



**INSTITUT DE FORMATION
TECHNIQUE SUPERIEURE
IFTS**

Institution privée agréée par l'Etat (Arrêté N° 01/007/METFPA/CAB/SG/CPO)
Reconnaissance et Equivalence délivrées par le CAMES

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
TECHNIQUE DE LA FORMATION
PROFESSIONNELLE**

**REPUBLIQUE TOGOLAISE
TRAVAIL – LIBERTÉ – PATRIE**

N°D'ORDRE : IFTS/FI – LP/2013/GC(IRAU)-02/06

OPTION : GÉNIE CIVIL

Spécialité : Infrastructures Routières et Aménagements Urbains

**ÉTUDE DES DÉGRADATIONS
SUR LA ROUTE NATIONALE N° 14
(SOKODÉ-ALIBI II, 20 KM)**

Projet de fin d'études pour l'obtention de la Licence Professionnelle

Présenté et soutenu par : DOKODZO Aaron – Japhet

Jury :

Président : M. DOVI ALAGNO Gabiam, Architecte, Enseignant à l'IFTS et à L'ENSI

Directeur : Dr. Dany AYITE, Ingénieur Génie Civil, Enseignant à l'IFTS et à l'ENSI

Membre : M. AGBO Komitse, Ingénieur Génie Civil et Enseignant à l'IFTS

Membre : M. EKON Kwami, Ingénieur Génie Civil et Enseignant à l'IFTS

DÉDICACES

DÉDICACES

Je voudrais avant toutes choses, dédicacer ce travail à :

- *Dieu tout puissant pour Ses bienfaits envers moi*
- *Mes parents pour tous leurs soutiens moral et financier dans l'atteinte de tous mes objectifs*
- *Mon frère*
- *Mes oncles et mes tantes*

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui nous ont permis de réaliser cette recherche, en particulier à :

- Professeur Eugène Koffi BEDJA,
- Monsieur AGBO, Directeur Général de l'IFTS,
- Professeur Ayité AJAVON, Maître des conférences.
- Monsieur AMAH Nayadjakima, Ingénieur en Génie Civil, Directeur de la Construction et de la Reconstruction des Routes au Ministère des Travaux Publics et enseignant à l'IFTS, pour tout son soutien dans la réalisation de ce mémoire,
- Docteur Dany AYITE, Directeur de ce mémoire, Ingénieur en Génie Civil et enseignant à l'IFTS, pour son partage et attention, ses corrections et conseils,
- Tous les enseignants de l'IFTS pour les connaissances transmises,
- Tout le personnel de l'IFTS et de SIAR-International,
- Mes camarades de promotion

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES..... i

REMERCIEMENTS ii

TABLE DES MATIÈRES iii

LISTE DES FIGURES..... vi

LISTE DES TABLEAUX..... viii

LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS..... ix

INTRODUCTION..... 1

Chapitre I : Généralités sur la route et le Réseau routier du Togo

I. Généralités sur la route 3

1.1. Définition..... 3

1.2. Caractéristiques de la route 3

1.2.1. Le Terrain..... 3

1.2.2. La chaussée..... 4

II. Dégradations sur une route 5

2.1. Déformations 6

2.2. Fissurations..... 6

2.3. Arrachements..... 7

2.4. Remontées de Matériaux 7

2.5. Usure de la couche de roulement 8

2.6. Autres types de dégradations.....	8
III. Généralités sur le réseau routier	9
3.1. Le réseau routier Togolais.....	9
3.2. Obstacles et efforts entrepris dans les Infrastructures routières.....	11
3.3. Rôle du Réseau routier	12

Chapitre II : L'Entretien Routier

I. Définition et Caractéristiques	14
1.1. Définition.....	14
1.2. Caractéristiques	14
II. L'Entretien Routier.....	15
2.1. L'Entretien routier.....	15
2.2. Réalisation de l'Entretien routier	17
2.2.1. Méthode de collecte de données et d'identification des dégradations.....	17
2.2.2. L'Auscultation.....	27
2.2.3. Les techniques d'entretien routier.....	28

Chapitre III : Proposition du type d'entretien sur la Route Nationale N° 14

(Sokodé-Alibi II, 20 km)

I. Description de la zone et Objectif de l'étude.....	33
1.1. Description de la zone et du projet.....	33
1.2. Objectif de l'étude	33
II. Étude des dégradations sur le Tronçon Sokodé-Alibi II	33

TABLE DES MATIÈRES

2.1. Méthodologie.....	33
2.2. Dégradations relevées.....	35
2.3. Présentation des résultats	35
2.4. Analyse et Interprétation des résultats	37
2.5. Traitement des dégradations.....	40
Conclusion et Recommandations	45
Annexes	47
Références Biographiques.....	56

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Structure générale d'une chaussée.....	3
Figure 1.2 : Ornières.....	6
Figure 1.3 : Tôle ondulée	6
Figure 1.4 : Faiénçage	6
Figure 1.5 : Fissurations ramifiées	6
Figure 1.6 : Nids de poule	7
Figure 1.7 : Plumage	7
Figure 1.8 : Ressuage	7
Figure 1.9 : Longueur des routes/pistes au Togo	10
Figure 1.10 : Carte routière du Togo.....	11
Figure 2.1 : Organisation de l'Entretien routier au Togo.....	16

Figure 3.1 : Route nationale N° 14 et le tronçon Sokodé-Alibi II	34
Figure 3.2 : Plan de l'étude	34
Figure 3.3 : Étendue des Nids de poule.....	38
Figure 3.4 : Étendue des Épaufures	39
Figure 3.5 : Étendue du Plumage	40
Figure 3.6 : Ensemble des dégradations	42

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Obstacles et efforts entrepris pour les infrastructures routières	12
Tableau 1.2 : Résultats escomptés avec le Réseau routier	13
Tableau 2.1 : Quantification des dégradations de type A	19
Tableau 2.2 : Quantification des dégradations de type B.....	20
Tableau 2.3: Quantification des dégradations en absence de fissurations et déformations	21
Tableau 2.4 : Quantification de l'Indice de fissuration.....	21
Tableau 2.5 : Quantification de l'indice de déformation	21
Tableau 2.6 : Amélioration/Correction de la première note de dégradation.....	22
Tableau 2.7 : Quantification par VIZIR des autres types de dégradations	22
Tableau 2.8 : Attribution de la note qualité selon la déflexion	24
Tableau 2.9 : Lien entre le degré de gravité et la nature des travaux.....	26

Tableau 3.1 : Caractéristiques dégradations 1	36
Tableau 3.2 : Caractéristiques des dégradations 2	37
Tableau 3.3 : Gravité des dégradations	41
Tableau 3.4 : Attribution de notes aux dégradations.....	41
Tableau 3.5 : Critères pour le type d’entretien.....	43
Tableau 3.6 : Choix du type d’entretien	43

LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

AIPCR : Association Internationale Permanente des Congrès de la Route

E.R : Entretien Routier

F.E.R : Fonds d'Entretien Routier

L.C.P.C : Laboratoire Centrale de Ponts et Chaussée

SAFER: Société Autonome de Financement de l'Entretien Routier

Cm : centimètres

Km: kilomètres

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le réseau routier d'un pays est indispensable à son développement économique et social. En effet, le réseau routier établit la liaison entre les villes et les agglomérations et facilite les transactions et échanges commerciaux. Le réseau routier conçu et encadré par le sous-secteur des Travaux Publics constitue alors un facteur clé à la croissance d'un pays. En effet, l'existence du sous-secteur des TP, est un élément incontournable pour l'économie d'un pays, de par le volume d'investissements que drainent les Bâtiments et les Travaux Publics (B.T.P.) ainsi que sa part dans la formation du Produit Intérieur Brut (PIB). Ce sous-secteur crée de l'emploi à travers la multiplication des Petites et Moyennes Entreprises (P.M.E.) qui exécutent les travaux d'Entretien Routier, de construction de bâtiments et d'ouvrages de toute sortes dans le Génie Civil. L'essor de ce sous-secteur entraîne automatiquement le développement des usines de cimenterie, de fabrication des matériaux de construction (aciérie, tuile, revêtements...) et des laboratoires pour les essais, ainsi que des entreprises pour l'entretien des matériels utilisés sur le terrain (Compacteurs, Camions, Motorgraders...).

C'est dans ce sens qu'il contribue à 22% du PIB togolais et utilise près de 12% de la population. La route est destinée à supporter un certain nombre de trafic et des charges pour une durée déterminée. Elle favorise aussi la communication et le commerce par le transport des populations et des marchandises.

Il est primordiale d'avoir un patrimoine routier en bon état, vu ses impacts socio-économiques dans différents secteurs. Cependant pour que les routes soient en bon état et praticables, elles ont besoin d'un entretien routier. Cet entretien doit être planifié, régulier, contrôlé et bien géré pour être efficace. Cette régularité est indispensable afin de réparer à temps les dégradations dès leur apparition. Il faut souligner que l'entretien du réseau routier, lorsqu'il est fait à temps, permet d'éviter de lourdes dépenses de réhabilitation et de reconstruction dans le futur.

Mais dans la réalité, les routes sont menacées par l'insuffisance de l'entretien routier et en général aussi par les surcharges des poids lourds augmentant ainsi les coûts d'exploitation des véhicules (C.E.V.) et réduisant la rentabilité du parc routier. De par ces obstacles, nous notons des efforts pour améliorer l'entretien

routier afin de toucher les avantages qu'offre le patrimoine routier et palier aux inconvénients que l'on rencontre ainsi dans le domaine.

C'est dans ce sens que nous allons procéder à une étude des dégradations sur une route revêtue existante afin de sortir ou proposer un type d'entretien curatif dans le but de maintenir la route pérenne en bon état pendant sa durée de vie.

Dans cet ordre d'idées, nous avons choisi notre thème qui s'intitule : **Étude des dégradations sur la route nationale N°14 : Cas du tronçon (Sokodé-Alibi II).**

Pour atteindre notre objectif, notre travail s'articulera autour de deux parties :

- Une recherche documentaire
- Une Étude de cas

Nous commencerons par les Généralités sur le réseau routier togolais, suivies de l'entretien routier et d'un cas pratique pour illustrer le travail à réaliser. Nous terminerons par une conclusion générale et quelques recommandations.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LA ROUTE ET
LE RÉSEAU ROUTIER DU TOGO

GÉNÉRALITÉS SUR LA ROUTE ET LE RÉSEAU ROUTIER DU TOGO

I. Généralités sur la route.

1.1. Définition

La route se définit comme une voie de circulation créée et aménagée pour supporter le trafic et les charges pour une durée donnée.

1.2. Caractéristiques de la route

La route est l'ensemble formé par : le sol support ou terrain, le terre-plein central, les accotements ou trottoirs et les ouvrages routiers et essentiellement par la chaussée comme sur la figure 1.1 suivante :

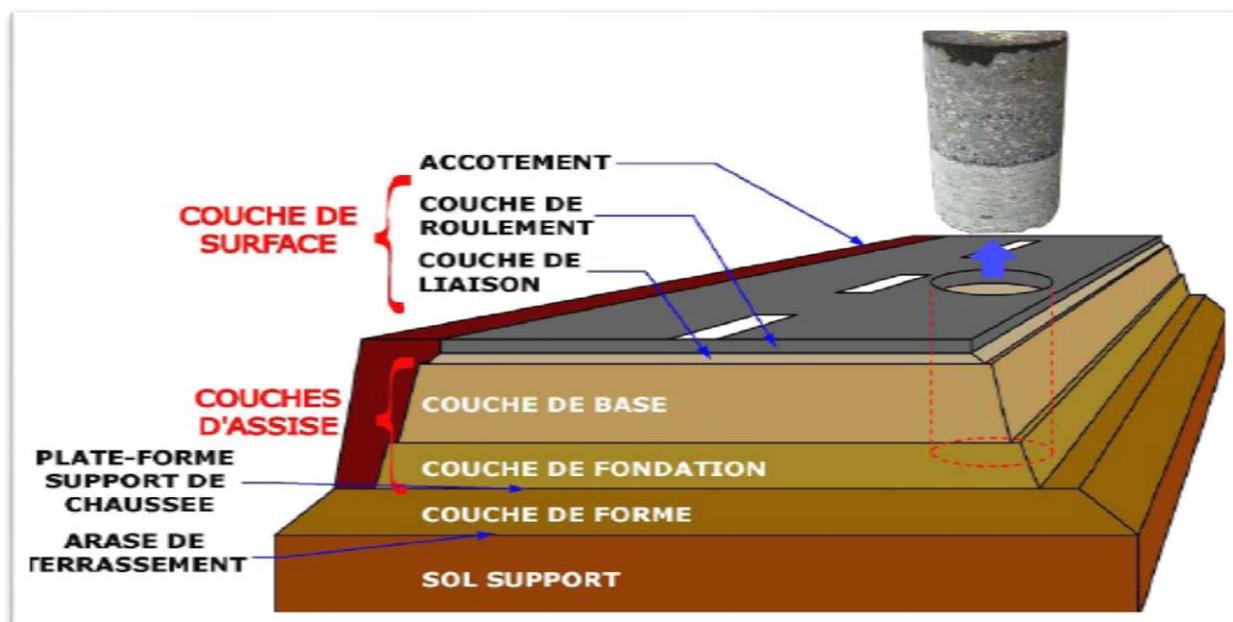


Figure 1.1 : Structure générale d'une chaussée

1.2.1. Le sol support

Il s'agit du support sur lequel la route et ses dépendances sont construites. Il peut demeurer dans son état naturel ou être amélioré avant construction de la route.

1.2.2. La Chaussée

Les chaussées sont des structures constituées de plusieurs couches surmontant un ensemble appelé plateforme ou support de la chaussée, constitué du sol support le plus souvent protégé par une couche de forme.

Sur le plan structural, les chaussées se présentent comme des structures multicouches disposées horizontalement et mises en œuvre sur un ensemble géologique appelé plate-forme. Celle-ci est constituée du sol du terrain naturel terrassé (sol support), surmonté au besoin d'une couche de forme.

De bas en haut, le corps de chaussée comporte généralement les éléments suivants :

- la couche de fondation ;
- la couche de base ;
- et la couche de surface.

Il s'agit d'une succession de couches de matériaux dont la résistance géotechnique décroît généralement de la surface vers la profondeur.

On distingue deux types de chaussées : les chaussées revêtues (qui sont soit du type rigide, soit du type semi-rigide, soit du type chaussées souples), qui feront l'objet de notre étude et les chaussées en terre ou non – revêtues.

Mais, sur le plan structural, les chaussées sont dans la majeure partie des cas constituées de deux ou plusieurs couches. Elles peuvent comprendre:

1.2.2.1. La couche de forme

Elle est rattachée aux terrassements, c'est une couche de transition entre le sol-support et le corps de chaussée. Elle est constituée de matériaux naturels sélectionnés (sable, grave). Elle se charge de protéger le sol-support et d'établir une qualité de nivellement ainsi que de rendre plus homogène et d'améliorer les caractéristiques dispersées des matériaux de remblai ou du terrain en place vis-à-vis du fonctionnement mécanique de la chaussée.

1.2.2.2. Le Corps de chaussée et une sous-couche

Le corps de chaussée est constitué par les couches d'assise et éventuellement d'une sous couche. L'assise de chaussée est généralement constituée de deux couches : la couche de fondation surmontée de la couche de base.

Ces couches en matériaux élaborés apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur la plate-forme afin de maintenir les déformations à ce niveau, dans des limites admissibles.

De nombreux matériaux conviennent aux couches d'assise. Ce sont les matériaux naturels sélectionnés rocheux ou graveleux, des matériaux concassés ou semi-concassés, des matériaux traités à l'aide de liants. Des sables naturels sont également employés.

1.2.2.3. La Couche de surface

Elle est constituée de:

- Soit uniquement de la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la structure chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat ;
- Soit éventuellement, de la couche de roulement et d'une couche de liaison entre les couches d'assise et la couche de roulement. La couche de surface contribue à la pérennité de la structure de chaussée de par la fonction d'étanchéité qu'elle assure vis-à-vis de l'assise et par une stabilité élevée.

Cependant, après construction de la route et son ouverture au trafic, elle se dégrade.

II. Dégradations de la route

Les dégradations s'observent sur les routes à la fois revêtues et non. On distingue généralement cinq (5) grands groupes (ou familles).

2.1. Les déformations

Les déformations sont des dépressions ou ondulations de la route qui prennent généralement naissance dans le corps de chaussée ou dans le sol support et qui se manifestent sur la couche de roulement. On les différencie suivant leur forme et leur localisation. Dans ce type de dégradations, on distingue : les affaissements, les flaches, les bourrelets, les ornières (*sur la figure 1.2*) et plus rarement les tôles ondulées (*la figure 1.3*).



Figure 1.2 : Ornières



Figure 1.3 : Tôle ondulée

2.2. Les fissurations

Les fissurations sont des fentes de degré plus ou moins important de la route qui affectent la couche de roulement et même tout ou partie du corps de chaussée.

Comme illustrations, on a sur la *figure 1.4* le Faiénçage et les fissurations ramifiées sur la *figure 1.5*



Figure 1.4 : Faiénçage



Figure 1.5 : Fissurations ramifiées

2.3. Les arrachements

Ce sont des phénomènes de rupture d'adhésion entre éléments ou parties de la route suivie généralement de leur disparition. Ce type de dégradations n'affecte que la couche de roulement au début de son apparition mais peut s'aggraver en affectant les couches sous-jacentes. Comme exemple on a les nids de poule sur la *figure 1.6* et le plumage sur la *figure 1.7*.



Figure 1.6 : Nids de poule



Figure 1.7 : Plumage

2.4. Les remontées de matériaux

Les remontées de matériaux sont l'apparition de matériaux ou d'eau à la surface du revêtement en l'affectant ; ce phénomène peut provenir soit des couches inférieures ou soit se manifester à partir même de la couche de roulement (cas du ressuage). On pourra citer au nombre de ces désordres : les remontées de boue ou d'eau, le ressuage et les boursouflures. Nous avons sur la *figure 1.8*, l'exemple du ressuage.



Figure 1.8 : Ressuage

2.5. Les usures de la couche de roulement

En dehors des dégradations dues au vieillissement et à la fatigue du corps de chaussée qui affectent le revêtement, il existe même l'usure de cette couche de roulement par frottement caractérisée par une perte de matériaux. On distingue le glaçage, les têtes de chat et l'usure de la signalisation horizontale (lorsqu'elle existe).

Mais, nous précisons que toutes ces désordres apparaissent sur les routes revêtues contrairement aux routes non revêtues sur lesquelles s'observent uniquement les déformations, les arrachements et les usures de la couche de roulement en graveleux et des accotements.

2.6. Les autres types de dégradations *(Voire Annexes)*

Ce sont les autres dégradations observées telles que :

2.6.1. L'usure des accotements

Lorsque les matériaux des accotements sont différents de ceux de la couche de roulement, ces accotements subissent une agression de la circulation lors des croisements ou des dépassements et aussi une agression de l'eau si les sols constitutifs sont fins et peu cohésifs. Tout cela entraîne donc une usure des accotements.

2.6.2. Végétation excessive sur les accotements

Si aucune action de débroussaillage ni de désherbage n'est menée sur la piste, la végétation envahit les accotements et diminue considérablement la visibilité des usagers. Ceci peut être à l'origine des accidents.

2.6.3. Glissement de terrain

Il est dû à une pente trop forte du talus et à une infiltration de l'eau dans le talus par le haut.

2.6.4. Obstruction des fossés

Elle est causée par une végétation excessive (arbustes, herbes, arbres, débris....) qui a tendance à obstruer les fossés.

2.6.5. Érosion des fossés

Ces dégradations sont observables chaque fois qu'un fossé reçoit beaucoup d'eau, que la pente est forte et que le terrain naturel est peu cohérent.

2.6.6. Envasement, ensablement des buses ou dalots

Cela est dû au fait que la pente du radier est trop faible ou la buse est trop enterrée. Ce qui entraîne un risque de coupure de la piste due aux eaux des fossés.

2.6.7. Érosion du lit du fil d'eau à l'aval

Une pente trop forte du radier entraîne un risque d'éboulement des murs en aile voire même une partie de la buse et du remblai. Il faut donc réparer les dégâts causés par l'érosion et construire un bassin de réception pour empêcher cette dégradation.

III. Généralités sur le réseau routier togolais

Le réseau routier d'un pays est l'ensemble des voies de circulation terrestres permettant le transport par véhicules routiers, et en particulier, les véhicules motorisés.

3.1. Le réseau routier togolais

Le Togo est une bande de terre d'une superficie de 56 600 km² avec une façade maritime de 50km de longueur environ. Mais en matière d'infrastructures de transports, le pays connaît un déficit énorme. L'insuffisance quantitative et qualitative d'infrastructures de transport routier reste un problème pour la croissance de l'économie togolaise. Le réseau routier togolais est composé de :

- routes nationales revêtues (1 750 km),
- routes nationales non revêtues (1 600 km),
- pistes rurales classées (1000 km) et non classées (6000 km),
- de voiries urbaines (1400 km),

Soit un total de 11 750 km avec une densité de 20,75 km au km². Il est le plus élevé de la sous- région.

En revanche, le ratio relatif aux routes revêtues est faible. À peine 21% des routes nationales sont bitumées. En raison de la suspension de l'aide internationale, rares ont été les investissements effectués pour des constructions neuves depuis plus d'une décennie. S'agissant des pistes rurales, il existe encore de nombreuses zones enclavées, y compris des zones à fortes potentialités agricoles. En 2005, ce pourcentage du réseau en bon état qui était de 33 % pour les Routes Nationales revêtues, 13 % pour les routes nationales non revêtues et de l'ordre de 7 % pour la voirie urbaine toutes catégories confondues est passé respectivement en 2012 à 5%, 2%, 30%, 12%. L'entretien du réseau routier a subi les conséquences de la crise sociopolitique et de la suspension de l'aide extérieure.

Grâce au Projet de Transport Routier (PTR) exécuté de 1997 à 2002 un Fonds d'Entretien Routier (FER) remplacé actuellement par le SAFER a été créé en 1997 permettant l'entretien de l'ensemble du réseau routier national, des pistes rurales classées et des ouvrages d'art et d'hydraulique. Le PTR a également permis la réhabilitation et la réparation de 600 km de routes revêtues et 2 350 km de routes en terre et pistes rurales. Toutes fois, la suspension de l'assistance extérieure qui a suivi, a eu des effets immédiats sur l'état du réseau.

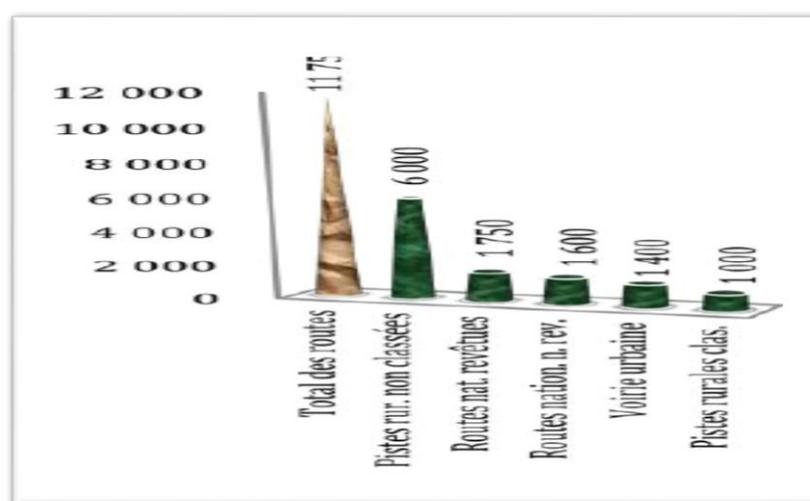


Figure 1.9 : Longueur des routes/pistes au Togo (Ministère des TP, 2012)

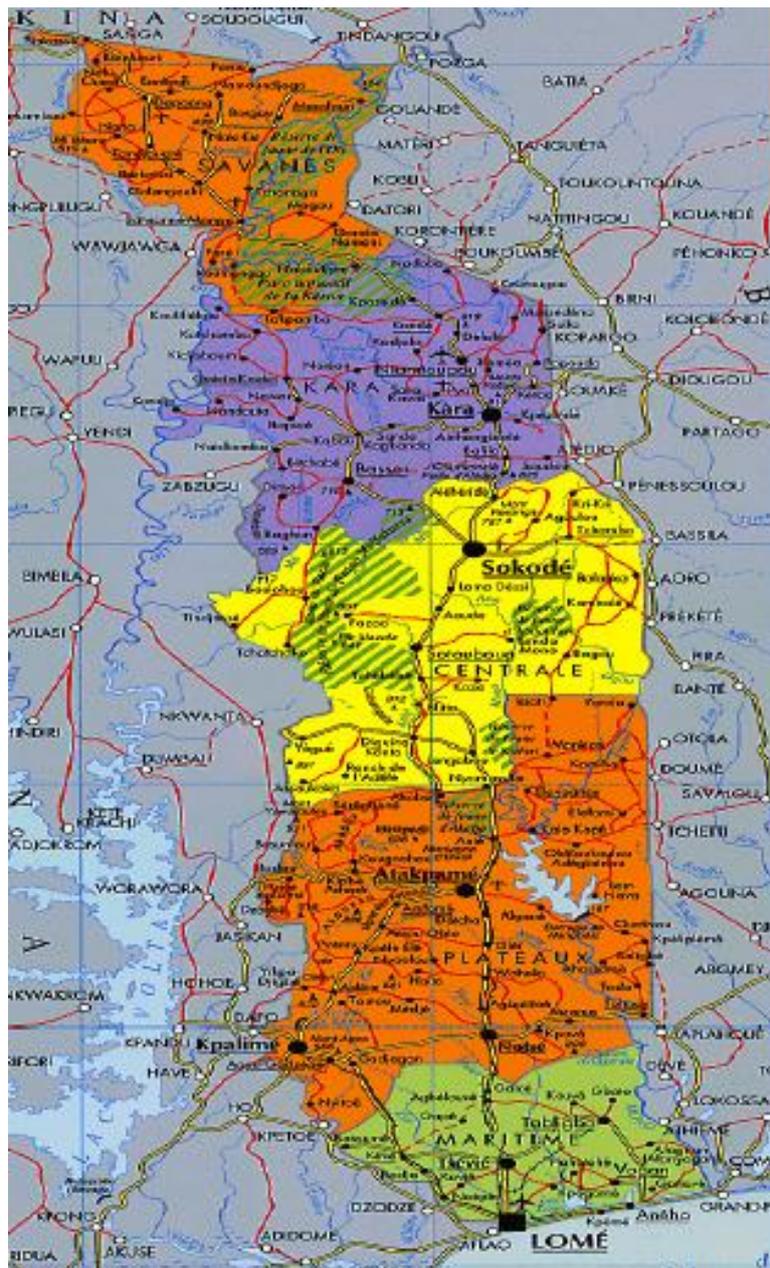


Figure 1.10 : Carte routière du Togo

3.2. Les obstacles et efforts entrepris pour les infrastructures routières

3.2.1. Les obstacles

D'importantes contraintes subsistent et constituent un frein au développement du réseau routier. Mais des efforts ont été également entrepris, nous pouvons citer :

OBSTACLES	EFFORTS ENTREPRIS
<p>-L'absence d'une politique de renforcement des capacités techniques et des services;</p> <p>-La faiblesse consécutive à la capacité d'absorption des ressources complémentaires</p> <p>-Les ressources mises à la disposition de la Direction Générale des Travaux Publics ne permettent pas un fonctionnement efficace des services</p> <p>-Les systèmes d'information géographiques et statistiques sur les routes sont faibles</p> <p>-Les processus utilisés pour la programmation, le contrôle et le suivi-évaluation des opérations ne sont pas adaptés, dans les grandes villes en particulier.</p> <p>En milieux urbains, c'est l'étroitesse des routes qui constitue le grand problème créant des embouteillages aux heures de pointe</p> <p>En milieu rural, les pistes de desserte de plusieurs zones à fort potentiel agricole ne sont pas praticables toute l'année et certaines demeurent encore enclavées.</p>	<p>-Améliorer et de reconstruire les routes nationales inter - états revêtues.</p> <p>C'est dans ce sens que la reconstruction de la route de la CEDEAO a été entreprise ainsi que celle de la route nationale N°2, des voies de contournement de la faille d'Alédjo et des monts Défalés,</p> <p>-Améliorer les pistes rurales et les voies d'accès aux zones de production agricoles,</p> <p>-Améliorer l'ossature du réseau national,</p> <p>-Améliorer la voirie urbaine.</p>

Tableau 1.1 : Obstacles et efforts entrepris pour les infrastructures routières

3.3. Rôle du réseau routier

Ici, nous distinguons deux plans pour le rôle du réseau routier. Il s'agit de :

a. Plan actuel

Le principal atout du Togo, c'est d'abord sa situation géographique par rapport aux pays du sahel. Le pays a développé une activité importante d'import-export, de transport et de transit.

b. Plan à venir

Nous ressortons ici, les différents apports que le réseau routier assurera une fois que les divers projets en cours seront bouclés. On distingue pour les zones de projet:

	RÉSULTATS ESCOMPTES
<i>Plan à Venir</i>	<ul style="list-style-type: none"> -L'accroissement du trafic, de transit et des échanges, ainsi que le désenclavement -La réduction des coûts généralisés du transport, l'amélioration de la sécurité routière, -La création d'emplois pour les jeunes et les femmes. -Le Soutien au secteur agropastoral afin d'améliorer la compétitivité, mais aussi comme un soutien indispensable à l'approvisionnement et à la promotion des échanges extérieurs, -La réduction de la pauvreté, -Augmentation des revenus financiers, -Amélioration des conditions de vie, -Facile accès aux soins de santé et à l'éducation, -L'amélioration des conditions de scolarisation notamment celles des enfants et des prestations des enseignants, du fait de l'amélioration des conditions de circulation ; -Le développement du tourisme et de l'artisanat dans les régions traversées par la route et des activités induites en matière d'hébergement et de restauration. -La réduction des délais d'évacuation des malades vers les centres de santé et de favoriser le redéploiement du personnel dans les services sociaux de base dans les zone de projet.

Tableau 1.2 : Résultats escomptés avec le Réseau routier.

CHAPITRE II

L'ENTRETIEN ROUTIER

L'Entretien Routier

Les deux mots Entretien routier permettent à eux seuls de situer les grands contours du contexte de ce chapitre que nous entamons: Entretien (amélioration ou maintien du niveau de service), routier (concerne les chaussées et leurs accotements, les dépendances et leurs équipements)

I. Définition et caractéristiques

1.1. Définition

Selon la norme AIPCR, l'Entretien routier est l'ensemble des actions à réaliser sur les routes afin que leur état demeure satisfaisant et pour qu'elles offrent une sécurité suffisante à des vitesses appropriées et à faible coût pour les usagers.

1.2. Caractéristiques

On distingue deux types fondamentaux :

- **L'Entretien préventif** : ensemble des tâches entreprises pour prévenir les dégradations pouvant apparaître sur la route et ses dépendances.
- **L'Entretien curatif** : ensemble des opérations à réaliser pour corriger les défauts apparents sur la route et ses dépendances.

Ces deux types d'entretien se déclinent en deux catégories qui sont :

- **L'Entretien courant** : Il s'agit des travaux partiels de remise en état de sections de routes présentant, d'une année à l'autre, des dégradations pouvant être dues à des accidents ou à des faiblesses localisées de la structure ne mettant pas en péril l'ouvrage global. Il doit être réalisé régulièrement (tous les ans).
- **L'Entretien périodique** : La notion d'entretien périodique implique, le vieillissement des routes, les dégradations suffisamment fréquentes et répétées. Si ces dégradations ne sont pas reprises d'une façon globale elles entraîneront la destruction de l'ouvrage. Un entretien périodique comme son nom l'indique se réalise suivant une périodicité dont la valeur n'est pas

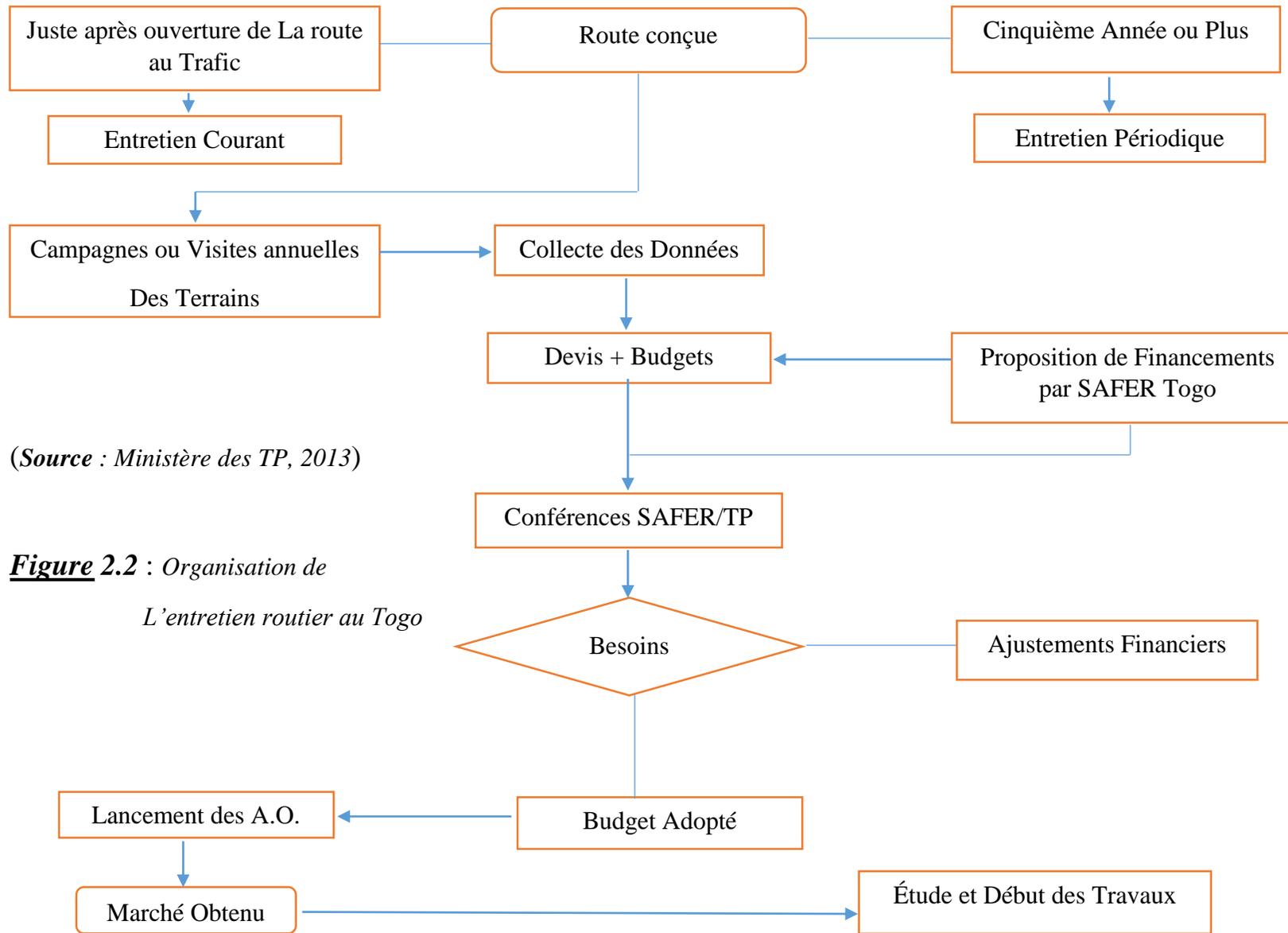
forcément constante. Seules des inspections systématiques pourront permettre d'en déterminer l'opportunité.

II. L'Entretien routier et ses Techniques

2.1. L'Entretien routier

Le secteur routier occupe une place importante dans les échanges entre les populations des pays en voie de développement. Mais les routes connaissent des problèmes pendant leur période de service. Alors intervient l'Entretien routier pour les corrections des dégradations observées.

Ces dégradations apparaissent pour plusieurs raisons.



(Source : Ministère des TP, 2013)

Figure 2.2 : Organisation de
L'entretien routier au Togo

2.2. Réalisation de l'Entretien routier

2.2.1. Les Méthodes de collecte et d'Identification des dégradations

Un bon entretien dépend essentiellement de deux facteurs à savoir :

- La restitution des données relevées sur le terrain
- L'appréciation de la gravité et l'étendue des dégradations

Et, une mauvaise manière de quantifier les dégradations entraîne un mauvais entretien.

Plusieurs systèmes de relevés existent et sont le plus souvent effectués. On distingue :

2.2.1.1. Méthodologie VIZIR assistée par ordinateur

La méthode VIZIR émane de l'expérience des ingénieurs des Laboratoires des Ponts et Chaussées des années quatre-vingt (80) apportant leur concours aux bureaux d'études français qui travaillaient principalement à l'étranger. C'est dans ce sens que la méthode a été expérimentée pour la première fois dans les continents Asiatique et Africain. Elle se base sur l'hypothèse suivante:

L'état de surface de la chaussée est un paramètre indispensable pour l'évaluation de la qualité de la chaussée, parfois il représente l'élément principal d'identification voire même le seul.

En effet, d'après l'expérience de ces ingénieurs, l'état de surface traduit fidèlement la qualité de la route dans 60% des cas, dans d'autres cas elle n'est qu'un élément d'un diagnostic plus complexe qui fait intervenir d'autres critères. VIZIR est au bout de la chaîne une méthode scientifique de détermination des besoins d'entretien et de remise en état des chaussées.

VIZIR a pour but de :

- Quantifier et classier les dégradations des routes;
- Fournir l'image de l'état du réseau de surface revêtue à un instant donné;
- Identifier les zones d'équi-qualité classifiées en trois (3) niveaux de dégradations;

- Évaluer la qualité des réseaux routiers

Le principe consiste à attribuer une note de qualité aux dégradations par association d'un indice de dégradation et de la classe de déflexion, à quantifier et à prendre des décisions concernant les dégradations.

Dans cette méthodologie, les diverses dégradations sont relevées et codifiées en fonction de leur gravité et de leur étendue. On distingue en outre deux grandes familles de dégradations.

- Dégradations de type A : Ce sont celles qui affectent la structure de la chaussée ;
- Dégradations de type B : Elles ne concernent normalement que la superficie

Nous présentons ci – après l'essentiel de la méthode VIZIR

Quantifications des dégradations A et B. On distingue trois niveaux de gravité aux différentes dégradations dans le tableau suivant.

Tableau 2.1: Quantification des dégradations de Type A

Gravité Dégradations	1	2	3
Déformations	Sensibilité à l'usager mais importante :	Graves déformations, affaissement localisés ou orniérage	Déformations affectant gravement la sécurité ou le temps de parcours
Orniérages	$f < 2 \text{ cm}$	$2 \text{ cm} < f < 4 \text{ cm}$	$f > 4 \text{ cm}$
Fissurations	Fissures fines dans les traces de roues ou dans l'axe	Fissures franchement ouvertes et (ou) souvent ramifiées	Fissures très ramifiées et (ou) très ouvertes, lèvres parfois dégradées.
Faïençage	Faïençage fin sans départ de matériaux maillage large (> 50 cm)	Faïençage plus serré (< 50 cm) avec parfois départ de matériaux, arrachement de nids de poule en formation	Faïençage très ouvert découpage en pavés ($<$ 20 cm), avec parfois départ de matériaux
Réparations	<ul style="list-style-type: none"> • Soit réfection de tout ou partie du corps de chaussé • Soit interventions de surfaces liées à des défauts de type B 	<p>Intervention de surface liée à des défauts de type A</p> <hr/> <p>Tenue satisfaisante de la réparation</p>	<p>Dégradations sur la réparation elle même</p>

Tableau 2.2: Quantification des dégradations de Type B

Gravité Dégradations	1	2	3
Fissures longitudinales de joint	Fine et unique	<ul style="list-style-type: none"> • Large (1 cm ou plus) • Fine et ramifiée 	<ul style="list-style-type: none"> • Large avec épaufrures des lèvres • Large ramifiée
Nids de poule	Pour	100 ml	de chaussée
	<ul style="list-style-type: none"> • Quantité < 5 • Taille : Ø 30 cm maxi 	5 à 10 < 5 Ou Ø 30cm Ø 100cm	>à 10 5 à 10 Ou Ø 30cm Ø 100cm
Arrachements <ul style="list-style-type: none"> • Désenrobage • Plumage • Pelade et, 	Ponctuel sans apparition de la couche de base	Continus, Ponctuel avec apparition de la couche de base	Continus, avec apparition de la couche de base
Mouvements de matériaux: Ressuage	Ponctuel	Continus sur une bande	Continus sur une bande de roulement et très marqué

Ces niveaux de dégradation sont croisés avec l'étendue de la dégradation dans une matrice permettant de quantifier globalement par une même valeur l'étendue et la gravité de la dégradation.

Après avoir quantifié l'Étendue/Gravité de la dégradation, on procède à la quantification du niveau de Fissuration et de déformation de la dégradation.

Tableau 2.3: Quantification des dégradations en absence de fissures et de déformations

Pas de fissures ni de déformations =	0
--------------------------------------	---

Tableau 2.4: Quantification de l'Indice de Fissuration

Indice de Fissuration If	Étendue Gravité	0 à 10%	10 à 50%	>50%
	1	1	2	3
2	2	3	4	
3	3	4	5	

Tableau 2.5: Quantification de l'Indice de Déformation

Indice de Déformation Id	Étendue Gravité	0 à 10%	10 à 50%	>50%
	1	1	2	3
2	2	3	4	
3	3	4	5	

Le croisement de ces dernières valeurs constitue la première note de dégradation.

Enfin, les réparations sont également évaluées en étendues et en gravité.

Le tableau ci – après met en évidence les cas où il y a lieu de les prendre en compte en ajoutant un (1) point aux précédents valeurs.

Le tableau ci – après met en évidence les cas où il y a lieu de les prendre en compte en ajoutant 1 point aux précédentes valeurs.

Tableau 2.6: Amélioration/Correction de la première note de dégradation

Étendue Gravité	0 à 10%	0%	>50%
1	0	0	0
2	0	0	+1
3	0	+1	+1

D'autres types de désordres rencontrés ont fait aussi l'objet de quantification par la méthode VIZIR.

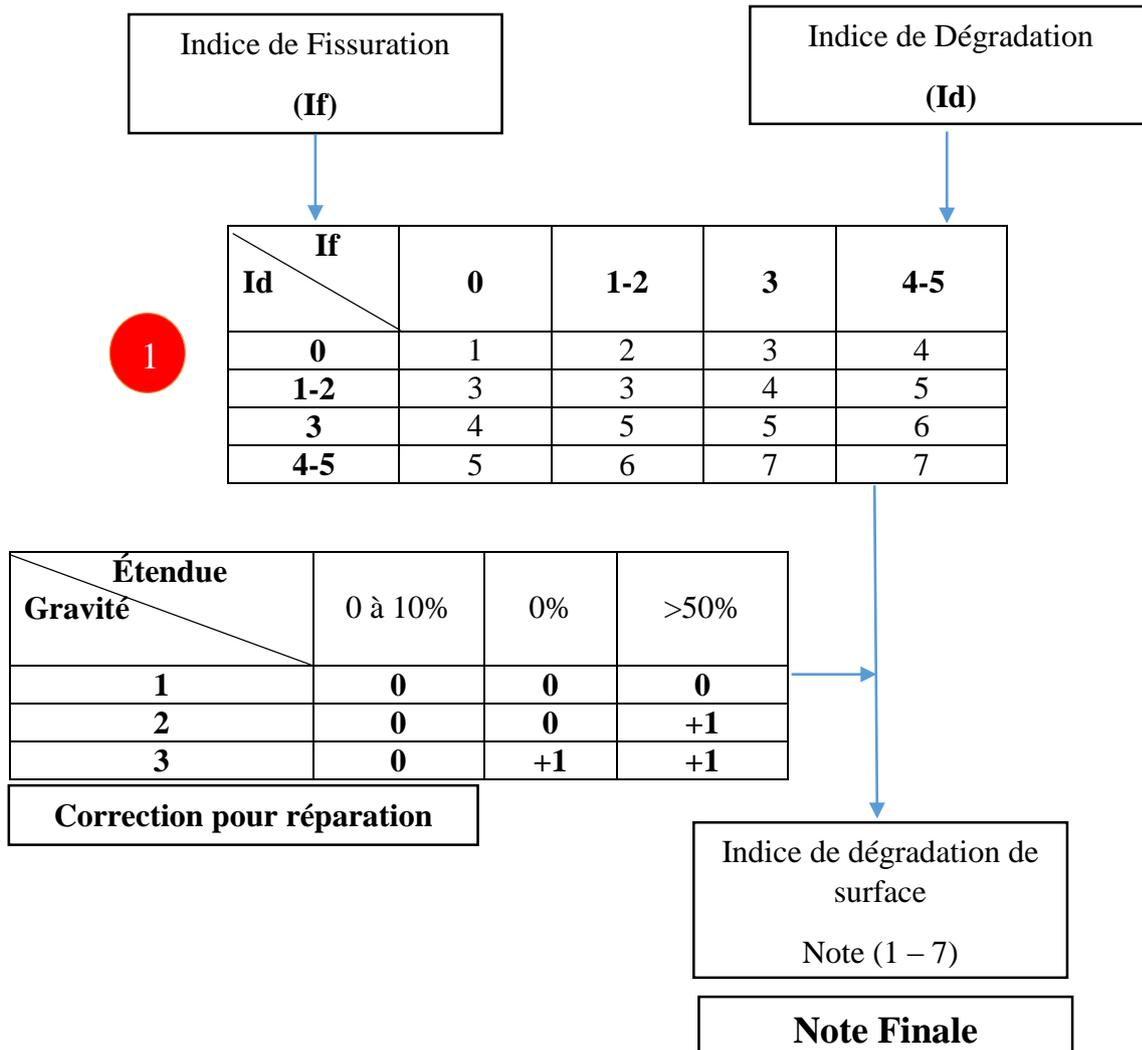
Tableau 2.7: Quantification par VIZIR, d'autres types de dégradations.

Gravité Dégradations	1	2	3
Fissures transversales	Présence de ces fissures	-	-
Dentelle de rive : largeur	< 50 cm	> 50 cm	-
Dénivellement des accotements	< 5 cm	5 à 10	> 10 cm
Érosion latérale	Limité au talus	Atteint l'accotement	Atteint la chaussée

Le tableau synoptique de la page suivante résume la démarche VIZIR permettant d'attribuer à des sections déterminées de chaussées un indice de surface noté de **1** à **7**.

DIAGRAMME MÉTHODOLOGIE

Pas de fissures ni de déformations = 0



1 : Le calcul effectué pour la fissuration longitudinale et le faïençage. L'Indice retenu est le plus grand des deux calculés.

Note de Qualité Q***Tableau 2.8: Attribution de la note de qualité selon la déflexion à la note de dégradation de surface.***

Déflexion Indice de dégradation de surface	d1		d2
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
1-2 Peu ou pas de fissure ou de déformation	Q1	Q3	Q6
3-4 Fissure sans ou avec peu de déformation et déformation sans fissure	Q2	Q5	Q8
5-6 Fissures et déformations	Q4	Q7	Q9

2.2.1.2. Méthode VIZIROAD

De prime abord VIZIROAD est un système facilitant la collecte de données en automatisant l'inspection visuelle des chaussées. De ce point de vue, il se substitue à la méthode manuelle souvent entachée d'erreurs et fournit également des schémas itinéraires permettant d'estimer l'**indice de viabilité IQS** (indice de qualité structurelle) de la chaussée et tout ce qui a trait au drainage qui sont des paramètres fondamentaux servant à qualifier les stratégies d'entretien optimaux à prévoir. Mais il permet également d'évaluer le niveau de service de la chaussée en déterminant la vitesse et le temps de parcours qui sont des paramètres essentiels d'évaluation de la viabilité de la chaussée. Et tout ceci, pour donner un caractère d'universalité au système VIZIROAD non à adopter mais à adapter en fonction de l'expérience de l'utilisateur.

En plus VIZIROAD peut être considéré comme un progiciel car intégrant plusieurs sous logiciels et un dispositif intéressant le Bump Integrator qui est un appareil de mesure profil métrique à grand rendement défini comme appareil de classe I. Ce dispositif mesure l'uni de surface de la chaussée. L'uni est spécifié par un paramètre appelé **I'IRI (International Roughness Index)**. C'est avec ce

paramètre que le spécialiste routier parvient à déterminer les zones d'équi-qualité c'est-à-dire les tronçons relevant d'une même solution d'entretien. Vu de ce côté, VIZIROAD parvient à identifier sans difficultés les parties très dégradées d'un réseau routier, donc c'est un outil important voire incontournable dans l'évaluation de l'entretien sous contrainte budgétaire. En outre, l'IRI possède des applications directes avec HDM-4 en déterminant le coût d'exploitation des véhicules et globalement intervient dans l'analyse du cycle de vie de la chaussée.

Enfin VIZIROAD permet non seulement de dialoguer avec d'autres logiciels d'aide à la décision comme VISAGE, GEOMAPS et ARCVIEW via les masques de saisie générés par le système mais aussi il fournit les coordonnées géodésiques de tous les points traversés avec une bonne précision planimétrique fournie par son GPS intégré. Sommairement, c'est un système qui automatise la collecte des dégradations localisées ainsi que leurs causes probables par l'intermédiaire des schémas-itinéraires ainsi que linéaires via l'IRI; c'est à partir de ces deux données fondamentales qu'il parvient à se prononcer sur l'entretien adéquat. Le système VIZIROAD est composé:

- De deux claviers complémentaires de 24 touches chacune, dont les icônes sont interchangeable selon les données à collecter;
- D'une entrée pour les impulsions de distance sur le clavier de gauche ;
- D'une entrée supplémentaire pour les impulsions comptées par le BUMP Integrator ;
- D'un ordinateur portable où sont interconnectés deux claviers;
- D'un programme software, fonctionnant sur Windows 3.1 ou Windows 95/98 et distribué sur CD avec le manuel « online » contenant des icônes de trafic et une petite icône d'editor.

Notons que le système peut être utilisé sur tous types de véhicules.

Pendant les mesures, le schéma itinéraire du tronçon ainsi que la vitesse de parcours du véhicule apparaissent sur l'écran du P.c. portable. Les schémas itinéraires des différents tronçons étudiés peuvent être automatiquement imprimés avec l'image du tronçon

Outre la création de schémas itinéraires et les calculs d'IRI, VIZIROAD permet la détermination des indices VIZIR et VIZIRET qui reflètent respectivement la gravité des dégradations des chaussées revêtues et des chaussées non-revêtues. Aussi il permet l'élaboration de profils en long, en travers, les inventaires routiers globaux, les coordonnées des différents points traversés etc.

2.2.1.3. Méthode VIZIRET

Système mis au point dans le cadre des recherches menées au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), VIZIRET, est un système de gestion de l'entretien d'un réseau de routes non revêtues. C'est une des méthodes employée pour qualifier et quantifier les dégradations. Les dégradations prises en compte par la méthode VIZIRET sont : les déformations, la tôle ondulé (groupe des déformations). Les nids de poules, les ravines (groupe des arrachements). Chaque dégradation est définie par son nom et son niveau de gravité, ce dernier étant lié à l'importance des travaux qu'il engendre.

Tableau 2.9 : Lien entre degré de gravité et nature des travaux

Niveau 0	Absence de dégradation	Entretien de routine
Niveau 1	Légère dégradation peu sensible à l'utilisateur	Reprofilage léger avec ou sans point à temps
Niveau 2	Dégradation soutenue et sensible à l'utilisateur	Reprofilage lourd avec ou sans apport de matériaux
Niveau 3	Dégradation très forte	Rechargement ou reconstruction

2.2.2.4. Source et Source PLUS

SOURCE (*Standard Overall Ultralite Road Care Estimate* ou suivi normalisé, global et léger de la qualité de la gestion de la route) est une méthode normalisée de suivi de performances des réseaux routiers, qui procure, à moindres coûts et sans recours à aucun appareillage, une image sommaire mais fidèle des réseaux routiers structurants, à l'échelle nationale (moyennant des mesures combinées vitesses-trafics par une méthode de véhicule flottant).

La méthode SOURCE a été conçue, testée et mise au point par l'initiative de gestion de la route (IGR) en 1998-2000. Elle est aujourd'hui pleinement opérationnelle.

Source, a été conçu pour répondre à un certain nombre de questions : Comment se porte réellement un réseau routier ? Comment les programmes de travaux neufs et de réhabilitation vieillissent-ils ? Quel est le niveau de service effectif assuré aux usagers ? Comment ce niveau de service évolue-t-il ?

Cependant, la corrélation binaire (vitesse-uni), établie par SOURCE, ne permettait pas de prédire l'uni à partir de la vitesse seule. On a donc introduit une nouvelle variable (La rectitude du tracé) d'où Source PLUS.

Considérant l'hypothèse qu'un modèle à 3 variables sera suffisamment robuste pour prédire l'uni à partir du couple (vitesse + rectitude), avec une précision raisonnable.

Nous précisons que la méthode utilisée par le logiciel intègre le volume de trafic afin de mesurer la quantité de service rendu, en termes de production du transport routier.

2.2.2. L'Auscultation

En entretien routier, on dispose de deux types de modes d'auscultation des chaussées à savoir :

- Le mode visuel ou examen visuel
- L'utilisation des matériels d'auscultation

2.2.2.1. Mode visuel

Comme on l'entend, l'auscultation des chaussées se fait par la vue ou observation sans utiliser d'appareils. En général dans ce mode, on ressort les données suivantes :

- Localisation du tronçon : points kilométriques, limites des communes, ponts d'intersection avec d'autres voies de communication et avec d'autres cours d'eau.
- Profil longitudinal : pente longitudinale, niveau de la chaussée par rapport au terrain (remblais, déblais), environnement (zones urbaines, rurales, plan d'eau, bois)
- Profil transversal : nombre et largeurs des voies de circulation, nature et élévation des bordures, nature et largeur de l'accotement, type de drainage superficiel.
- État de surface : Situation et ampleur des dégradations : fissures (longitudinales, transversales), des faïences, ornières et autres
- Situation et surface des zones réparées

2.2.2.2. Les Matériels d'Auscultation

En Entretien routier, nous disposons d'un certain nombre d'équipements lui permettant de mesurer certaines caractéristiques physiques d'une chaussée.

a. Le défectographe

C'est l'instrument de base pour caractériser la portance d'une route. Le principe de l'essai consiste à mesurer l'affaissement ou déflexion de la chaussée sous passage d'un essieu standard de 13 tonnes.

b. L'Analyseur de profil en long (A.P.L.)

Il permet de mesurer l'uni ou le confort de la chaussée. Le principe consiste en la mesure des débattements angulaires d'un bras porte - roue par rapport à un module inertiel.

c. Le GERPHO

Il sert à relever les dégradations visibles à la surface de la chaussée sous forme de photos. C'est un appareil intéressant pour les sections de route très dégradée avec un trafic élevé.

d. Le Rugolaser

C'est un appareil qui permet de mesurer la Hauteur au Sable. Le principe consiste à mesurer en continu et à vitesse élevée la hauteur moyenne des aspérités du revêtement.

e. Le Carottage

La carotteuse est un appareil qui s'utilise en Entretien routier mais n'est pas considérée comme un matériel d'auscultation. La carotteuse permet de vérifier l'épaisseur des couches et leur collage entre elles ; de réaliser des prélèvements pour des analyses ; de faire des prélèvements sur des fissures et de voir ce qui se passe en dessous. Bref elle permet d'analyser le comportement structurel d'une chaussée.

2.2.3. Les Techniques d'entretien routier

Du point de vue de l'entretien, on distingue habituellement sur le terrain, deux sortes d'interventions liées à l'importance des dégradations et aux moyens à mettre en œuvre.

2.2.3.1. Le petit entretien

C'est une opération qui consiste en général à limiter l'aggravation des désordres. On y distingue :

- **Les emplois partiels**

Ils constituent une technique traditionnelle largement employées sur les dégradations très localisées et relativement de faible épaisseur. Ils se constituent de :

Les points à temps

Ils constituent une intervention juste à temps et consistent à répandre de l'émulsion de bitume et de gravillons sur les dégradations superficielles de la couche de roulement afin d'en stopper l'évolution, tout en redonnant une certaine étanchéité.

- **Les emplois partiels aux enrobés à froid**

C'est une méthode type pour le traitement des dégradations nécessitant la mise en œuvre de matériaux en épaisseur non négligeable (nids de poule, flaches). Cette intervention doit être réalisée dès l'apparition des dégradations. Pour ce faire, il convient de généraliser les patrouilles et d'en augmenter la fréquence après les périodes pluvieuses. La méthode pour atteindre une bonne efficacité, implique la mise en œuvre de matériaux dans des conditions bien définies (préparation du support, utilisation d'enrobé, compactage suffisant).

- **Le pontage des fissures**

C'est un des procédés les plus intéressants pour le traitement des fissures longitudinales (bords de fouilles). Cette technique permet de résoudre les problèmes d'imperméabilisation superficielle des revêtements fissurés. Réalisée dans les conditions requises, cette technique assure pour le revêtement réparé: l'Adhésivité, la Cohésivité élevée, élasticité dans une large gamme de température, ainsi que l'imperméabilité, l'inertie vis – à – vis des eaux agressives et une très bonne tenue au vieillissement.

- **Colmatage des fissures**

Le colmatage des fissures est une technique d'entretien préventif. Le produit utilisé doit répondre à des exigences précises, être appliqué au bon moment et selon des techniques rigoureuse. Le colmatage ne corrige pas un drainage inadéquat, une capacité structurale déficiente ou un revêtement présentant des problèmes de désenrobage. Il limite l'infiltration dans la fondation, prolonge la qualité de roulement et retarde la formation de fissures multiples, l'affaissement, les nids-de-poule ainsi que les opérations de resurfaçage. Un revêtement présentant des ornières, des fissures multiples et des dépressions au niveau des fissures transversales n'est pas un site propice au colmatage.

- **L'entretien et l'assainissement de la route**

Il s'agit de maintenir en bon état les réseaux d'assainissement de la chaussée afin d'éviter les stagnations ou écoulement en surface et les infiltrations dans le corps de chaussée.

- **Le dérasement d'accotement**

Le dérasement d'accotement consiste à enlever la terre en excès sur la partie surélevée de ramener celui – ci au niveau de la chaussée.

- **Le désensablement**

Cette tâche concerne l'enlèvement de sable envahissant la plateforme de la route et dont l'épaisseur ne dépasse pas les 10 cm.

- **Le débroussaillage**

Cette tâche concerne les travaux de débroussaillage manuel des accotements, des talus, des fossés, et sur une largeur minimum de deux (2) mètres à partir de l'extérieur des fossés ou du pied de talus. Cette largeur peut varier en fonction des exigences de sécurité et de visibilité.

Elle comprend notamment :

- **Les saignées**

Ce sont des abaissements localisés de l'accotement réalisés perpendiculairement à la chaussée; elles permettent à l'eau qui s'écoule de rejoindre le fossé.

Entretien des réseaux

- **Le fossé**

Creusé parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement de l'eau, il doit être régulièrement curé et les ouvrages annexes nettoyés.

- **Les ouvrages maçonnées** (grilles, avaloirs)

Les ouvrages qui permettent à l'eau de surface de descendre dans un collecteur à un niveau inférieur doivent être régulièrement entretenus et vidés des déchets.

2.2.3.2. Le gros entretien

Dans cette rubrique, on regroupe généralement les travaux nécessitant des moyens particuliers et disponibles dans les entreprises routières.

- **L'entretien de surface**

Dans ce cas, la structure de la chaussée n'est pas en cause et on veut simplement restaurer les caractéristiques de surface. Pour cela on utilise : Les enduits superficiels, les Bétons Bitumineux Minces et Très Minces à des épaisseurs spécifiques.

- **Les travaux de reprofilage**

Cette opération est nécessaire lorsque l'on veut reprendre des déformations du profil en long et du profil en travers sans engager des dépenses trop importantes. Ces chaussées sont souvent des structures souples et déformables, il convient de ne pas utiliser des matériaux très rigides. Elle consiste à améliorer la structure de la voie défectueuse en y apportant des matériaux et lui redonner un profil technique qui permet d'évacuer les eaux pluviales (profil en toit) ou à améliorer les pentes (virages).

- **Le rechargement**

L'objectif est d'améliorer les caractéristiques de surface mais aussi d'apporter un complément à la structure de la chaussée.

- **Le renforcement**

Il joue le même rôle que le rechargement sauf qu'il ne se réalise pas de la même façon. Il remédie aux différents défauts de la structure d'une chaussée existante et adapte la portance de la chaussée au prochain trafic.

- **La Réhabilitation**

Les chaussées les mieux construites et les mieux entretenues se dégradent sous l'effet des efforts répétés auxquels elles sont soumises et qui les fatiguent et si d'autant plus que la durée de service prévue par les concepteurs est dépassée, il est nécessaire de faire une réhabilitation par :

- Soit l'exécution d'une couche de renforcement sur la chaussée même, pour que la structure de celle-ci soit beaucoup plus élevée que l'ancienne structure (cas de réhabilitation avec renforcement);
- Soit la reconstruction totale de certaines couches de l'ancienne structure de la chaussée (cas d'une réhabilitation sans renforcement).

CHAPITRE III

PROPOSITION DU TYPE D'ENTRETIEN
SUR LA ROUTE NATIONALE N° 14
(SOKODÉ-ALIBI II, 20 KM)

ÉTUDE DES DÉGRADATIONS SUR LA ROUTE NATIONALE N° 14

Après la partie théorique sur l'entretien routier, nous avons choisi les travaux d'entretien routier sur la route nationale N° 14 longue de 86 kilomètres (km).

I. Description de la zone et Objectif de l'étude**1.1. Description de la zone**

Le Projet concerne une zone située dans la Région Centrale. La route concernée par le projet relie les villages tels que : Sokodé, Alibi, Dantcho, Koussountou, Kamboli et la Frontière du Bénin, couvrant donc une distance de 86 kilomètres (km). La route en question déjà conçue et qui est aussi revêtue peut être considérée comme une voie de desserte entre le Togo et le Bénin. Elle pourrait apporter un supplément à l'économie, et à la facilité d'accès aux programmes sanitaires et scolaires ainsi qu'au désenclavement de la localité.

1.2. Objectif

Notre étude a pour objectif de :

- Identifier les dégradations
- Quantifier ces dégradations
- Sortir par analyse le type d'entretien convenable pour maintenir ou rétablir localement le niveau de service initial de la chaussée en traitant les dégradations.

II. Étude sur les dégradations sur le Tronçon Sokodé - Alibi II (RN14)**2.1. Méthodologie**

Cette partie s'intéresse à un tronçon de la route à entretenir. Il s'agit du tronçon Sokodé – Alibi II. Elle est revêtue en gravillonnage. Le tronçon se présente comme suit :

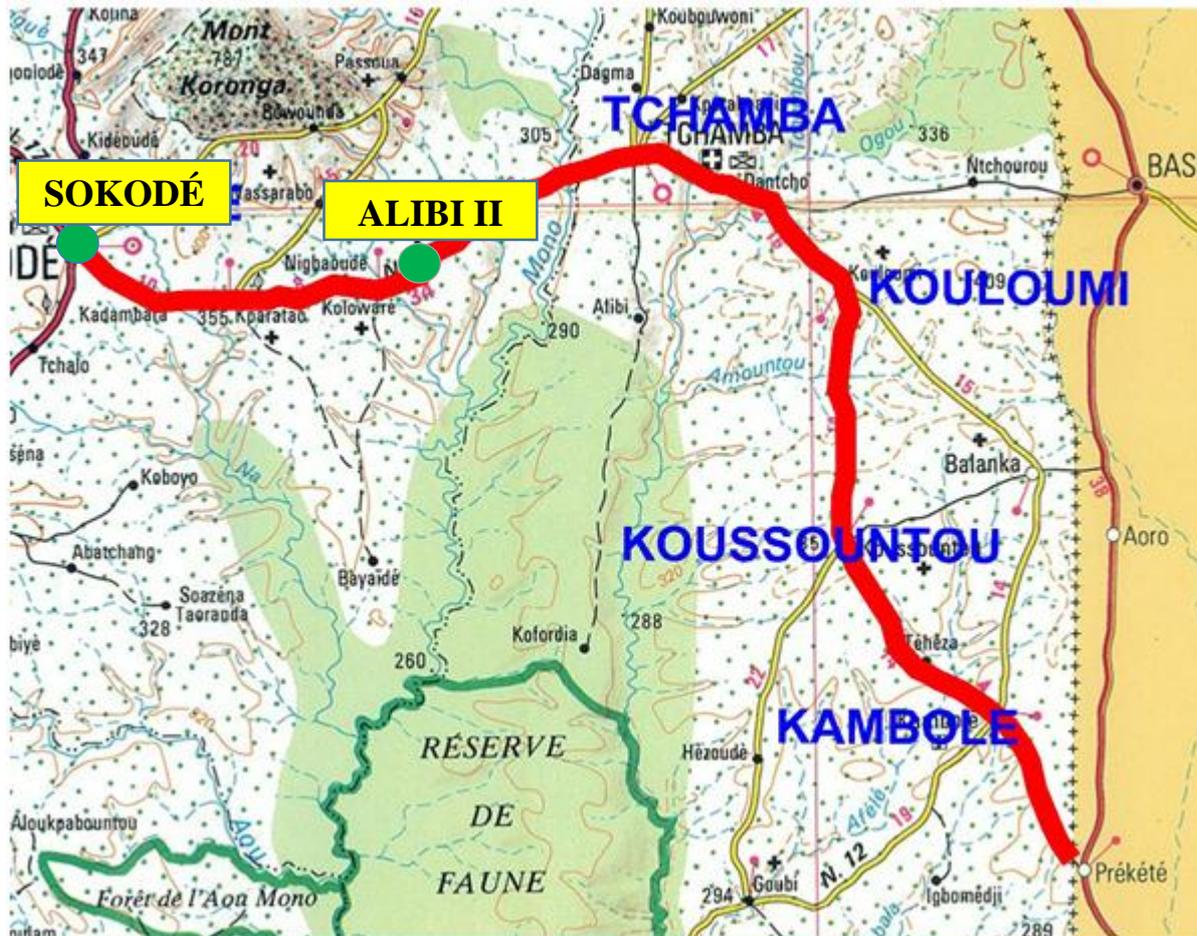


Figure 3.1 : Route Nationale N°14 et Tronçon Sokodé-Alibi II

Notre étude sur ce tronçon se définit comme suit :

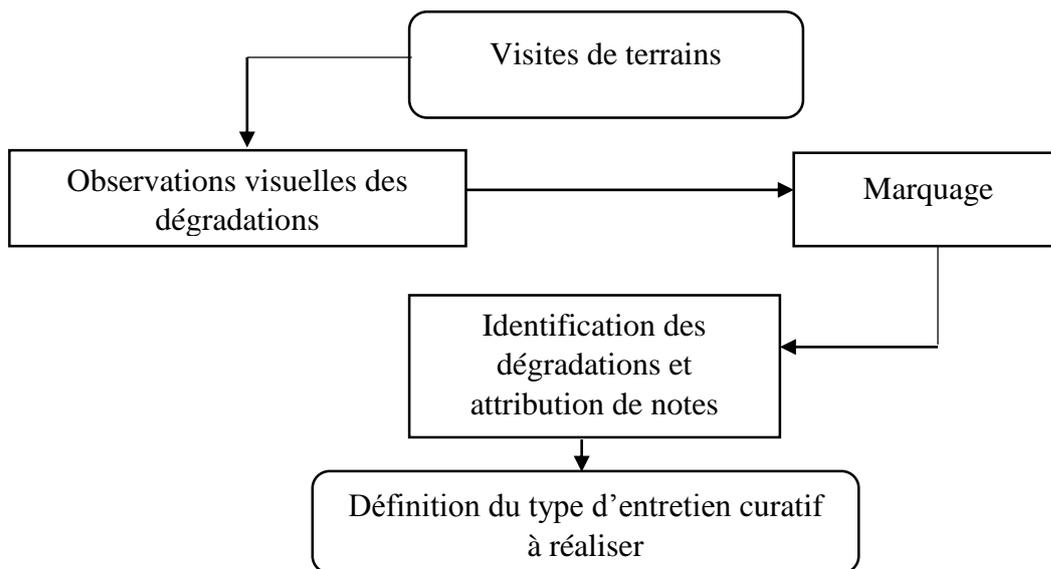


Figure 3.2 : Plan de l'étude

2.2. Dégradations relevées et les causes

Le tronçon Sokodé-Alibi II revêtu par gravillonnage présente les dégradations suivantes:

- **Les fissurations** : Épaufures

Sur le terrain l'apparition des épaufures se définissent simplement comme des cassures du bord de chaussée.

- **Les arrachements** : les nids de poule et le plumage

Les nids de poule sont généralement des cavités arrondies à bords francs apparaissant sur le revêtement par arrachement de matériaux.

Le plumage est le départ des gravillons du liant.

Ces dégradations relevées se caractérisent comme suit :

- Ponctuelles
- Qui touchent ou non le corps de chaussée
- Petites surfaces
- Grandes surfaces

La nationale N° 14 est une route partiellement drainée. En effet, on retrouve des caniveaux mais ces derniers ne sont pas continus. Il y a par conséquent des infiltrations d'eau par endroit et qui ravinent le corps de chaussée.

2.3. Les causes

La route nationale N° 14 est une route revêtue en gravillonnage, réalisée en 2001. La chaussée a une structure souple. La route a été conçue avec une chaussée semi-rigide et pour une durée de vie estimée entre 15 – 20 ans. De plus la programmation de l'entretien courant de cette route n'a pas eu lieu au bon moment d'où l'évolution des dégradations.

- Mauvais drainage,
- Mauvais matériaux utilisés
- Conditions de mise en œuvre défectueuse
- Problème d'érosion.

2.4. Présentation des résultats

Le tronçon étudié a une largeur de 7m, mais présente par endroit une largeur de 9m. L'étude se fera sur un tronçon large de 7m et long de 20 km au linéaire.

Des visites de marquage, nous avons obtenu des résultats pour les dégradations que nous avons traités et résumés dans les *tableaux 3.1 et 3.2* ci-dessous.

Chaque tableau présente la nature, la surface occupée et le pourcentage de chaque type de dégradations observées.

Tableau 3. 1 : Caractéristiques des dégradations 1

Points kilométriques	Nature des dégradations	Surface (m²)	Pourcentage (%)
0 - 1	Nids de poule	0	0
	Épaufrures	0	0
	Plumage	0	0
1 - 2	Nids de poule	329,213	4.7
	Épaufrures	630	9
	Plumage	210.65	3
2 - 3	Nids de poule	171.66	2.45
	Épaufrures	411.15	5.87
	Plumage	0	0
3 - 4	Nids de poule	40.1425	0.57
	Épaufrures	0	0
	Plumage	166.315	2.37
4 - 5	Nids de poule	55.275	0.79
	Épaufrures	0	0
	Plumage	267.039	3.814
5 - 6	Nids de poule	37.59	0.537
	Épaufrures	38.19	0.54
	Plumage	0	0
7 - 8	Nids de poule	76.91	1.09
	Épaufrures	0	0
	Plumage	2.1025	0.03
6 - 7	Nids de poule	28.59	0.41
	Épaufrures	30.935	0.44
	Plumage	0	0
8 - 9	Nids de poule	90.16	1.29
	Épaufrures	500.4	7.148
	Plumage	87.001	1.24
9 - 10	Nids de poule	65.845	0.9
	Épaufrures	0	0
	Plumage	770.753	11
10 - 12	Nids de poule	28	0.4
	Épaufrures	371.2577	5.3
	Plumage	630	9

Tableau 3.2 : Caractéristiques des dégradations 2

Points kilométriques	Nature des dégradations	Surface (m ²)	Pourcentage (%)
12 - 14	Nids de poule	17.286	0.125
	Épaufrures	3904.9	27.89
	Plumage	598.81	4.28
14- 15	Nids de poule	52.485	0.58
	Épaufrures	606.3675	6.66
	Plumage	0	0
15 - 16	Nids de poule	0	0
	Épaufrures	855	17.44
	Plumage	361.25	7.37
16 - 17	Nids de poule	13.68	0.19
	Épaufrures	253.8	3.6
	Plumage	671.095	9.58
17 - 18	Nids de poule	21.86	0.2
	Épaufrures	1072.75	11.78
	Plumage	489.339	5.38
18 - 19	Nids de poule	45.78	0.93
	Épaufrures	1557	31.77
	Plumage	170.53	3.48
19 - 20	Nids de poule	3.25	0.046
	Épaufrures	185.5	2.65
	Plumage	107.058	1.53

2.5. Analyse et interprétation des résultats

2.5.1. Nids de poule

Avec les résultats des *tableaux 3.1 et 3.2* portant sur les dégradations, nous pouvons obtenir un aperçu de leur répartition le long du tronçon. C'est le cas des nids de poule comme le présente la *figure 3.3*.

Chaque point kilométrique à partir des *tableaux 3.1 et 3.2* représente sur les figures d'étendue des dégradations chaque intervalle kilométrique. Exemple l'intervalle 0-1 dans le *tableau 3.1* est représenté par 1 sur les figures d'étendue des dégradations.

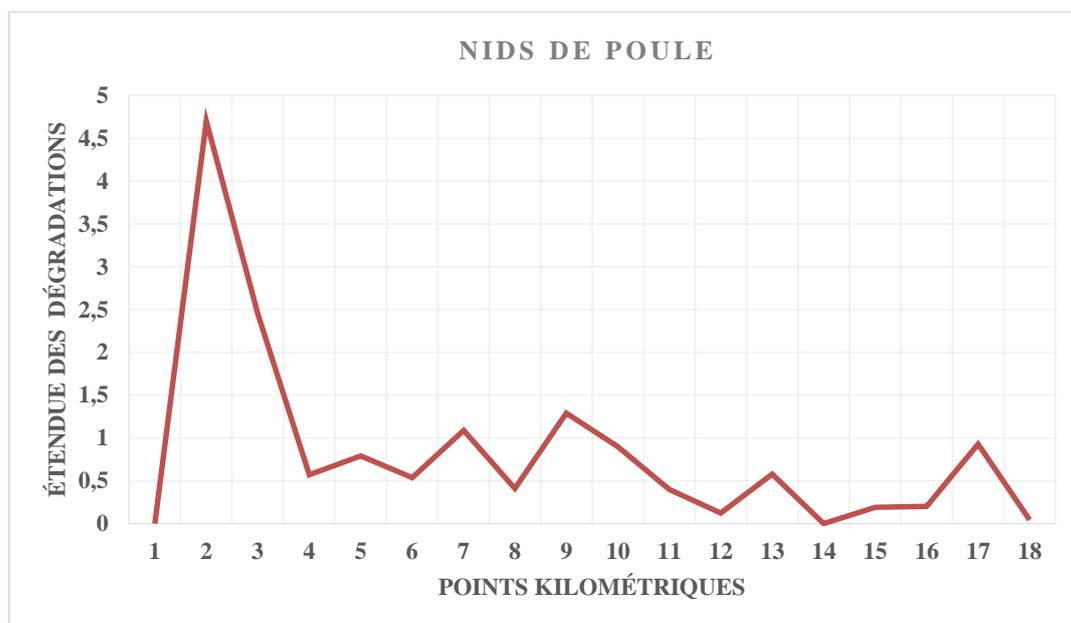


Figure 3. 3: Courbe de l'Étendue des nids de poule

Avec ce graphique, nous voyons l'évolution des nids de poule tout le long des 20 km du tronçon. La courbe est décroissante. Ceci montre qu'il y a plus de dégradations à l'entrée qu'à la sortie du tronçon, bien que par endroit, on note quelque remontée.

Cependant, il est à noter que la route est en un mauvais état. La plupart des nids de poule affectent la structure de la chaussée.

2.5.2. Les épaufrures

Pour ce qui est des épaufrures, nous avons la courbe de la *figure 3.4* suivante :

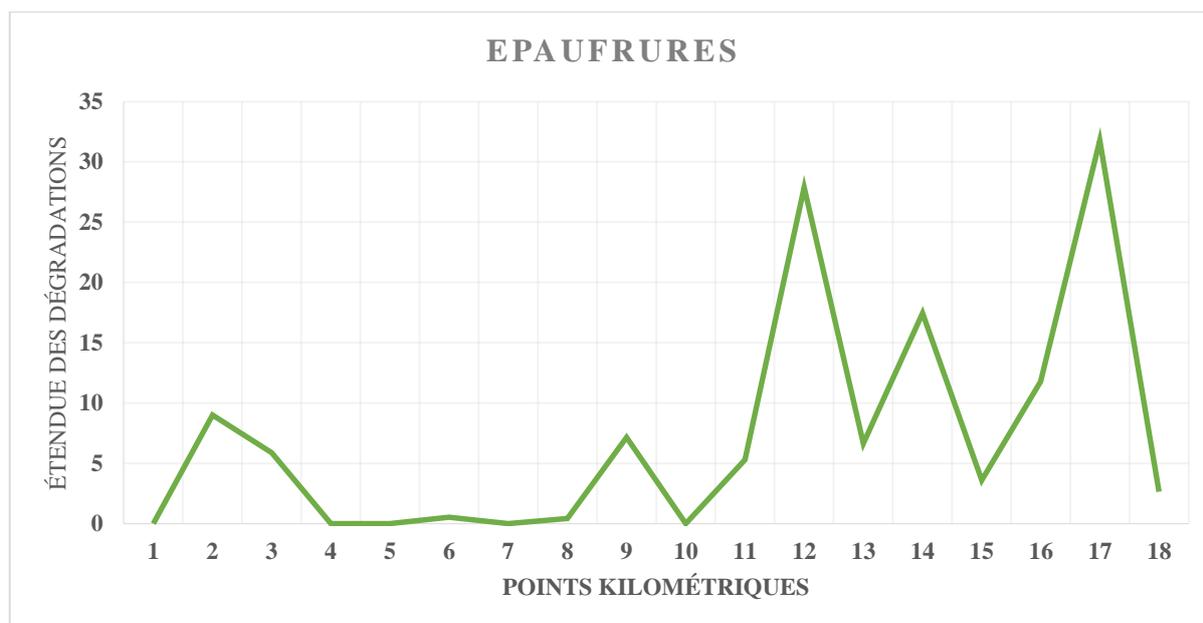


Figure 3.4: Courbe de l'Étendue des épaufrures

Par la courbe qui est croissante, les épaufrures constituent la dégradation majeure du tronçon. Contrairement à la courbe des nids de poule, celle-ci croît vers la fin. Ce type de dégradation a dans certains cas ruiné le tronçon sur la quasi-totalité de sa largeur.

C'est un défaut généralement qui ruine le revêtement d'une chaussée, mais la présence d'eau a accentué le phénomène pour arriver à ce stade.

2.5.3. Plumage

Partant du tableau du plumage, nous avons obtenu la *figure 3.5* suivante:

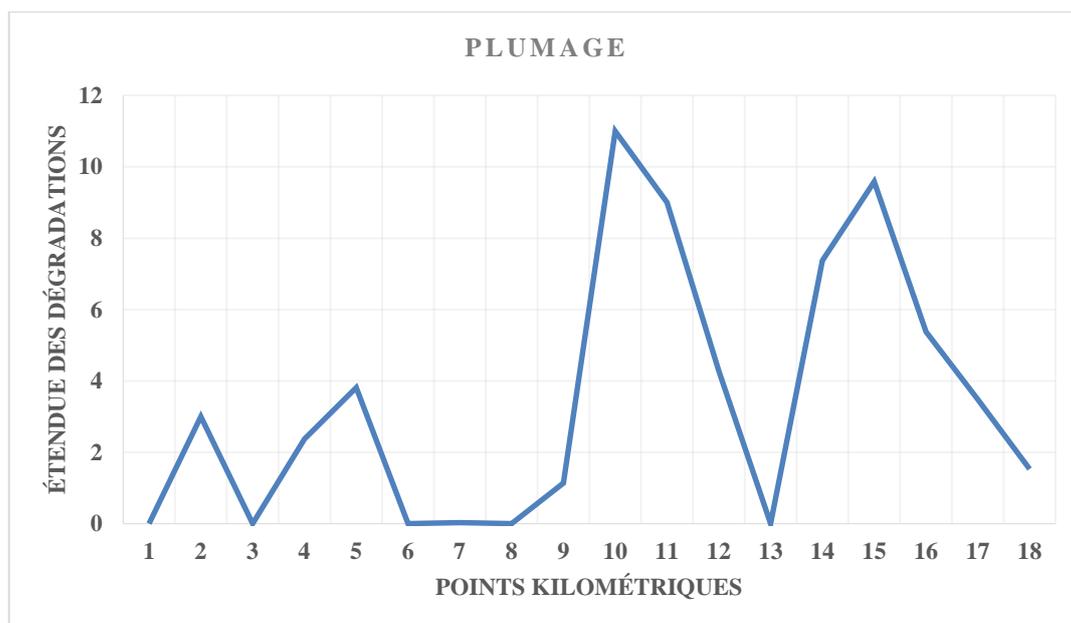


Figure 3.5: Courbe de l'Étendue pour le plumage

Bien que le plumage ne concerne que la surface du revêtement, avec la figure 3.5, il est pour notre tronçon la dégradation importante qui suit les épaufrures. La courbe atteint le pic à une étendue de 11% au point kilométrique 10.

Bref, les épaufrures et le plumage sont les principales dégradations qui affectent principalement le milieu et la fin de notre tronçon, contrairement aux nids de poule.

2.6. Traitement suggéré pour les dégradations

Le tronçon Sokodé-Alibi II, est très dégradé et son état est à revoir. Des tableaux qui précèdent, nous allons essayer de faire une analyse avant de trouver un remède pour corriger tous ces défauts sur le tronçon.

Pour l'Analyse, nous avons choisi la méthode VIZIR pour les raisons suivantes :

- Le tronçon est revêtu (*Méthode VIZIRET exclue*)
- Auscultation faite visuellement sans appareils (*Méthodes VIZIROAD et Source Plus exclues*)
- VIZIR définit directement les dégradations observées

2.6.1. Gravité des dégradations

Toutes ces dégradations sont de type B. Mais par manque d'entretien, les nids de poule par exemple ont évolués en affectant la structure de la chaussée essentiellement la couche de base. Nous avons déterminé avec VIZIR, la gravité de ces dégradations résumée dans le *tableau 3.3* comme suit :

Tableau 3.3 : Gravité des dégradations

Dégradations	Gravité
Nids de poule	3
Plumage	2
Épaufrures	3

2.6.2. Attribution de notes aux dégradations

Pour cette partie, nous avons procédé comme suit avec la méthode VIZIR :

Tableau 3.4 : Attribution des notes aux dégradations

Dégradations	Gravité	% sur 20 km	If	Id	Notes
Nids de poule	3	0.76	3	3	5
Épaufrures	3	6.32	3	3	5
Plumage	2	3.1	2	2	3

Comme il a été procédé uniquement sur le terrain à des observations visuelles sans mesure des déflexions, nous n'avons pas pu malheureusement attribuer des classes aux dégradations.

Nous avons la *figure 3.6* suivante qui combine toutes les dégradations :

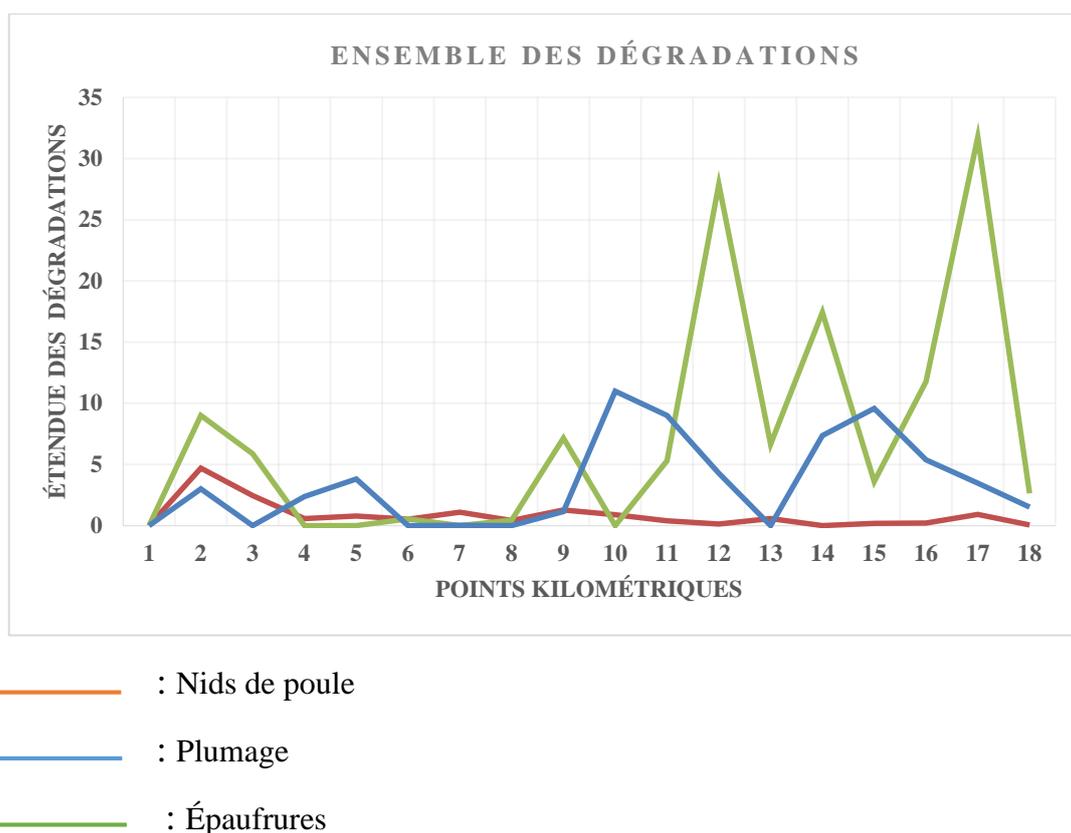


Figure 3.6: Courbe de l'ensemble des dégradations

Comme le présente la figure 3.6, à chaque point kilométrique, nous avons les mêmes dégradations et il n'y a aucun point d'intersection direct entre les trois dégradations, mais il y a une dégradation qui s'avère importante à chaque point kilométrique. Dans la majeure partie des cas, ce sont les épaufures qui l'emportent suivies du plumage. Derrière ces deux dégradations, nous avons les nids de poule.

Le traitement va se baser sur les critères suivants pour sortir l'entretien convenable :

- Ressources ou moyens disponibles (Financement)
- Techniques (Dégradations, Type de chaussée, Trafic, Durée de vie estimée après entretien)
- Qualités d'usage attendues

Vu ces critères et le temps de service atteint par le tronçon sans entretien, les travaux d'entretien seront essentiellement le gros entretien.

Hypothèse sur les critères**Tableau 3.5** : Critères utilisés pour définir le type d'entretien

Financements	Durée de vie estimée	Trafic	Type de chaussée	Dégradations à corriger	Qualités d'usage attendues
SAFER GESTION 2013	5 ans	T1	Semi-rigide	Fissurations et Arrachements	Confort, Sécurité dans le roulement, système d'assainissement convenable

Le traitement à réaliser se présente comme suit :

Tableau 3.6 : Choix du type d'entretien

Dégradations	Type d'Entretien	
Nids de poule	Grosses réparations	<u>Grosses réparations</u> <i>Réhabilitation de la structure de la chaussée</i> <i>Débroussaillage et Désherbage des accotements</i> <i>Protection des Talus ou Construction de Caniveaux</i>
Épaufrures	Grosses réparations	
Plumage	Rechargement	

Eu égard à ce qui précède, nous dirons que :

- Pour une meilleure qualité d'usage et durée de vie estimée à cinq (5) ans, le Rechargement est l'option favorable pour atteindre ce but
- La Réhabilitation a pour but de reconstruire certaines couches de la structure de la chaussée, améliorer les pentes et lui redonner un profil technique pour évacuer les eaux de pluie

- Quand on ne pourra pas faire les caniveaux, la protection des talus par exemple, par de petits murs de soutènement contre les ravinements est acceptable. De plus avec le petit entretien pour éviter l'érosion et la présence des racines dans la structure de la chaussée, le tout confère un avantage au tronçon.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

Dans le but d'approfondir nos connaissances en Entretien Routier, nous avons, procédé à une étude sur le tronçon Sokodé-Alibi II (20 km), de la route Sokodé – Tchamba – Kamboli – Frontière Bénin, longue de 86 kilomètres (km).

La route est revêtue par gravillonnage. Mais les défauts dus essentiellement à la mise en œuvre et à l'absence d'entretien courant ont dans un premier temps conduits aux dégradations et dans un second contribué à leur évolution.

C'est dans cet optique de remise en état de la route, que nous avons réalisé une étude sur l'entretien de cette route dans la finalité de sortir le type d'entretien convenable (entretien curatif), satisfaisant à des critères posés définissant l'étude.

Nous avons par ailleurs fait connaissance des méthodes utilisées pour définir le type d'entretien à faire sur une route. Il est question essentiellement de :

- Quand et comment on planifie et fait l'entretien routier,
- Les méthodes d'études à considérer quand il s'agit d'entretien routier
- Les outils à utiliser
- Les mesures à prendre.

En recommandations, nous préciserons que :

- Il faut proposer un plan d'action pour planifier, régulariser, contrôler la route une fois que les travaux d'entretien sur la RN14 seront terminés.
- L'eau est l'ennemi n°1 de la route et il faut éviter que l'eau pénètre dans le corps de chaussée car cela va rapidement engendrer des dégradations. Il est donc important de mettre en place des ouvrages jouant ce rôle et entretenu régulièrement. Ces ouvrages ne doivent donc pas être dégradés avant d'entreprendre leur entretien ou réparation.
La bonne tenue d'une route dépend aussi de son système de drainage.

En recommandations pour la présente étude, elle peut être complétée par :

- En détaillant le type d'entretien choisi à réaliser (mode d'exécution, matériaux et matériels à utiliser)
- En faisant une estimation financière du projet.

ANNEXES

Récapitulation des dégradations sur une route revêtue

▪ Déformations

Types	Définition	Causes	Évolution	Remèdes
Tôles ondulées	Suite d'ondulation de faible longueur d'onde perpendiculaire à l'axe de la chaussée	Défaut de profilage de la couche de base; Manque de stabilité des enrobés; Action mécanique due au trafic	Fissures; Faïençages; arrachements	Enduit superficiel ou Tapis en Enrobés
Affaissements	Dépressions très prononcées et souvent assez étendues localisées en rive ou en pleine largeur de la chaussée transversalement ou longitudinalement	Sous dimensionnement du corps de chaussée; tassements différentiels; Construction défectueuse; drainage insuffisant, chaussée non buttée en rive, à des points singuliers	Formation de Bourrelets; de Fissures et faïençage; Rupture de la chaussée en saison de pluie	Tapis en enrobés ou Enduit superficiel; Réfection localisée; drainage de la chaussée
Flaches	Dépressions localisées de forme arrondie de la chaussée	Insuffisance en un point du corps de chaussée ou du sol support; Stabilité insuffisante du revêtement	Formation de Bourrelets; de Fissures et faïençage; Rupture de la chaussée en saison de pluie	Déflachage ou réfection localisée suivant la profondeur de l'affaissement
Ornières	Affaissements localisés apparaissant sous passage des véhicules affectant la couche de roulement ou le corps de chaussée	Sous dimensionnement du corps de chaussée; Compactage insuffisant; Stabilité insuffisante du revêtement; perte de portance des couches sous-jacentes du revêtement	Formation de Bourrelets; de Fissures et faïençage; Rupture de la chaussée en saison de pluie	Déflachage ou réfection localisée suivant la profondeur de l'affaissement
Bourrelets	Renflements de la surface de la chaussée suivie d'ornières	Sous dimensionnement du corps de chaussée; Compactage insuffisant; Stabilité insuffisante du revêtement; perte de portance des couches sous-jacentes du revêtement	Formation de Bourrelets; de Fissures et faïençage;	Déflachage ou réfection localisée suivant la profondeur de l'affaissement

- Fissurations

Types	Définition	Causes	Évolution	Remèdes
Fissures	Petites cassures du revêtement avec ou sans rupture du corps de chaussée longitudinalement ou transversalement à l'axe de la chaussée	Retrait; Vieillessement; Mauvaise mise en œuvre; Mauvaise qualité des matériaux; Épaisseur insuffisante de la chaussée	Faiénçage et destruction localisée ou générale de la chaussée	Colmatage des fissures en surface; Réfection localisée si le corps de chaussée est atteint; Tapis en enrobés ou enduit superficiel
Faiénçages	Mailles de fissures au niveau de la surface de roulement	Fatigue du revêtement; Sous dimensionnement et Mauvaise mise en œuvre	Arrachements; destruction de la chaussée	Réfection localisée, Tapis en enrobés ou enduit superficiel
Épaufrures	Cassures des bords de la chaussée	Érosion; Mauvais drainage de l'eau; Compactage insuffisant sur les rives; Largeur insuffisante	Destruction locale du revêtement	Réfection localisée; Drainage de la chaussée

- Arrachements

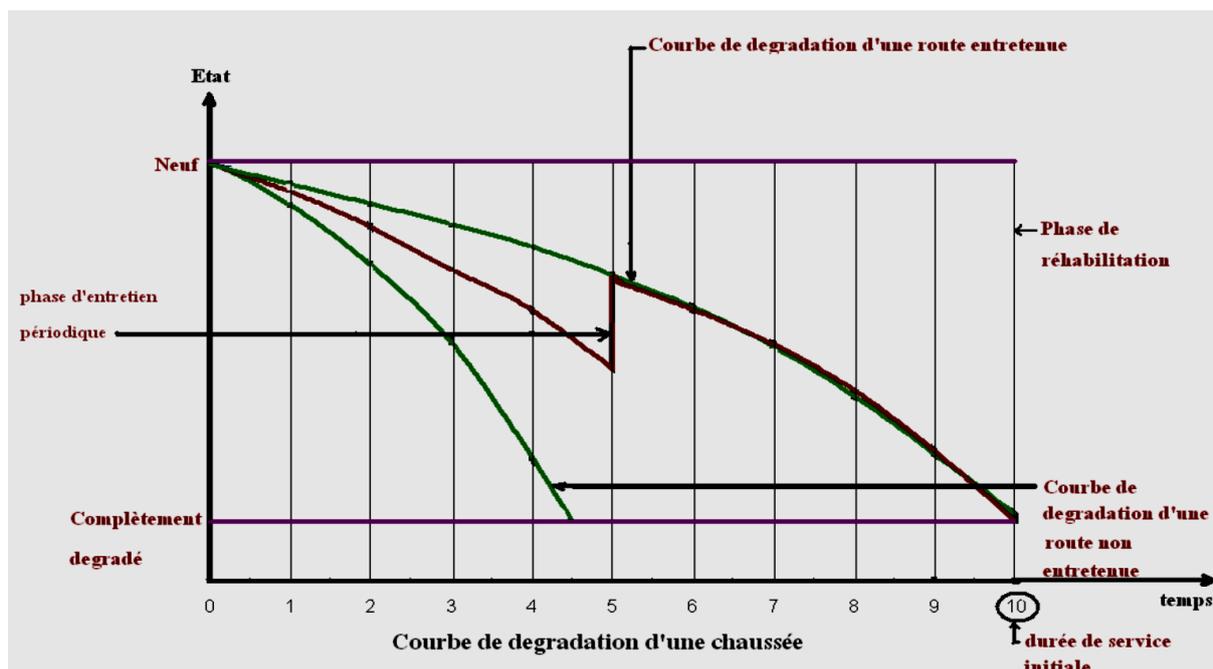
Types	Définition	Causes	Évolution	Remèdes
Décollements	Rupture d'adhésion entre le revêtement et la couche de base	Mauvaise mise en œuvre de la couche d'accrochage ; Désenrobage; Phénomène de retrait-gonflement des matériaux de la couche de base	Arrachement des couches sous-jacentes au revêtement; Destruction locale de la chaussée	Réfection localisée ou Tapis en enrobé ou enduit superficiel
Désenrobage	Disparition du liant enveloppant les granulats du revêtement	Mauvaise qualité des enrobés; Mauvaise adhésivité liant-granat; Mise en œuvre par conditions atmosphériques défavorables	Arrachement des gravillons et ruine du revêtement	Réfection localisée ou Tapis en enrobé ou enduit superficiel
Plumage	Arrachement des gravillons du liant	Conditions d'exécution défectueuses; Ouverture précoce du chantier à la circulation; Insuffisance du liant	Arrachement et ruine du revêtement	Réfection localisée ou Tapis en enrobé ou enduit superficiel
Peignage	Arrachement des gravillons du revêtement suivant des lignes parallèles à l'axe de chaussée	Conditions d'exécution défectueuses; Ouverture précoce du chantier à la circulation; Insuffisance	Arrachement et ruine du revêtement	Réfection localisée ou Tapis en enrobé ou enduit superficiel
Pelade	Décollement du revêtement par plaques plus ou moins grandes	Mauvaise mise en œuvre de la couche d'accrochage	Arrachement et ruine du revêtement	Réfection localisée ou Tapis en enrobé ou enduit superficiel
Nids de poule	Cavités arrondies à bords francs apparaissant sur le revêtement par arrachement de matériaux	Défaut localisé de la couche de surface ou de base; Défaut de portance; Évolution finale des fissurations et déformations	Arrachement et ruine du revêtement	Réfection locale

- Remontées de Matériaux

Types	Définition	Causes	Évolution	Remèdes
Remontée d'eau, de fines, de boue	Apparition à la surface du revêtement de venues d'eau ou de fines ou de boue sous l'effet du trafic à travers les défauts du revêtement	Mauvais drainage; Fondation en sol argileux	Pollution complète du corps de chaussée par l'argile; Désenrobage et destruction de la chaussée par l'eau	Drainage de la chaussée
Ressuage	Remontée du liant à la surface de la couche de roulement	Mauvaise formation du liant; Mauvaise mise en œuvre; Température ambiante trop élevée pour la viscosité du liant	Déformations diverses; arrachements	Sablage ou réparation localisée
Boursoufflure	Surhaussement du revêtement avec fissures et décollement de la couche de surface	Fondation en argile gonflante ou de nappes salines qui se gonflent lorsque la teneur en eau est élevée	Déformations diverses; arrachements	Drainage de la réparation localisée à la chaussée;

- Usure de la couche de roulement

Types	Définition	Causes	Évolution	Remèdes
Glaçage	Usure du revêtement par arasement progressif des gravillons sans arrachement de ces derniers	Défaut de profilage de la couche de base; Manque de stabilité des enrobés; Action mécanique due au trafic	Fissures; faïençage; arrachements	Réalisation d'enduit superficiel ou d'un tapis en enrobés
Tête de chat	Usure partielle des matériaux du revêtement sans arrachement	Revêtement sur corps constitué de tout venant à granulométrie discontinue et granularité élevée	Revêtement glissant	Réalisation d'enduit superficiel ou d'un tapis en enrobés
Disparition de la signalisation horizontale	Effacement partiel ou total du marquage de la chaussée	Effet du trafic; Intempéries; Mauvaise qualité de la peinture; Mauvaise mise en œuvre	Disparition totale du marquage	Nouveau Marquage



Courbe de dégradation d'une chaussée

Compléments sur les matériels d'auscultation

ARGUS

(Automatic Road Condition Graduating Unit System) qui mesure:

- Uni longitudinal
- Uni transversal
- Macro Texture / PMT
- Dégradations de surface
- Dévers
- Déclivité
- Rayon de courbure
- Longueur de section
- Coordonnées (x, y)
- Données des images/vidéos

ARGUS**SCRIM**: (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine)

Il mesure surtout l'Adhérence mais aussi :

- Température de l'air
- Température de chaussée
- Température de l'eau
- Vitesse de mesure
- Rayon de courbure
- Longueur de section
- Coordonnées (x, y)
- Données des images/vidéos

SCRIM

Désignation	Fabrication	Type de mesure	Mise en service en	Mise hors service en
Odoligraphe	CRR	Rugosité	1986 (3 ^{ème} génération)	–
APL <i>Analyseur de Profil en Long</i>	LCPC ² (France)	Uni longitudinal	1972	–
ARAN <i>Automatic Road Analyser</i>	Roadware (Canada)	Uni transversal Enregistrement vidéo Pentes et tracés Position géographique	1992	–
APL (version digitale)	LCPC (France)	Uni longitudinal	1992	–
SAND <i>Système d'Acquisition numérique des Données</i>	CRR	Inspection visuelle	1989 (début de quatre générations)	–
Défectographe Lacroix (châssis long)	LCPC (France)	Déflexion	1972	1994
Curviamètre	CEBTP ³ (France)	Déflexion	1993	–
FWD <i>Falling Weight Deflectograph</i>	Carl Bro (Danemark)	Déflexion	2006	–

Matériels d'auscultation à grands rendements sur routes

Photos des diverses dégradations



Végétation sur Accotements

Érosion des buses



Érosion des fossés

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. « **Annexe au Bulletin CRR n° 72** », (Trimestriel: juillet – août – septembre 2007)
2. « **Annexe Directive** », de L'UEMOA sur L'Entretien Routier
3. **M. FOLLY ELESSESSI**, Ingénieur Ponts et Tunnels, « **Rapport de Visites sur la RN14** », Lomé-Togo
4. **M. KASSEGNE**, Ingénieur en Génie Civil, « **Cours d'Entretien Routier** », IFTS Lomé-Togo
5. Moustapha Bâ « **Détermination des besoins en entretien d'un réseau avec le système VIZIROAD : Application sur l'axe Thilogne-Bakel** » Université de Thiès, Sénégal
6. Ndéye Bigué Dieng MBOUP, « **Analyse critique de la stratégie d'entretien du réseau routier revêtu au Sénégal** », Université de Thiès, Sénégal
7. « **Transport et Télécommunications** », Mémoire de L'ART&P, Lomé-Togo.

INSTITUT DE FORMATION TECHNIQUE SUPÉRIEURE

(I.F.T.S)

**PROJET DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME LA LICENCE PROFESSIONNELLE**

(INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES ET AMÉNAGEMENTS URBAINS)

Présenté et soutenu par : DOKODZO Aaron-Japhet

Option : Génie Civil

RÉSUMÉ

Notre étude a pour but, de traiter les dégradations sur une route revêtue, c'est le cas du tronçon Sokodé-Alibi II long de 20 km de la Route Nationale N° 14.

Pour atteindre notre objectif, nous avons relevé les dégradations, Analyser ces dégradations afin de sortir un type d'entretien convenable satisfaisant à des critères posés.

Après Analyse de ces dégradations, nous avons pu aboutir à un entretien curatif essentiellement constitué de Grosses réparations (Gros entretien) qui se définissent par la Réhabilitation et le Rechargement.

Ces réparations comprendront aussi pour améliorer l'état de la route des travaux de Débroussaillage et de Désherbage suivis de la Construction des caniveaux ou Protection des Talus.

Décembre 2013