route

Tableau n°7. Coefficient d'agressivité selon le trafic et le type de chaussée

| | | | | | |
|---------------------------------|--------|--|--|-----|---|
| | CAM | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 |
| Chaussée à faible trafic | Classe | T5 | T4 | T3- | T3+ |
| | | | | | |
| | CAM | 0.8 | 1 | 1.3 | |
| Chaussée à trafic moyen et fort | | <p>Couches hydrocarbonée de structures mixtes inverses</p> <p>-----</p> <p>Couches hydrocarboné d'épaisseur ou égale à 20 cmd chaussées bitumineuses</p> | <p>Chaussées bitumineuses d'épaisseur supérieure à 20cm</p> <p>-----</p> <p>Couches non liées et sol support</p> | | <p>Couches de matériaux traités aux liants hydrauliques et en béton de ciment</p> |

Source :

GUIDE TECHNIQUE de la conception et dimensionnement des structures de chaussée

Tableau n°8. Échelle de portance de la plateforme

| Portance | CBR | Caractéristiques |
|----------|---------|--|
| 0 | < 3 | Sols peu déformable : incompatibles et non circulable Sols fins argileux saturés et à faible densité sèche en place |
| 1 | 3 à 6 | Sols déformable : Classe A, B, ou C à teneur en eau élevée, réglage difficile (Matelassage) Sensible à l'eau d'où la distinction entre 1 et 2. |
| 2 | 6 à 10 | |
| 3 | 10 à 20 | Sols peu déformables : sols fins ou grenus à forte proportions de fines (A, B, C) de teneur en eau moyenne ou faible. |
| 4 | > 20 | Sols très peu déformable : insensibles à l'eau (classe D surtout) |

Source : Cours de route

Les caractéristiques des classes de sols cités ci-dessus seront données dans le tableau suivant :

Tableau n°9 : Classe de l'ancienne structure CJ

| | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Déflexion caractéristique [1/100mm] | 0 à 50 | 50 à 75 | 75 à 100 | 100 à 150 | 150 à 200 | 200 à 300 |
| classe | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | C ₆ |

Source : Cours de route

Tableau n°10 : Choix des épaisseurs de la CR en BB et de la CB en GB

| Ti \ Cj | C ₁ | C ₂ | | | C ₃ | | | C ₄ | | | C ₅ | | | C ₆ |
|---------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | e ₁ | e ₂ | e ₃ | e ₁ | e ₂ | e ₃ | e ₁ | e ₂ | e ₃ | e ₁ | e ₂ | e ₃ | |
| T0 | | 15G B 8BB | 1 2 8 | 1 2 8 | 18 8 | 15 8 | 12 8 | 18 10 | 18 8 | 15 8 | 18 10 | 18 8 | 15 8 | 18 8 |
| T1 | | 2 X 7BB | | 15G B 8BB | 12GB+8B B ou 2X7BB | | 18 8 | 15 8 | 12 8 | 18 8 | 15 8 | 12 8 | 18 8 | |
| T2 | | | | | 10BB | | 15GB 6BB | 12GB+6B B ou 2X7BB | | 18 6 | 15 6 | 12 6 | 18 6 | |
| T3 | | | | | | | 10BB | | | 15 ES | 12 ES | 12 ES | 12 6 | |

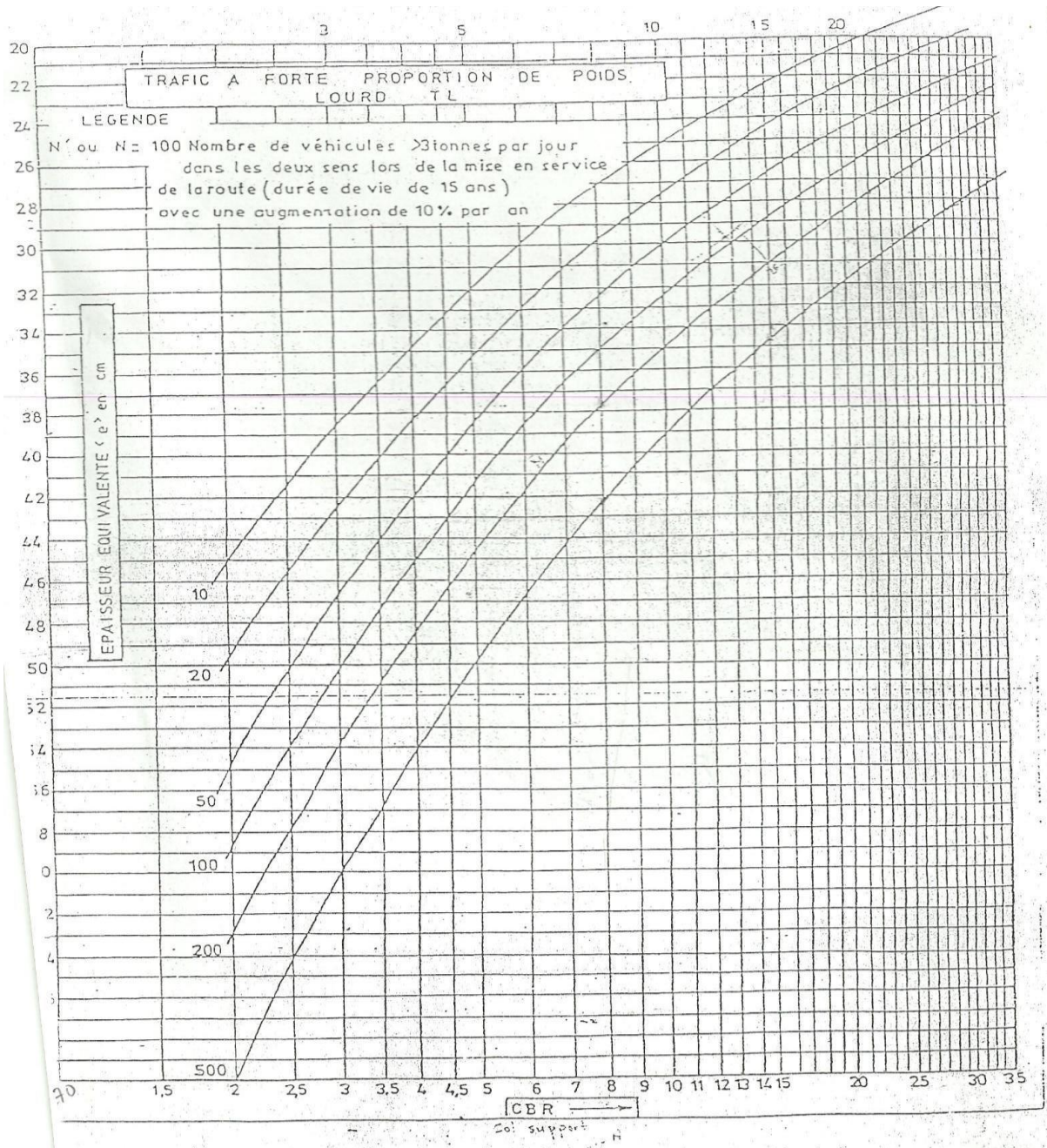
Source : Cours de route

Signification des chiffres

- ❖ 15GB donne l'épaisseur du grave bitume ;
- ❖ 8BB donne celui de la couche de roulement en béton bitumineux ; □ ES signifiant l'enduit superficiel.

ANNEXE 2 : ABAQUES DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

Abaque de dimensionnement LNTPB (TL)



Abaque de dimensionnement couche de fondation LCPC

