



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Spécialité : Travaux publics

Option : Voies et Ouvrages d'Art

Présenté par : SAFA Djamila

MAZZOUZ Aicha

Sujet du mémoire

Thème:

Dégradations des routes en Algérie :
Diagnostic, causes et solutions

Soutenu publiquement le/ 06 /2024 devant le jury composé de :

Mr : KLOUCHE Djedid Ibrahim

Président

Mr : KHILOUN Mokhtar

Encadreur

Mr : ABADA Ghanem

Co-Encadreur

Mr : BENYAMINA Abdelrahmane

Examinateur

Mr : MIMOUNI Mohamed

Examinateur

Promotion: 2023 – 2024

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier, et nous avoir armé par la force, le courage et la patience afin d'accomplir cette mission de formation MASTER.

Nous remercions nos chers parents qui se sont consacrés à nous inculquera bonne éducation et qui ont s offrir en nous tout ce qui se trouve de plus beau en ce monde.

Nous adressons nos sincères remerciements et nos grande gratitude à notre professeur **Dr KHILOUN Mokhtar** que dieu ait pitié de lui et que dieu lui accorde une place spacieuse au paradis, à qui l'on attribue le mérite de nous avoir guide notre travail.

Nous remercions bien fort notre encadrant le **Dr. ABADA Ghanem**, d'avoir accepté d'être notre encadrant et pour avoir dirigé ce travail ; qui a confié ce travail et l'avez suivie avec compétence et rigueur, C'est grâce à sa disponibilité constante et l'encadrement réservé sans relâche que nous avons pu réaliser ce travail.

Nos plus vifs remerciements s'adressent également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre étude en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions ,sans oublier nos professeurs.

Nous exprimons ici notre gratitude aux personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'établissement de cette mémoire.

Merci à toute et à tous; que DIEU nous protège

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

D'abord, je serai très fier de dédier ce mémoire à notre seigneur ALLAH puis

A ma mère qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite.

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A mes sœurs et mes frères.

A tout la famille.

A tous mes amis.

A mon binôme aicha.

A tout ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

S. Djamila

Dédicace

Je dédie ce travail

D'abord, je serai très fier de dédier ce mémoire à notre Seigneur ALLAH puis

À ma mère KHADRA, qui a toujours été mon roc, ma source d'amour et de soutien inébranlable. Son dévouement et ses sacrifices ont forgé ma détermination.

À mon père SAFA qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille.

À mes sœurs FERIEL et SIHAM qui sont devenues des amies, merci pour ta gentillesse, ton soutien et ton amour, et je suis fière de t'avoir dans ma vie.

À mon frère ISSAM merci pour votre amour contagieux, je lui souhaite un prompt rétablissement.

À celui qui a été mon bouclier et mon soutien à chaque étape.

À mes chères tantes et mes cousins, merci pour votre soutien, votre amour et vos conseils dans mon travail.

À mes très chères amies HAYAT, SALMA, MARWA merci pour votre amour.

À mon binôme DJAMILA qui est devenue une amie chère et une collaboratrice talentueuse.

Aicha

Résumé

Le présent travail objet de notre mémoire de fin d'étude porte sur une recherche bibliographique approfondie concernant les dégradations des routes en Algérie.

La dégradation et l'usure des revêtements routiers sont le résultat de plusieurs phénomènes qui surviennent pendant la durée de vie de la chaussée

Les causes sont nombreuses et les modes de dégradations varient selon ces causes. Les sollicitations mécaniques et thermiques sont les principaux responsables de la dégradation des revêtements routiers

Le choix des techniques d'entretien doit passer impérativement par une bonne analyse des causes.

De ce fait, l'auscultation et l'évaluation de l'ampleur de ces dégradations sont effectuées par plusieurs méthodes (Par relevé visuel, par appareillage).

Mots clés : dégradation, auscultation, entretien.

Abstract

The subject of our dissertation is an in-depth bibliographical study of road deterioration in Algeria.

The degradation and wear of road surfaces are the result of several phenomena that occur during the life of the road surface.

The causes are numerous and the modes of degradation vary according to these causes mechanical and thermal stresses are the main causes of the degradation of road surfaces.

The choice of maintenance techniques must absolutely involve a good analysis of the causes Therefore, the auscultation and evaluation of the extent of this degradation is carried out by several methods by visual survey, by equipment .

Key words: deterioration, auscultation, maintenance.

الملخص

يتمثل موضوع اطروحتنا لنهاية الدراسة ببحث بليوغرافي معمق يتعلق بأضرار الطرق في

الجزائر .

إن تدهور وتآكل أسطح الطرق هو نتيجة لعدة ظواهر تحدث خلال عمر سطح الطريق وهذا

يرجع لأسباب عديدة منها :

الضغوط الميكانيكية والحرارية .

ومن اجل صيانتها يجب القيام بتحليل جيد، كما يجب تشخيصها بإجراء تسمع وتقييم مدى

خطورتها بعدة طرق منها (المسح البصري، او بواسطة المعدات).

الكلمات المفتاحية: تدهور تشخيص الصيانة

TABLE DES MATIERES

Remerciement	II
Dédicace	II
Resumé	II
ملخص	III
Abstract	VI
Liste des figures	VII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I :GENERALITES SUR LES ROUTES.....	4
I.1. Introduction.....	4
I.2 Généralité sur les routes.....	4
I.2.1 Définition de la route.....	4
I.2.2 Importance et but de la route.....	4
I.2.3 Les caractéristiques de la route.....	4
I. 3 La chaussée.....	5
I.3.2 La couche de base.....	5
I.3.3 La couche de fondation.....	6
I.4. Les différents types des chaussées.....	6
I.4.1. Les chaussées souples.....	6
I.4.2. Les chaussées bitumineuses épaisses.....	7
I.4.3Chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques.....	7
I.4.5. Chaussées à structure inverse.....	7
I.4.6. Chaussées en béton de ciment.....	7
CHAPITRE II : DEGRADATION DES ROUTES.....	11
II.1 Introduction:.....	11
II.2Définition de dégradation.....	11
II.2.1 Les principales causes de détérioration.....	11
II.2.2 Les causes liées au trafic.....	11
II.2.3 Les causes liées au climat.....	12
II.2.4Les causes liées aux matériaux.....	13
II.3.1 La famille des fissurations.....	14
1. Les fissures transversales.....	14
2. Les fissures longitudinales:.....	16
3. Fissures en dalle.....	16

4.	Fissures de joint.....	16
5.	Fissures d'adaptation	17
6.	Fissures diverses.....	17
7.	Fissures obliques	17
8.	Faiçonnage	17
II.3.2	La famille des déformations.....	18
1.	L'ornièrage.....	18
2.	L'affaissement (de rive).....	20
3.	Flache (affaissement hors rive):.....	21
II.3.3	La famille des arrachements.....	22
1.	Désenrobage.....	22
2.	Pelade.....	22
3.	Nid de poule	23
4.	Plumage	24
5.	Tête de chat	24
II.3.4	La famille des remontées	24
1.	Les remontées de boue.....	24
2.	Les remontées d'eau	25
3.	Ressuage	25
II.3.5	Les dégradations en milieu urbain	25
CHAPITRE III : METHODES D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES		28
III.1	Introduction	28
III.2	Stratégie d'auscultation.....	28
III.3	Les principaux critères d'auscultation	28
III.3.1	État de surface.....	28
III.3.2	État structural	29
III.4	Les techniques et méthodes de l'auscultation.....	29
III.4.1	Auscultation visuelle	29
III.4.2	Méthode de technique d'essai destructif.....	30
III.4.2.1	L'essai de carottage.....	30
III.4.2.2	L'essai d'ovalisation.....	31
III.4.2.3	L'essai de torsion	31
III.4.2.4	L'essai de traction	32
III.4.2.5	L'essai de cisaillement direct.....	33
III.4.2.6	L'essai de flexion 3 ou 4 points.....	34

III.4.2.7 L'essai de fendage.....	35
III.4.3 Méthode de mesure de déformabilité de surface.....	36
III.4.3.1 L'essai de déflactographe	36
III.4.3.2 L'essai de déflactomètre FWD	36
III.4.4 Méthode de mesure par technique radar.....	37
III.4.5 Méthode d'impédance mécanique.....	37
III.4.5.1 L'essai de collomètre.....	37
III.4.5.2 L'essai de collographe	38
III.4.6 Méthode de propagation d'ondes mécaniques	38
III.4.7 Méthode de thermographie infrarouge	39
III.5 CONCLUSION.....	39
CHAPITRE IV : REPARATIONS ET ENTRETIEN DES DEGRADATIONS.....	42
IV.1 Introduction.....	42
IV.2 Maintenance des routes.....	43
IV.2.1 Entretien préventive	43
IV.2.2 Entretien thérapeutique.....	43
IV.2.3 Entretien réparation et réhabilitation	43
IV.3 Concept de mise en œuvre du système de gestion de l'entretien routier	43
IV.4 Concept de développement de la maintenance	43
IV.4.1 Propositions de développement et d'entretien.....	43
IV.4.2 Définition de l'entretien.....	44
IV.4.3 Définition des dommages routiers.....	44
IV.4.4 Identifier les facteurs environnementaux entourant la route	44
IV.5 Objectifs d'entretien des routes	45
IV.6 Concept d'entretien des routes.....	45
IV.6.1 Entretien quotidien (périodique)	45
IV.6.2 Procédures d'entretien quotidien (périodique)	46
IV. 7 Entretien des panneaux de signalisation.....	53
IV.7.1Entretien préventif (radical)	54
IV.8 Méthode d'entretien des chaussées	57
IV.9 Les étapes de la réparation des chaussées	57
IV.10 Entretien des améliorations	58
IV.11 Entretien d'urgence	58
IV.12 Conclusion.....	59

CHAPITRE V : ETUDE DE CAS

V.1 Introduction..... 62

V.2 Situation de l'axe étudié..... 62

V.3 Auscultation de l'axe étudié 62

V.3.1 Section de 0 + 000 à 0 + 300 63

V.3.2 Section de 0 + 300 à 0 + 600 63

V.3.3 Section de 0 + 600 à 0 + 900 64

V.3.4 Section de 0 + 900 à 1 + 200 65

V.4 Conclusion 65

CONCLUSION GENERALE

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Les caractéristiques de la route	4
Figure I.2 : les différentes couches de la chaussée routière.....	5
Figure I.3 : Structure d'une chaussée souple.....	6
Figure I.4: Structure d'une chaussée semi-rigide	7
Figure I.5: Structure d'une chaussée rigide	8
Figure I.6: Profil en travers type d'une route.....	9
Figure II.1 : Les trois niveaux de sévérité.....	15
Figure II.2 : Les fissures longitudinales.....	16
Figure II.3 : Fissures longitudinales de type faïençage	18
Figure II.4 : Les trois niveaux de sévérité pour les ornières à petit rayon.....	19
Figure II.5 : Les trois niveaux de sévérité pour les ornières à grand rayon.....	20
Figure II.6 : Les trois niveaux de sévérité pour l'affaissement	21
Figure II.7 : Flache (affaissement hors rive).....	21
Figure II.8: Désenrobage.....	22
Figure II.9 : Pelade	22
Figure II.10 : Les trois niveaux de sévérité pour le nid de poule	23
Figure II.11 : Plumage	24
Figure II.12 : Ressuage	25
Figure II.13 : Fissuration autour des regards	25
Figure II.14 : Coupe et tranchée.....	26
Figure II.15 : Dénivellation des regards	26
Figure III.1 : Echantillon cylindrique dans un corps de chaussée.....	31
Figure III.2 : Principe de l'essai de torsion.....	32
Figure III.3: Dispositif d'essai torsion en laboratoire	33
Figure III.4 : Principe d'essai de traction directe.....	33
Figure III.5 : Dispositif d'essai de cisaillement ASTRA.....	34
Figure III.6 : Dispositif d'essai de flexion 3 points.....	35
Figure III.7: Dispositif de résistance en traction par fendage	36
Figure III.8 :Appareillage et principe de fonctionnement du FWD	38
Figure III.9 :Illustration du collomètre [Guillemin, 1975] à gauche et du collographe à droite [Boulet, 1983].....	39
Figure IV.1 : Réparations des dégradations	43

Figure IV.2 : Élimination des fissures jusqu'au sol	48
Figure IV.3 : Pulvérisation de bitume.....	48
Figure IV.4 : Remplissage des nids-de-poule avec de l'enrobé bitumineux	49
Figure IV.5 : Distribution d'enrobés bitumineux.....	49
Figure IV.6 : Détermination de l'enrobé	50
Figure IV.7 : Nivellement de la surface.....	50
Figure IV.8 : Grattage des fissures à des longueurs et des largeurs appropriées	51
Figure IV.9 : Nettoyage des fissures.....	51
Figure IV.10 : Chauffage des murs de fissures	52
Figure IV.11 : Remplissage des fissures.....	52
Figure IV.12 : Comment réaliser le nettoyage d'une tranchée ouverte.....	54
Figure IV.13 : Comment réparer les panneaux routiers.....	54
Figure IV.14 : Comment enlever et peindre les peintures endommagées.....	55
Figure IV.15 : la méthode de pulvérisation d'une émulsion d'asphalte sur la surface de la route.	56
Figure V.1: Plan de situation du tronçon étudié.....	62
Figure V.2 : section 0 + 000 à 0 + 300	63
Figure V.3 : section 0 + 300 à 0 + 600	64
Figure V.4 : section 0 + 600 à 0 + 900.....	65
Figure V.5 : section 0 + 900 à 1 + 200	65

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Les routes sont des infrastructures indispensables au développement d'un pays a pour but de permettre la circulation en toute long de l'année dans des conditions suffisantes et aussi durable que possible de confort et de sécurité.

Elle constitue une des traces les plus significatives que laissent les sociétés, elle participe de nos jours comme autre fois à la qualité de l'environnement et du cadre de vie, Elle joue un rôle primordial dans le secteur des transports et communication.

Les chaussées souples des routes sont des structures qui comportent une couverture bitumineuse relativement mince (inférieur à 15 cm) parfois réduite à un simple enduit superficiel reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités. Ce sont ces types de chaussées qui seront l'objet de notre étude. Ces chaussées au cours de leur exploitation, sont soumises aux actions des intempéries et de trafic lourd. Ces actions entraînent dans le corps de chaussées des contraintes dont les applications répétées provoquent des désordres visibles à la surface de la chaussée qu'on appelle dégradations. Au cours du temps ces dégradations peuvent passer du stade faible au stade majeur, qui lorsqu'il est atteint, une intervention de réfection ou de correction devait être envisagée dans les meilleurs délais possibles

Pour cela plusieurs méthodes d'auscultation sont effectuées sur les routes dégradées et qui ont pour but de diagnostiquer tous les causes probables des dégradations constatées. Ceci vise à :

✓ Donner une définition précise aux différents défauts et les illustrer par des exemples photographiques type.

✓ Présenter les causes de détérioration et leurs modes d'évolution.

✓ Indiquer l'objectif d'entretien de chaque type de dégradation.

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

✓ Une recherche bibliographique approfondie et,

✓ Une étude de cas.

La partie bibliographique comporte quatre chapitres repartis comme suit :

Dans le premier chapitre, nous étudions d'une manière générale les différentes structures des chaussées et une description de la structure de chaussée ainsi que les fonctions associées à chaque élément de la structure. Dans le deuxième chapitre nous étudions les différents types des dégradations observées dans les chaussées et leurs causes les plus probables.

Au troisième chapitre nous exposons les méthodes d'auscultations des chaussées et le quatrième chapitre est consacré aux techniques de réparation et d'entretien des dégradations.

Pour mettre en application cette théorie, un cinquième chapitre est réservé à un cas pratique concernant un tronçon de route sur l'axe Evitement Tiaret (l'axe reliant les willayas Relizane-Tiaret jusqu'à Saida) sur un linéaire de 1.2 km. Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I :

Généralités sur les routes

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES ROUTES

I.1.Introduction :

La route constitue toujours le principal mode de déplacement, elle joue un rôle essentiel de pouvoir supporter le poids des véhicules y circulent.

Dans ce chapitre nous présentons en généralité les différentes structures des chaussées et une description de la structure de chaussée ainsi que les fonctions associées à chaque élément de la structure.

I.2 Généralité sur les routes :

I.2.1 Définition de la route :

Le terme route dérive du substantif latin « via rupta » qui signifie chemin taillé, ainsi une route est un espace aménagé servant de voie de communication ou de transport terrestre.

Elle constitue une infrastructure appropriée pour la circulation des piétons, des véhicules. [1]

La route se définit comme une voie de circulation créée et aménagée pour supporter le trafic et les charges pour une durée donnée. A l'intérieur des agglomérations, la route prend le nom de rue, avenue, boulevard...etc.

C'est la bande aménagée sur le terrain naturel pour assurer la circulation et les mouvements des véhicules, elle née du besoin de créer de relation entre les hommes, établir des échanges des produits de marchandise, et d'instituer une vie communautaire.

I.2.2 Importance et but de la route :

Une route est une voie de communication de première importance, elle constitue le miroir même du développement socio-économique d'un pays, qu'elle favorise les échanges interprovinciaux et permet la mobilité des personnes et biens. [2]

I.2.3 Les caractéristiques de la route :

La route est composée de différents éléments sont : (**Figure I.1**):

- Le sol support ou (terrain).
- La voie de circulation (la chaussée).
- Les accotements.

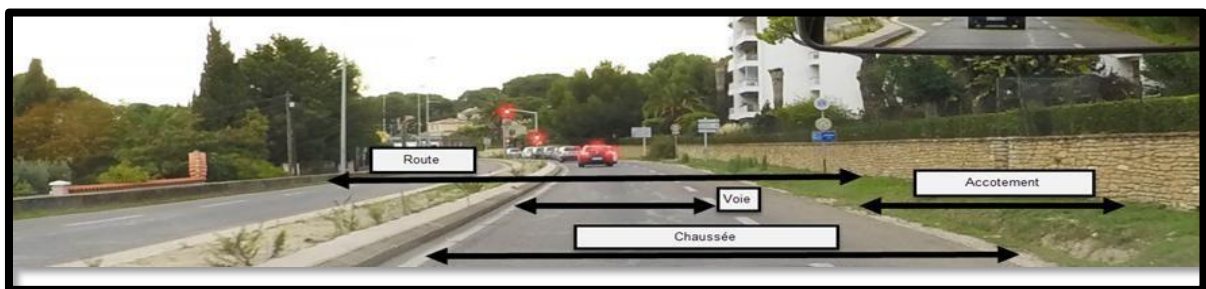


Figure I.1 : Les caractéristiques de la route.

I. 3 La chaussée :

Est une surface plane imperméable et résistance, qui a pour rôle de protéger le sol support des agressions générées par le trafic ou le climat.

Elle peut être routière, ferroviaire, aéroportuaire, et est composée de plusieurs couches: (Figure I.2) :

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

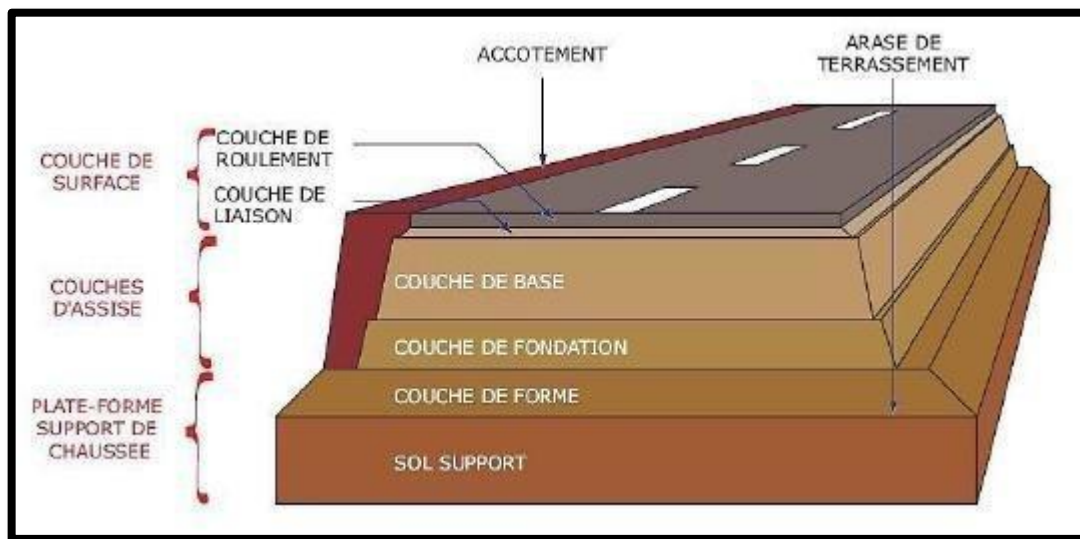


Figure I.2 : les différentes couches de la chaussée routière.

I.3.1 La couche de surface :

Cette couche est la partie supérieure de la chaussée composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

On l'appelle plus communément «le revêtement de route », elle est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules, les usagers et fait face aux conditions climatiques. [3]

Son rôle est de :

- ✓ Résister aux efforts des pneus.
- ✓ Garantir une bonne étanchéité pour éviter l'infiltration de l'eau.
- ✓ Assurer un certain confort à la circulation.

I.3.2 La couche de base :

Avec la couche de fondation elles forment la couche d'assise, c'est une couche intermédiaire qui Permet de répartir les contraintes issues des efforts provoqués par les pneumatiques. [3]

I.3.3 La couche de fondation :

Son rôle est identique à celui de la couche de base.

I.3.4 La partie terrassement :

En dessous de la chaussée, se trouve la partie terrassement qui est subdivisée en plusieurs couches :

✓ La plateforme support de chaussée (PFSC) :

Qui fait le lien entre la partie chaussée et la partie terrassement et est la surface Supérieure de la Couche de forme. [3]

✓ La couche de forme (C d F) :

C'est une couche de transition entre le sol support et le corps de chaussée, elle permet d'optimiser la portance du sol support, et est constituée de matériaux naturels (sable, grave).

✓ La plate –forme de la partie supérieure des terrassements ou arase (A R) :

Qui est également une plateforme.

✓ Le sol support :

Qui est correspond à la partie supérieure des terrassements (PST) appelé remblai (sol surélevé) ou déblai (sol enfoui) [3].

I.4. Les différents types des chaussées :

Le réseau routier et autoroutier est composé de plusieurs types de structures chaussées. Pour chaque type de structure des exemples sont donnés dans le guide technique sur la conception et le dimensionnement des structures de chaussée, ainsi que dans le catalogue des structures types de Chaussées neuves [4].

I.4.1. Les chaussées souples :

Ces structures comportent une couverture bitumineuse relativement mince (inférieure à 15 cm), Parfois réduite à un enduit pour les chaussées à très faible trafic, reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités. L'épaisseur globale de la chaussée est généralement comprise entre 30 et 60 cm. (**Figure I.3**)

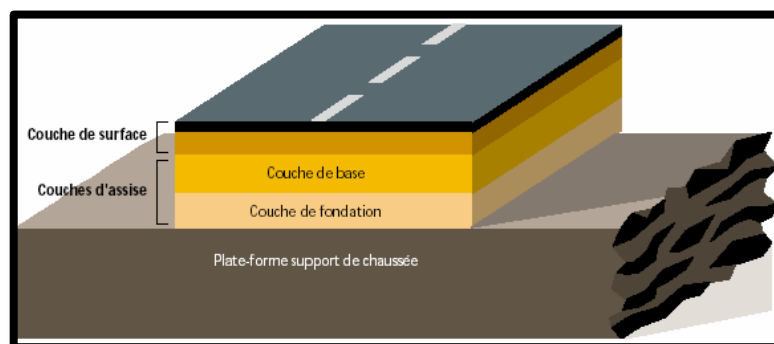


Figure I.3 : Structure d'une chaussée souple

I.4.2. Les chaussées bitumineuses épaisses :

Ces structures se composent d'une couche de roulement bitumineuse sur un corps de chaussée en matériaux traités aux liants hydrocarbonés, fait d'une ou deux couches (base et fondation). L'épaisseur des couches d'assise est le plus souvent comprise entre 15 et 40 cm.

I.4.3. Chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques :

Ces structures sont qualifiées couramment de « semi rigide », Elles comportent une couche de surface bitumineuse sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une ou deux couches (base et fondation) dont l'épaisseur totale est de l'ordre de 20 à 50 cm (Figure I.4).

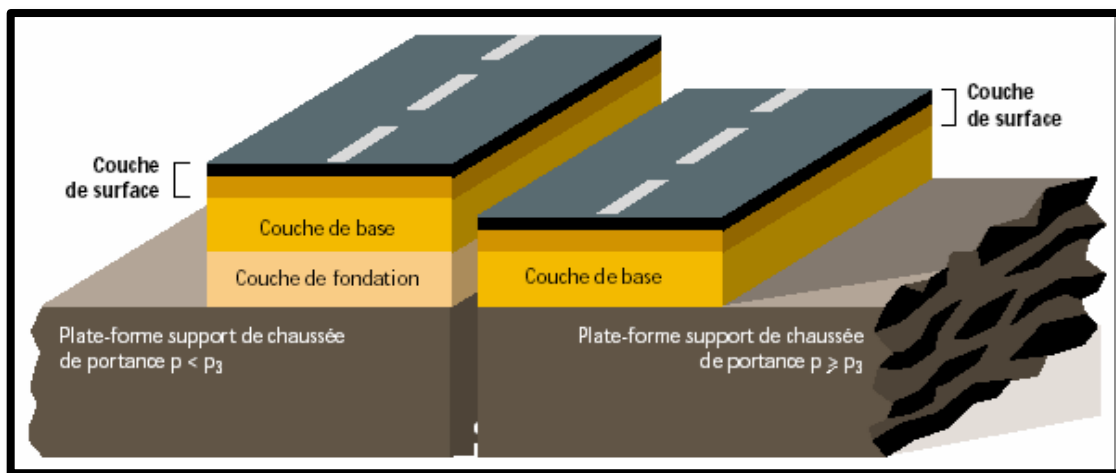


Figure I.4: Structure d'une chaussée semi-rigide.

I.4.4. Chaussées à structure mixte :

Ces structures comportent une couche de roulement et une couche de base en matériaux bitumineux (Épaisseur de la base : 10 à 20 cm) sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques (20 à 40 cm). Les structures qualifiées de mixtes sont telles que le rapport de l'épaisseur de matériaux bitumineux à l'épaisseur totale de chaussée soit de l'ordre de 1/2.

I.4.5. Chaussées à structure inverse :

Ces structures sont formées de couches bitumineuses, d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur totale, sur une couche en grave non traitée (d'environ 12 cm) reposant elle-même sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques. L'épaisseur totale atteint 60 à 80 cm.

I.4.6. Chaussées en béton de ciment :

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 20 à 28 cm d'épaisseur éventuellement recouverte d'une couche de roulement mince en matériaux bitumineux. La couche de béton repose soit sur une couche de fondation (qui peut être en matériaux traités

aux liants hydrauliques, en béton de ciment, ou drainante non traitée), soit directement sur le support de Chaussée ; avec dans ce cas interposition fréquente d'une couche bitumineuse ; La dalle de béton Peut-être continue avec un renforcement longitudinal (béton armé continu), ou discontinue avec ou sans éléments de liaison aux joints (**Figure I.5**).

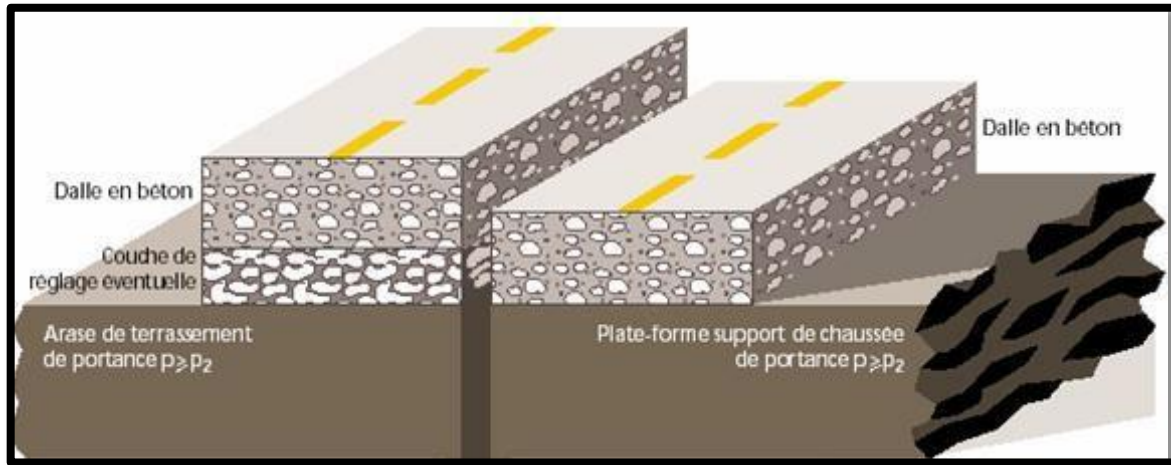


Figure I.5: Structure d'une chaussée rigide.

I.5. Terminologie routière :

- **La chaussée :**
C'est la surface revêtue de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.
- **Les accotements :**
C'est la partie de la plateforme aménagée entre la chaussée et le talus.
- **Plate-forme :**
C'est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement les terres pleines centrales.
- **Assiette :**
C'est la surface du terrain réellement occupée par la route et ses annexes.
- **Emprise :**
C'est la surface de terrain juridiquement affectée à la route et ses annexes,
Elle est généralement de : 30m pour les routes ,70 à 100m pour les autoroutes.
- **Fossés :**
Ce sont les excavations aménagées de part et d'autre de la plateforme.
- **Déblai et remblai :**
Quand la route est construite au-dessus du terrain naturel, on dit qu'elle est en remblais.
Quand elle est construite au-dessous du terrain naturel, on dit qu'elle est en déblais.
- **Devers :**
C'est l'inclinaison transversale de la route.

□ **Talus :**

C'est partie de route comprise entre l'accotement et le faussée.

□ **Ouvrages et assainissements :**

Ce sont des ouvrages en béton ou en béton armé destiné à évacuer les eaux de ruissellement en dehors de l'emprise. On distingue:

- Les buses : Ouvrages en béton à section circulaire.
- Dalots : Ouvrages en béton armé à section carrée ou rectangulaire (**Figure I.6**).

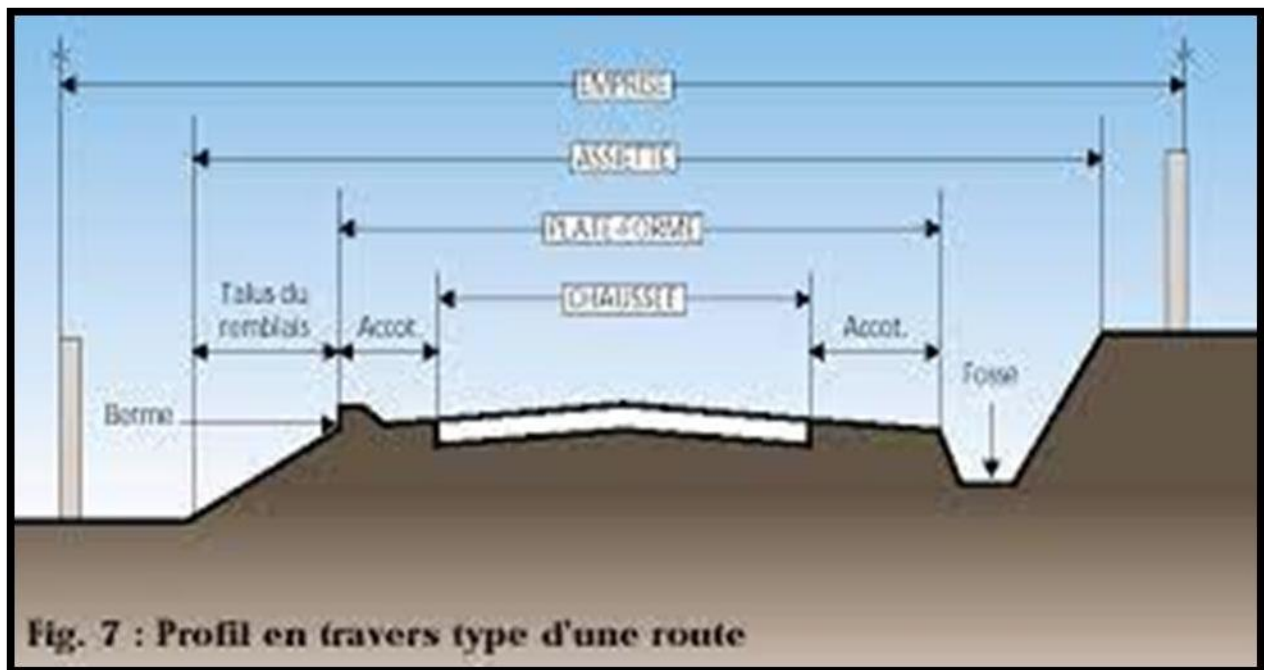


Figure I.6: Profil en travers type d'une route.

I.6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté une généralité sur les routes et une description de la structure de chaussée ainsi que les fonctions associées à chaque élément de la structure

CHAPITRE II :

Dégradation des routes

CHAPITRE II : DEGRADATION DES ROUTES.

II.1 Introduction:

Sous l'action des charges de trafic, des conditions climatiques et de vieillissement des matériaux, les chaussées se dégradent, ces dégradations peuvent être de différents ordres et sont la conséquence de problèmes divers.

L'évaluation des chaussées repose sur une série de mesures et d'observations visuelles qui permettent d'établir la condition de la structure, de diagnostiquer les causes des dégradations apparentes et de cibler les solutions les plus appropriées.

Dans ce chapitre nous étudions les différents types des dégradations observées dans les chaussées et leurs causes les plus probables.

II.2 Définition de dégradation :

Tous les défauts ou insuffisances de la structure conduisent à terme à des dégradations visibles à la surface de la chaussée.

Un passage progressif de « l'état acceptable de la route à un état plus mauvais » sous les effets du trafic, du climat.

La route se dégrade graduellement dès sa mise en service, qu'elle soit revêtue ou non revêtue.

II.2.1 Les principales causes de détérioration :

Les causes de la détérioration des routes sont multiples et variées, elles peuvent être classées en trois catégories principales :

- ✓ Le trafic des véhicules lourds.
- ✓ Les conditions climatiques.
- ✓ Le vieillissement des matériaux.

II.2.2 Les causes liées au trafic :

Le passage répété des véhicules surtout les poids lourds, provoque une usure progressive des revêtements routiers.

L'épaisseur de la structure est déterminée pour que la chaussée permette la circulation d'un trafic poids lourds sur un sol support donné pendant un certain nombre d'années de service.

Des travaux réalisés selon les règles de l'art intègrent des variations « usuelles » d'épaisseur qui sont prises en compte dans le calcul de l'épaisseur nominale. Toute sous-épaisseur, ponctuelle ou étendue, induit dès l'origine un excès de sollicitation dans la zone sous dimensionnée, qui se traduit à plus ou moins long terme par l'apparition prématurée de fissures ou de faïençage. Ces sous-épaisseurs sont d'autant plus dommageables que le matériau est rigide [5].

II.2.3 Les causes liées au climat :

Sont les effets des conditions météorologiques sur les matériaux qui composent les routes, parmi eux :

❖ **Le gel et le dégel :**

Lorsque l'eau pénètre dans les fissures du revêtement routier, elle se transforme en glace lorsqu'il fait froid, la glace occupe plus de volume que l'eau, ce qui exerce une pression sur les fissures et les élargit. Lorsque la température remonte la glace fond et laisse des vides dans le revêtement, qui devient plus fragile et plus poreux.

En général, lorsque l'eau pénètre dans le corps de chaussée par infiltration gravitaire ou par remontée capillaire. La teneur en eau trop élevée d'un sol, provoque des désordres importants en modifiant la portance ou en favorisant l'attrition de certains granulats comme les latérites. La conséquence immédiate est l'affaissement du corps de chaussée (sous le passage des véhicules), qui se traduit en surface par des déformations principalement des affaissements et des ornières. Les matériaux traités aux liants hydrocarbonés sont particulièrement sensibles au phénomène de dés enrobage. En effet, l'eau peut s'interposer entre les granulats et les liants lorsque la qualité de l'adhérence entre ces corps n'est pas suffisante.

Aussi, quand les accotements ne sont pas protégés, des ravinements sont très probables. Ils se manifestent sur les bords de la chaussée, perpendiculairement à son axe, lorsque la pente transversale est trop forte [5].

Comme l'a dit l'enseignant chercheur Dr ALLOBA Ezéchiél [5]:

« L'eau est l'ennemi premier de la route; premier axiome de l'ingénieur routier »

❖ **Les précipitations :**

La pluie, la neige ou la grêle peuvent détériorer le revêtement routier érodant sa surface, en le rendant plus glissant, ou en provoquant des infiltrations d'eau.

L'eau peut également entraîner des phénomènes de ravinement, c'est-à-dire le creusement de sillons ou de rigole par l'écoulement de l'eau sur les pentes ou les accotements.

❖ **Les rayons ultraviolets :**

Le soleil émet des rayons ultraviolets qui peuvent altérer la qualité du bitume, le liant qui assure la cohésion des granulats du revêtement routier. Le bitume perd de sa souplesse, de sa résistance et de son adhérence, et devient plus sensible à l'oxydation et au vieillissement, il peut alors se fissurer ou se décoller.

Ces causes peuvent être aggravées par le trafic, le temps ou d'autres facteurs environnementaux, il est donc important de choisir des matériaux adaptés au climat de la région.

II.2.4 Les cause liée aux matériaux :

Les matériaux utilisés dans le corps de chaussée doivent satisfaire les prescriptions exigées dans le cahier de charges.

La rigidité d'un matériau de chaussée dépend de son taux de compactage. Tous les matériaux requièrent un niveau de compactage minimal, garantissant une rigidité et un comportement en fatigue.

Tout défaut de compactage affecte la rigidité du matériau, et par suite suscite une augmentation de la sollicitation induite au passage des charges lourdes. La durée de service de la chaussée s'en voit réduite.

Un mauvais choix de matériau peut en outre conduire à une évolution du squelette granulaire sous trafic [5].

La qualité des matériaux est très importante dans la construction d'une route, car l'utilisation de mauvais matériaux conduit à des dégradations causées par :

- Une granulométrie incorrecte (mauvais compactage): risque de nids de poule
- Un pourcentage élevé d'éléments inférieurs à 80 μ m en couche de base: risque d'orniérage
- Une dureté des granulats insuffisante: risque de fissuration
- Un bitume trop mou en pays chaud: risque d'affaissement et de bourrelet
- Un polissage rapide des granulats (spécialement pour les enrobés): usure prématurée de la couche de roulement
- La présence de matières végétales dans les matériaux: risque de fissures
- La présence de matières argileuses dans des matériaux non stabilisés: risque accru de fissures [5].

II.3 Les différents types de détérioration et leurs causes :

Les dégradations les plus couramment rencontrées se classent en deux grandes familles : **Les dégradations superficielles** et **les dégradations structurelles** qui apparaissent au sein de la structure de chaussée ou de son support. .

Ces dégradations apparentes sont caractérisées par deux grandeurs importantes qui sont :

✓ L'étendue :

Qui permet de rendre compte de l'importance d'apparition du désordre, c'est la partie de la chaussée affectée par le défaut. Elle exprime la longueur endommagée par rapport à longueur

total de la section du relevé pour les dégradations linéaires ou la surface endommagée par rapport à la surface totale, pour les dégradations bidimensionnelles.

✓ **La gravité :**

Pour signaler le degré de sévérité (faible, moyen et majeur) de la dégradation.

Pour chaque type des dégradations sont énumérés trois niveaux de sévérité qui incluent les notions suivantes :

✓ **Faible :**

Il correspond au stade initial de la dégradation : les premiers indices apparaissent Parfois de façon intermittente sur un segment de route et l'évaluateur doit être attentif pour y Déceler les symptômes de détérioration. Ce niveau est souvent difficile à percevoir pour un Observateur se déplaçant en véhicule à une vitesse de l'ordre de 50 km/h. À la vitesse Maximale permise, le confort au roulement n'est pas altéré ou l'est très peu

✓ **Moyen :**

Ce niveau désigne une dégradation continue et facilement perceptible pour un Observateur se déplaçant à une vitesse de l'ordre de 50 km/h. À la vitesse maximale permise, Le confort au roulement est sensiblement diminué par la plupart des dégradations.

✓ **Majeur :**

Ce niveau indique que la dégradation est accentuée et évidente, même pour un Observateur se déplaçant à la vitesse maximale permise. Le confort au roulement est Généralement diminué et, dans certains cas, la sécurité à la vitesse maximale permise peut être compromise. Les dégradations des chaussées, selon le catalogue des dégradations de surface de la chaussée Peuvent être divisées en quatre familles :

II.3.1 La famille des fissurations :

1. Les fissures transversales :

Elles sont caractéristiques des chaussées « semi rigide » constituées par une assise traitée aux liants hydraulique, des fissures espacées de 5 à 40 m, se produisent dans la couche de grave hydraulique et traversent la couverture bitumineuse [6].

Sont des ruptures du revêtement perpendiculaire à la direction de la route.

- Causes probables :

- ✓ Retrait thermique.
- ✓ Vieillissement de bitume.
- ✓ L'effet du trafic poids lourds.
- ✓ Joint de construction mal exécuté.

- La sévérité :

On observe trois niveaux de sévérité à savoir : **(Figure II.1)**

**Faible**

- Des fissures simples et intermittentes.
- Les ouvertures des fissures < 5mm.
- Les bords sont francs et bien définis.

**Moyen**

- Des fissures simples ou multiples.
- Les ouvertures des fissures de 5 à 20 mm .
- Les bords sont érodés, un peu affaissé.

**Majeur**

- Des fissures simples ou multiples.
- Les ouvertures des fissures de plus de 20mm.
- Les bords sont souvent érodés.

Figure II.1 : Les trois niveaux de sévérité

2. Les fissures longitudinales:

➤ Fissure longitudinale dans les bandes de roulement :

C'est une rupture du revêtement sensiblement parallèle à l'axe de la route dans les bandes de roulement (**Figure II.2 a**).

- Causes probables :

- ✓ Fatigue du revêtement (trafic lourd).
- ✓ Capacité structurale insuffisante de la chaussée.
- ✓ Mauvais drainage des couches granulaires de la chaussée.

➤ Fissure longitudinale non spécifique aux bandes de roulement :

C'est une rupture du revêtement parallèle à la direction de la route, en dehors des bandes de roulement (**Figure II.2 b**).

- Causes probables

- ✓ Joint de construction mal exécuté.
- ✓ Ségrégation de l'enrobé à la pose.
- ✓ Vieillissement du revêtement.



(a) : Fissures dans la bande de roulement



(b) : Fissures hors bande de roulement

Figure II.2: Les fissures longitudinales

3. Fissures en dalle :

Les fissures en dalles sont un ensemble de fissures longitudinales et transversales se rejoignant pour former un réseau ou un maillage quasi rectangulaire de mailles inférieures ou égales à 2 m [7].

4. Fissures de joint :

Lorsque l'on met en œuvre des enrobés à chaud à l'aide d'un finisseur par bandes contiguës successives, on est souvent amené à réaliser les joints longitudinaux à froid ce qui constitue

un point faible de la couche de roulement et entraîne souvent l'apparition d'une fissure longitudinale.

5. Fissures d'adaptation :

Fissures provenant de mouvements de sols, tassement d'élargissement ou d'épaulement, retrait hydrique, ou glissement de terrain [6].

6. Fissures diverses :

Fissures d'une façon anarchique à la surface de la chaussée; on rencontre les fissures parabolique en étoile ou en y [7].

7. Fissures obliques :

Ces types de fissures concernent les chaussées en béton, ce sont des cassures de dalle joignant deux cotés adjacents situées à plus de 50 cm du coin de la dalle. Causées par la fatigue de la structure ou un mauvais appui ou un retrait thermique.

8. Faièncage :

Le faièncage est un ensemble de fissures plus ou moins rapprochées formant des mailles. Il existe trois types de faièncage. Elles sont dites à mailles fines ou peaux de crocodiles lorsque le coté varie de 10 à 40 cm forment une série de polygones dit **faièncage dans les bandes de roulement**, causée par décollement de la couche de roulement et une fatigue excessive de l'assise provoquée par un excès de contrainte à la base des couches traitées.

Et **faièncage non spécifique aux bandes de roulement** soit avec des mailles larges au-delà de 40 cm soit avec des mailles fines formant une série de polygone non limités au bandes de roulement .

Le troisième type est le **faièncage circulaire** qui est un ensemble de mailles fines apparaissant ponctuellement et sensiblement sur une zone circulaire (généralement de diamètre inférieur à 1m) (**Figure II.3**).

- Causes probables :

- ✓ Une ségrégation des matériaux usés.
- ✓ Des contraintes de cisaillement engendrées par le trafic lourd.
- ✓ Défaut ponctuel à la surface de l'assise traitée aux liants hydrauliques.
- ✓ Un excès d'eau (précipitations) ou un manque d'eau (dessiccation).



Figure II.3 : Fissures longitudinales de type faïençage

II.3.2 La famille des déformations :

1. L'orniérage :

➤ Les ornières à petit rayon :

Il s'agit d'une déformation par fluage des couches bitumineuses de la surface, correspond à une dépression longitudinale simple située dans les bandes de roulement, la largeur est inférieure à 80 cm (**Figure II.4**).

- Causes probables :

- ✓ Le compactage de l'enrobé de la mise en place est insuffisant.
- ✓ L'enrobé trop faible pour résister au trafic lourd.
- ✓ Usure de l'enrobé en surface.

- La sévérité :



Faible : profondeur de l'ornière < 10 mm



Moyen : profondeur de l'ornière de 10 à 20 mm



Majeur : profondeur de l'ornière supérieur à 20 mm

Figure II.4 : Les trois niveaux de sévérité pour les ornières à petit rayon.

➤ **Les ornières à grand rayon :**

Qui concernent des chaussées souples à couverture bitumineuse mince et déformable.

Il s'agit d'un tassement des couches inférieures en matériaux non traitées, est une dépression longitudinale simple située dans les bandes de roulement, la largeur est supérieur à 80 cm (**Figure II.5**).

- **Causes probables :**

- ✓ Capacité structurelle de chaussée insuffisante.
- ✓ Mauvais drainage des matériaux granulaires de chaussée.
- ✓ Compactage insuffisant dans les couches granulaires.

- **La sévérité :**

**Faible****Moyen****Majeur**

Figure II.5 : Les trois niveaux de sévérité pour les ornières à grand rayon

2. L'affaissement (de rive) :

C'est une pathologie que l'on rencontre sur la voirie secondaire.

Il s'agit d'anciennes chaussées souples et une distorsion du profil en bordure de la chaussée « chaussée bombée », comprise entre le bord et la bande de roulement de rive (**Figure II.6**).

- **Causes probables :**

- ✓ Sous-dimensionnement du corps de chaussée.
- ✓ Présence de matériaux mal compactés.
- ✓ Mauvais état des réseaux souterrains.
- ✓ Instabilité du remblai.

Affouillement ou assèchement du sol support.

- **Sévérité :**



Faible : dénivellation dont profondeur < 20mm



Moyen : profondeur de 20 à 40mm



Majeur : profondeur est supérieur à 40 mm

Figure II.6 : Les trois niveaux de sévérité pour l'affaissement.

3. Flache (affaissement hors rive):

Est une déformation de la surface de la chaussée à une forme circulaire, enfoncement ponctuel (Figure II.7).

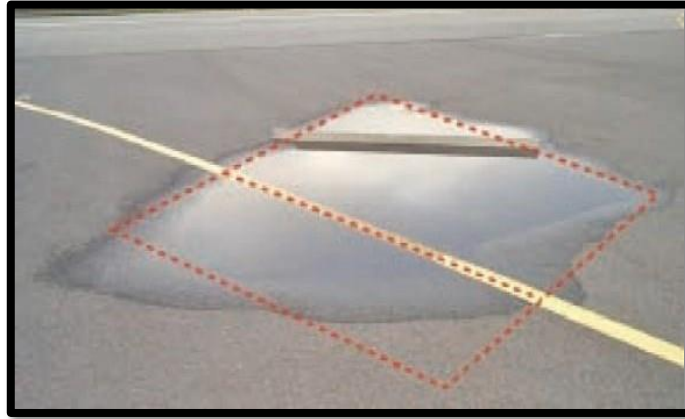


Figure II.7 : Flache (affaissement hors rive)

II.3.3 La famille des arrachements :

1. Désenrobage :

Est une détérioration progressive du revêtement, d'origine un défaut d'adhésivité entre les granulats et le liant bitumineux. Disparition du mastic (liant + fines) autour des granulats d'une couche de roulement en enrobés (**Figure II.8**).

- Causes probable :

- ✓ Mauvaise enrobage.
- ✓ Compactage insuffisant et mauvaise.
- ✓ Sous-dosage de bitume.
- ✓ Vieillessement de l'enrobage (oxydation).
- ✓ Stagnation d'eau sur la chaussée.



Figure II.8: Désenrobage

2. Pelade :

C'est un arrachement par plaques de l'enrobé dans la couche de surface du roulement (**Figure II.9**).

- **Causes probables :**

- ✓ Epaisseur de la couche de roulement insuffisante (trop faible).
- ✓ Mauvaise adhérence de couche de surface (roulement).
- ✓ Les sollicitations du trafic (forte).
- ✓ Absence de couche d'accrochage.



Figure II.9 :Pelade

3. Nid de poule :

Des trous arrondis, de taille et de profondeur variable peuvent être comblés créés à la surface de la chaussée (**Figure II.10**).

- **Causes probable :**

- ✓ Chaussée fortement sollicitée par trafic lourd.
- ✓ Epaisseur de revêtement insuffisante.
- ✓ Faiblesse de fondation ponctuelle.
- ✓ Atteinte des dégradations de diverse nature (stade ultime).

- **Sévérité :**



Faible : diamètre moins de 200mm



Moyen : diamètre 200 à 300mm



Majeur: diamètre plus de 300mm

Figure II.10 : Les trois niveaux de sévérité pour le nid de poule

4. Plumage :

Arrachement d'une partie des gravillons de revêtement est appelé peignage lorsqu'il se produit parallèlement à l'axe de route(**Figure II.11**).

- Causes probable :

- ✓ Action de l'eau (salage des chaussées en hiver).
- ✓ La nature de granulats (mauvaise).
- ✓ Ségrégation des granulats à la mise en œuvre



Figure II.11 : Plumage

5. Tête de chat :

Pierres ou cailloux durs, apparaissant à la couche de surface formant saillie. Après l'usure de la couche de roulement.

II.3.4 La famille des remontées :

Les mouvements de matériaux sont causés par des remontées du liant à la surface de chaussées, par l'enfoncement de gravillons dans l'enrobé.

1. Les remontées de boue :

Des matériaux fins argileux remontent à la surface de chaussée par les fissures de couche de roulement.

- **Causes probable :**

- ✓ L'effet du trafic.
- ✓ La présence d'eau.

2. Les remontées d'eau :

Provenant d'un mauvais drainage du corps de chaussée à travers d'une couche de surface perméable (les pores).

- **Causes probable :**

- ✓ Mauvais drainage du corps de chaussée.
- ✓ Etanchéité de chaussée insuffisante.

3. Ressuage :

Accentuée dans les pistes de roulements, remontée de bitume à la surface de revêtement (**Figure II.12**).

- **Causes probables :**

- ✓ Les sollicitations du trafic.
- ✓ La température de revêtement élevée.
- ✓ Surdosage du bitume.
- ✓ L'enrobé inadaptée aux sollicitations.
- ✓ Excès de liant d'accrochage.



Figure II.12:Ressuage

II.3.5 Les dégradations en milieu urbain :

1. Fissuration autour des regards et puisards :

C'est une rupture de revêtement circulaire (**Figure II.13**).

- **Causes probable :**

- ✓ Perte de matériaux autour de la structure.

- ✓ Cycle gel et dégel.
- ✓ Tassement de la chaussée (ou consolidation).
- ✓ Les effets (impacts dynamique).

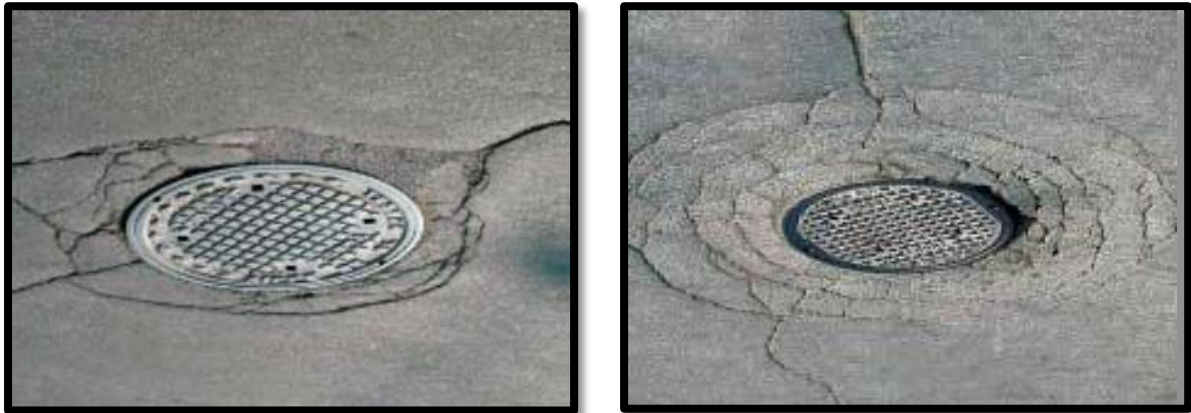


Figure II.13 : Fissuration autour des regards.

2. Coupe et tranchée:

Fissuration ou affaissement dans la tranchée, causée par le manque d'étanchéité du joint de coupe et aussi la perte de support latéral dans la tranchée, les matériaux de compactage est insuffisant pour remblayage de tranchée (**Figure II.14**).



Figure II.14 : Coupe et tranchée.

3. Dénivellation des regards et puisards :

Inégalité entre la surface de revêtement et le dessus d'un regard ou puisard. Ces dégradations sont causées par cycle gel et de dégel, le tassement de la chaussée et perte de matériaux autour de la structure (**Figure II.15**).

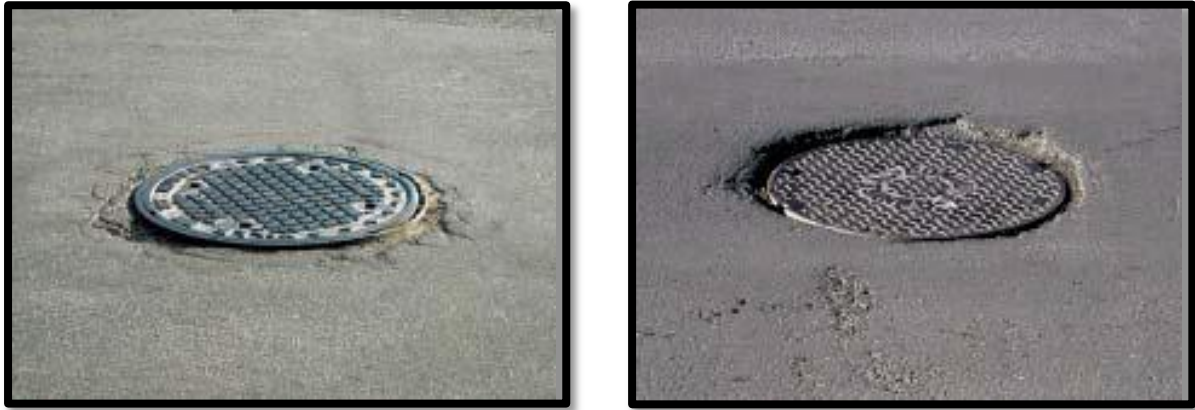


Figure II.15 : Dénivellation des regards

II.4 Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté un aperçu sur les différentes familles de dégradations des chaussées souples, la chaussée subit au cours de sa vie divers types de sollicitation, le trafic des véhicules, les variations thermiques ainsi que les conditions climatiques surtout dans la période hivernale.

Dès sa mise en service, la route commence à se dégrader. Les dégradations se caractérisent par des désordres divers qui constituent, la principale pathologie des chaussées revêtues et les non revêtues.

CHAPITRE III :

Méthodes d'auscultation des chaussées

CHAPITRE III : METHODES D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES

III.1 Introduction

Auscultation d'une chaussée revient à évaluer son état structurel et à établir son diagnostic afin d'y apporter des remèdes nécessaires pour son maintien dans un niveau de service appréciable donc apporter des solutions appropriées au choix de la technique à mettre en œuvre et ce à travers des paramètres d'état bien définies.

Les techniques d'auscultation peuvent se classer en quatre catégories:

- Le relevé de l'état de surface de la chaussée, soit par observation visuelle comme l'indique la méthode de relevé de dégradation [9], soit par mesure de la géométrie de surface profil en long [10], profil en travers [11]. Ces techniques recueillent des informations sur les propriétés de structure et de la surface de la chaussée.
- Les techniques d'essais destructifs: sondages, carottages [12], arrachements, ovalisation [13]. Ces techniques recueillent des informations sur les propriétés de la chaussée.
- Les techniques d'essais non destructifs avec sollicitation: mesure de déformabilité de surface [14], radar [15], auscultation dynamique [16]. Ces techniques recueillent des informations sur les propriétés de structure de la chaussée.
- Les techniques d'essais non destructifs sans sollicitation: mesure de bruit au passage, mesure de la tache au sable, mesure de glissement, mesure de réflexion optique. Ces techniques recueillent des informations sur les propriétés de surface ou d'environnement de la chaussée.

III.2 Stratégie d'auscultation

La stratégie d'auscultation consiste à déterminer l'approche que prendra une ville pour connaître l'état des infrastructures sous étude. La détermination de cette stratégie est essentielle dans tous les travaux d'auscultation des différents réseaux et dans tous les projets de plan d'intervention. Elle est définie comme étant le choix des moyens pour procéder à l'examen des segments (sections ou tronçons) qui composent le réseau sous étude. Le choix de la méthode d'auscultation est un des éléments à considérer lors de la planification de l'auscultation des infrastructures.

III.3 Les principaux critères d'auscultation

III.3.1 État de surface

L'évaluation de l'état de surface d'une chaussée consiste à évaluer quatre principales caractéristiques de surface : la fissuration, le confort au roulement, l'orniérage, la texture et l'adhérence. (Document auscultation)

□ La fissuration constitue une information essentielle en gestion des chaussées pour déterminer la cause de la déficience d'une chaussée en vue de la corriger. Les fissures sont classées par causes en fonction de leur forme, leur orientation et leur position.

□ Le confort au roulement sert à déterminer la qualité de roulement offerte par les chaussées, il est la principale caractéristique perçue par les usagers de la route.

□ Les ornières sont des dépressions longitudinales situées dans les pistes de roue. Elles sont susceptibles de retenir l'eau et de provoquer l'hydroplanage des véhicules. Elles rendent également la conduite inconfortable. Elles ont une incidence importante sur la sécurité offerte par les chaussées.

□ L'adhérence et la texture sont des caractéristiques de surface qui influencent de plus en plus le choix d'un revêtement routier. Elles sont en lien direct avec le bruit pneu chaussée.

Ces mesures constituent les données de bases à l'entrée de tout système de gestion de chaussée. Cependant d'autres relevés spécifiques additionnels peuvent encore être demandés selon les conditions locales et la nature du projet: nid-de-poule, pelade, défaut autour des structures d'accès, ressuage, etc. Les relevés de dégradations de surface permettent d'identifier le type, l'emplacement l'étendue et la sévérité des différents défauts qui sont présents à la surface de la chaussée.

III.3.2 État structural

L'état structural d'une chaussée fait référence à deux principales caractéristiques, telles la capacité structurale et la susceptibilité au gel. La capacité structurale représente l'aptitude d'une chaussée à répartir les contraintes induites par le trafic, elle est habituellement déterminée au moyen d'essais effectués sur le terrain. La susceptibilité au gel d'une chaussée représente sa tendance à se déformer sous l'influence du gel, il peut alors en résulter des soulèvements différentiels qui sont responsables de la dégradation accélérée de la surface des chaussées. A cet égard, trois facteurs sont essentiels à l'apparition de ces soulèvements : un sol susceptible au gel, des températures sous le point de congélation et la présence d'eau.

III.4 Les techniques et méthodes de l'auscultation :

III.4.1 Auscultation visuelle :

La description précise des défauts d'une chaussée est incontestablement un des éléments importants à prendre en compte pour établir le diagnostic et choisir la technique d'entretien à mettre en œuvre. On est amené à recenser et à décrire avec soin les défauts apparents dans le souci d'une classification adéquate et d'une meilleure appréciation des causes permettant de proposer des remèdes les plus appropriées. L'analyse de l'état de

dégradation doit être faite sur la base d'une inspection visuelle détaillée qui doit porter sur un relevé systématique du type de chaque dégradation, de son étendue et de sa gravité. La méthode de relevé des dégradations, consiste à parcourir la section de chaussée, à repérer les dégradations qui apparaissent à la surface de la chaussée, à les identifier, et enfin à les localiser sur papier ou support informatique. Il existe de nombreux types de dégradations qui peuvent apparaître sous différentes formes (gravité). Le catalogue des dégradations [17], qui sert de référence pour identifier les dégradations, indique également les causes probables ayant engendré ces dégradations et leurs évolutions prévisibles. Ainsi, la présence de faïençage à maille fine est significative de problèmes d'accrochage dans le cas de chaussées souples ou bitumineuses. Dans le cas de chaussées semi rigides ou rigides, la présence de laitance ou de fines au droit des fissures laisse présager d'une désagrégation d'une interface. Si la méthode de relevé des dégradations de surface est pertinente pour révéler la présence de défauts internes à la chaussée, elle présente deux inconvénients majeurs: Les dégradations de surface peuvent être masquées par un entretien de surface qui ne résout pas les problèmes structurels existants. L'apparition des dégradations en surface est tardive et préjudiciable à la structure de chaussée. En effet, les fissures et autres faïençages dans la couche de roulement impliquent que celle-ci n'assure plus son rôle d'étanchéité vis-à-vis de la structure. L'eau peut s'introduire dans le corps de chaussée conduisant à une accélération du processus de dégradation.

La longueur de section de relevé dépendra d'une manière générale de l'homogénéité de l'itinéraire à ausculter. En Algérie, les relevés de dégradations sont à effectuer par section élémentaire de 100m pour les routes du nord, et 200 m pour les routes du sud [18]. Pour ce faire, le technicien chargé du relevé devra parcourir la section à bord d'un véhicule avec une vitesse très réduite qui lui permettra de noter toutes les dégradations et de s'y arrêter pour effectuer les mesures nécessaires. Les moyens matériels dont il doit disposer pour mener son travail sont :

- Un véhicule muni d'un compteur métrique,
- Les feuilles de routes,
- Une règle droite de 2 m équipée d'un dispositif pour mesurer les profondeurs de déformations,
- Un calibre pour mesurer les largeurs des fissurations

III.4.2 Méthode de technique d'essai destructif :

III.4.2.1 L'essai de carottage

La méthode de carottage est un essai destructif qui consiste à prélever un échantillon cylindrique dans un corps de chaussée (**Figure III.1**) Seuls les matériaux traités peuvent être extraits par carottage. L'examen de la carotte permet visuellement de vérifier l'état des interfaces. Cependant, les contraintes engendrées lors de l'essai peuvent conduire à affecter les états d'interface de la carotte. C'est pourquoi il est conseillé d'examiner également le trou de carottage. Pour limiter les efforts lors du carottage, un diamètre minimum de 15 mm est conseillé.

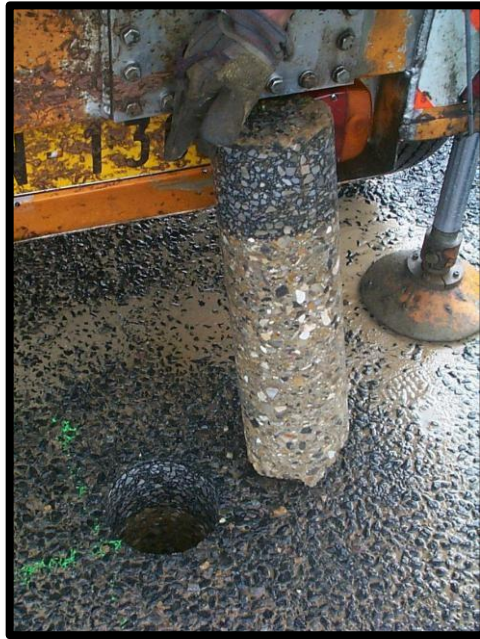


Figure III.1 : Echantillon cylindrique dans un corps de chaussée

III.4.2.2 L'essai d'ovalisation

L'essai d'ovalisation vient valoriser l'essai de carottage précédent. Il consiste à mesurer la déformation dans le trou de carottage sous le passage d'une charge. Cette mesure est réalisée suivant différentes directions horizontales (longitudinale, transversale, et 45°) et répétée à différentes profondeurs (de par et d'autre des interfaces). Dans le cas d'une interface collée les déformations mesurées de part et d'autre de celle-ci sont égales. Des écarts significatifs sont révélateurs d'un glissement au niveau de l'interface plus ou moins prononcé. Les résultats d'ovalisation peuvent également être utiles pour en déduire les caractéristiques mécaniques des matériaux de la chaussée à partir d'un modèle incluant le trou de carottage. Ce modèle est repris pour calculer les contraintes et déformations sans le trou de carottage, puis évaluer au besoin la solution de renforcement nécessaire.

III.4.2.3 L'essai de torsion

L'essai de cisaillement par torsion, également connu sous le terme " napkin-ring test" dans le domaine des matériaux composites, fut développé par Bruyne, et consistait à coller bout à bout deux cylindres de fine épaisseur. Cet essai vise à mesurer la résistance au cisaillement par torsion d'une interface entre deux couches d'enrobés. Le principe de l'essai est de solliciter en torsion une éprouvette bi matériau de manière à générer des contraintes de cisaillement à l'interface. Ce type d'essai est largement utilisé dans beaucoup de domaines d'ingénierie pour l'évaluation de la performance d'un assemblage collé, mais demeure peu utilisé dans le domaine des chaussées pour l'étude du collage entre couches de chaussée (**Figure III.2**).

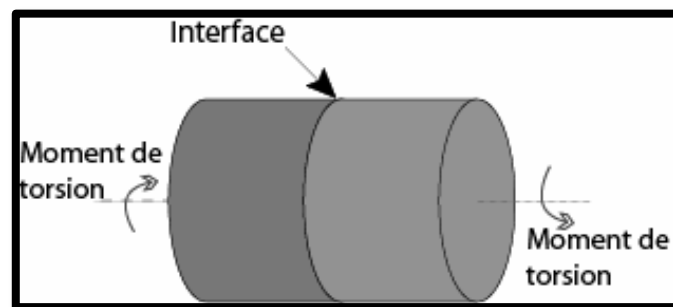


Figure III.2 : Principe de l'essai de torsion

Sur chantier, l'essai consiste à carotter jusqu'à une profondeur d'environ 10 mm en dessous de l'interface à tester et à appliquer, au moyen d'une clé dynamométrique, une sollicitation monotone de torsion sur un disque préalablement collé à la surface de la carotte. L'essai est réalisé manuellement, et à température ambiante. De ce fait, on ne peut pas garantir une vitesse constante chargement; l'essai étant rapide, on suppose que la température reste invariable. En laboratoire, un dispositif et une presse mono-axe permettent d'appliquer, via des disques collés aux extrémités d'une éprouvette cylindrique bi matériau, une sollicitation monotone de torsion. L'essai de torsion en laboratoire (**Figure III.3**)



Figure III.3: Dispositif d'essai torsion en laboratoire

III.4.2.4 L'essai de traction

L'essai de traction est l'un des premiers essais développés pour mesurer la résistance à l'arrachement, sous chargement monotone, des couches d'étanchéité sur les tabliers de ponts. L'objectif de l'essai est de générer des contraintes de traction à l'interface de deux couches. Il s'agit alors de mettre en traction une éprouvette bicouche, l'interface étant disposée orthogonalement à la direction de l'effort de traction. (**Figure III.4**)

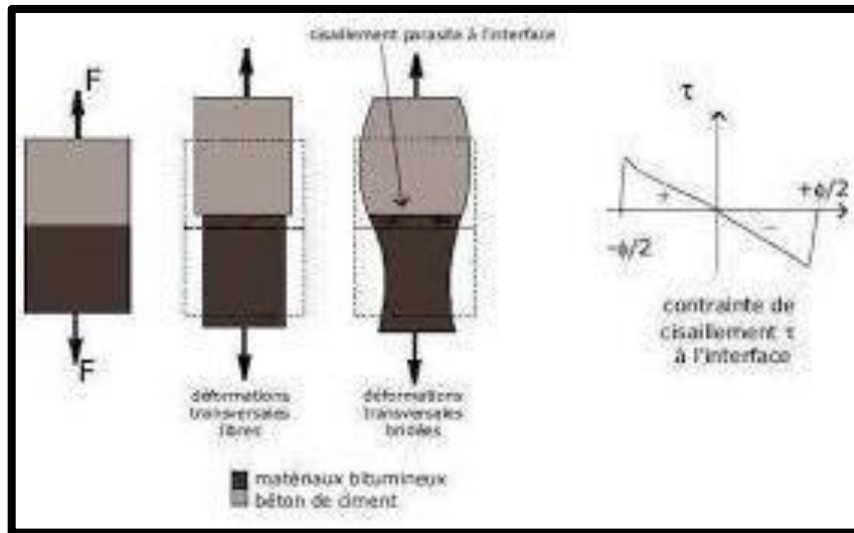


Figure III.4 : Principe d'essai de traction directe

Sur chantier, l'essai de mesure de la force de liaison entre deux couches d'enrobés consiste à effectuer un carottage d'un diamètre de 100 mm, à environ 10 à 20 mm sous l'interface entre la couche de surface et la couche sous-jacente. Ce type d'essai peut être réalisé aussi bien en laboratoire que sur chaussée. Un système de préhension sans colle est placé sur le pourtour de la carotte jusqu'à une profondeur de 35 mm dans la couche de surface. Une contrainte de traction est appliquée à la vitesse de 240 N/s

III.4.2.5 L'essai de cisaillement direct :

Ce type d'essai fréquemment utilisé pour étudier le comportement mécanique du collage entre deux couches d'enrobés bitumineux. L'essai de cisaillement direct vise à générer directement des contraintes de cisaillement à l'interface de deux couches de matériaux. Ces dispositifs d'essais ont été développés sur la base de ce principe. Dès 1979, Leutner a proposé un dispositif d'essai du style "guillotine" [19], idée également reprise par Romanoshi en 1999, Mohammed et al en 2002, pour déterminer, sous chargement monotone, la résistance au cisaillement de l'interface entre deux couches d'enrobés. Sur la base de ce style "guillotine" les Suisses ont développé un dispositif d'essai (LPDS: layer-Parallel Direct Shear) et normalisé la procédure d'essai (SN 671 961) [20]. Ce type d'essai fait intervenir des éprouvettes cylindriques biomatériaux de diamètre 150 mm qui peuvent être carottées sur

chantier, ou fabriquées en laboratoire sur une presse mono-axe, deux mâchoires espacées de 4 à 5mm et positionnées de part et d'autre de l'interface permettent de générer la sollicitation de cisaillement directe. L'Université d'Ancone a proposé une boîte de cisaillement ASTRA (Ancona Shear Testingue Research and Analysis), type boîte de Gasagrand (**Figure III.5**), pour étudier en laboratoire le comportement mécanique de l'interface entre deux couche d'enrobés. Outre la sollicitation monotone de cisaillement, ce dispositif d'essai permet d'appliquer et de contrôler l'effort normal à l'interface . L'éprouvette testée peut être prismatique avec une section cisailée de 100x100mm².

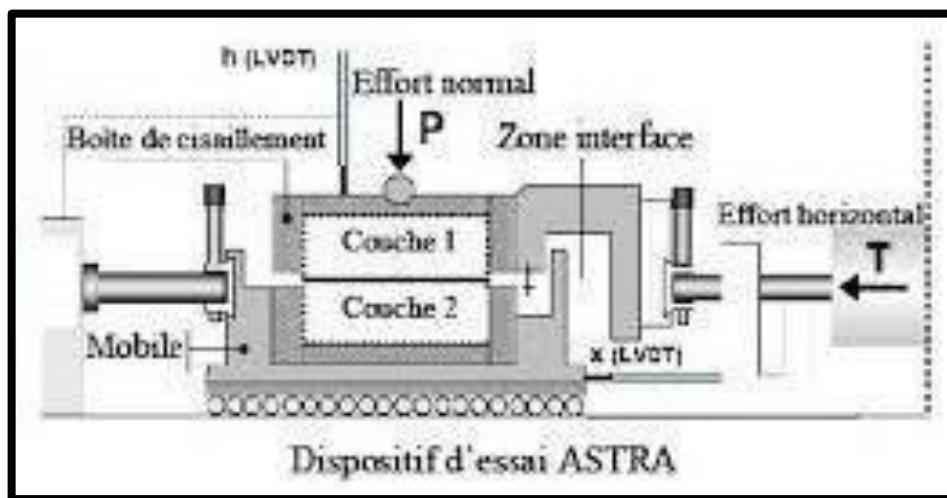


Figure III.5 : Dispositif d'essai de cisaillement ASTRA

III.4.2.6 L'essai de flexion 3 ou 4 points :

L'essai de flexion, trois ou quatre points consiste à fléchir une éprouvette composite parallélépipédique, les contraintes générées à l'interface sont alors une combinaison de contrainte normale et de cisaillement (**Figure III.6**). De fait cet essai est bien adapté à l'étude en laboratoire du comportement des structures de chaussées puisqu'il reproduit un état de contrainte proche de la réalité. Les chaussées sont des plaques qui travaillent en flexion l'un des premiers essais qu'on trouve dans la littérature, est un essai de flexion de quatre points avec une interface oblique. Il est utilisé dans les normes canadiennes sur les produits de réparation en Béton, on trouve une grande variété d'inclinaison d'interface de ce collage, les cas privilégiés demeurant des angles 0°, 45, 60, ou, 90 par rapport à l'horizontale . Dans un tel essai, les contraintes à l'interface dépendent du frottement de la géométrie. Selon la géométrie adoptée on peut obtenir diverses combinaisons de compression /traction et cisaillement à l'interface. Les littératures fournissent de nombreuses études expérimentales pour lesquelles la géométrie de l'éprouvette est adaptée et le problème traité.



Figure III.6 : Dispositif d'essai de flexion 3 points

III.4.2.7 L'essai de fendage :

Le principe de l'essai de fendage a été proposé par L'Université de Vienne dès 1986 pour caractériser le comportement de l'interface de collage dans les matériaux composites. Ce type d'essai permet de déterminer l'énergie nécessaire pour faire propager la fissure à l'interface d'un éprouvette biomatériaux ou d'une couche de béton. Plusieurs géométries d'éprouvette sont proposées. L'éprouvette est préalablement rainurée et entaillée au niveau de l'interface. L'effort vertical appliqué sur une pièce de transfert de charge génère des efforts horizontaux qui font propager la fissure.



Figure III.7: Dispositif de résistance en traction par fendage

III.4.3 Méthode de mesure de déformabilité de surface :

La méthode de mesure de déformabilité de surface [21], plus généralement appelée mesure de déflexion, consiste à mesurer la déformation de la chaussée sous l'action d'une charge lourde. De nombreux appareils réalisent cette mesure: défectographe, curviamètre, déflactomètre à masse tombant plus connu sous le nom de FWD (FallingWeightDeflectometer) . D'autres sont en cours de développement[22] La mesure de déformation verticale déduite de l'essai est généralement utilisée pour estimer les caractéristiques résiduelles de la chaussée, soit en termes d'épaisseur équivalente d'un modèle mono-couche, soit en terme module de Young d'un modèle multicouches, soit en termes de durée de vie résiduelle ou encore d'épaisseur de renforcement nécessaire en utilisant un matériaux type.

III.4.3.1 L'essai de déflactographe :

Utilisé notamment pour la surveillance d'un réseau routier, la détection des zones défectueuses à renforcer etc. L'essai au déflactographe est une technique d'auscultation mécanique statique ou quasi statique qui permet de mesurer le déplacement vertical de la surface de la chaussée (déflexion) sous l'effet d'un essieu d'un poids lourd en mouvement à vitesse constante. Le principe de l'essai fait intervenir une poutre de référence désolidarisée du véhicule, et qui repose sur la chaussée par trois points situés hors de la zone d'influence de la charge de 13 tonnes. Le véhicule avançant, les capteurs de la poutre mesurent les valeurs de flexion jusqu'au passage de l'essieu arrière. La poutre est ensuite ramenée à l'avant, dans sa position initiale vis-à-vis du véhicule, pour une nouvelle mesure. La forme et l'amplitude du bassin de déflexion renseignent sur la capacité et la condition structurale du corps de chaussée. Les valeurs de déflexion et de rayon de courbure du bassin sont influencées par les caractéristiques (modules élastiques et épaisseurs) des différentes couches de la structure de la chaussée et les niveaux de collage aux interfaces .en effet, lorsque le niveau de collage à l'interface diminue, la déflexion augmente et le rayon de courbure diminue.

III.4.3.2 L'essai de déflactomètre FWD :

L'essai au FWD est une technique d'auscultation mécanique statique ou quasi statique. Le FWD (déflactomètre à masse tombant) est conçu pour mesurer un bassin de déflexion à la différence que la charge est tombante et appliquée sur une plaque de 300mm de diamètre. Il se compose d'une remorque tractée de 850 kg environ (transportant les éléments de mise en charge et les capteurs de déplacement) et d'un système de pilotage automatique, d'acquisition Et de traitement des données. Le principe de l'essai est le suivant. Suivant le type de structure de chaussée à tester, la masse est libérée d'une hauteur variant de 20 à 400 mm provoquant une force variant de 7 à 105 KN. La charge est transmise à la chaussée par l'intermédiaire d'un

ressort dont la constante de raideur permet de déterminer la durée du chargement. Les neuf capteurs de déplacement (dont un au centre de la plaque) mesurent les valeurs de la déformée horizontale sur 2 mètres environ du point d'application de la charge (**Figure III.7**) Pour les structures routières, les paramètres de chargement sont réglés de manière à obtenir une impulsion d'une durée de 28 ms (34Hz), correspondant à la durée de charge d'un poids lourd circulant à une vitesse moyenne d'environ 70 km/h s'appliquent également à l'essai au FWD. Le niveau de déflexion obtenu est global et dépend aussi bien de l'état de l'interface pourrait cependant être vérifié pour une chaussée neuve.

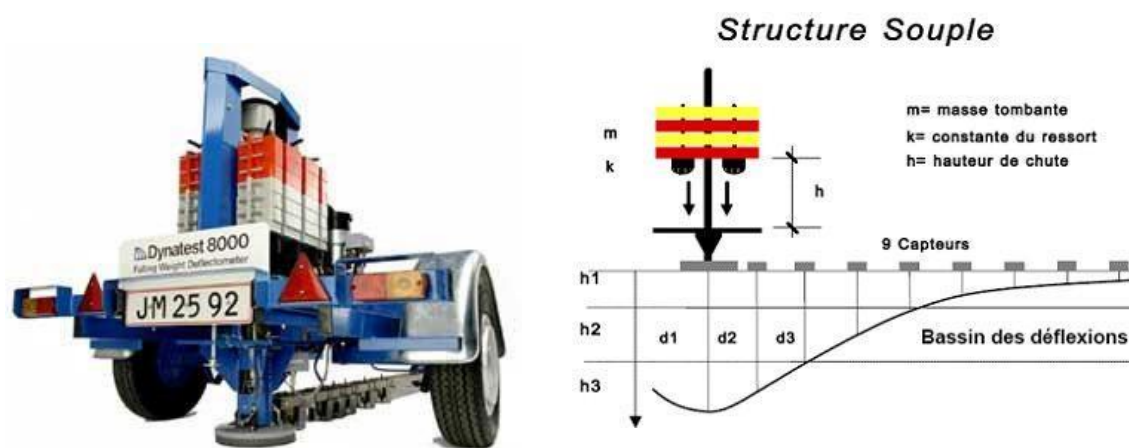


Figure III.8 : Appareillage et principe de fonctionnement du FWD

III.4.4 Méthode de mesure par technique radar :

La méthode radar consiste à faire propager une onde électromagnétique vers la structure de chaussée. Le premier objectif du technique radar est de déterminer les épaisseurs de mise en œuvre des couches des matériaux. En effet, à chaque discontinuité diélectrique du milieu, une partie de l'impulsion est réfléchiée vers la surface. Pour certains auteurs, une analyse plus avancée des signaux radar met en évidence des variations de réponse en termes d'amplitude d'échos, et qu'ils interprètent comme des variations du niveau de collage à l'interface.

III.4.5 Méthode d'impédance mécanique :

Désigne un ensemble de méthodes qui estiment une réponse complexe en fréquence de la chaussée. L'essai consiste à appliquer une sollicitation à la chaussée, et à mesurer sa réponse en surface. La réponse complexe en fréquence est définie comme le rapport entre la réponse mesurée et la force appliquée. Si la réponse mesurée est un déplacement (resp. vitesse, accélération), la réponse en fréquence est nommée admittance resp. mobilité, inertance)

III.4.5.1 L'essai de collomètre :

Le collomètre a été développé en 1975 pour détecter les couches décollées. Son principe repose sur de constatations pratiques. Lorsque les couches sont collées entre elles, alors suite

à un choc donné à la surface de la chaussée, une grande partie de l'énergie est transmise vers le sol. S'il y a défaut (décollement) à l'interface, l'énergie est réfléchiée vers la surface. Le collomètre se compose d'une masse tombante et des géophones qui, placés à 100 mm autour du point d'impact, mesurent la réponse de la structure. Cet appareil est remplacé par le collographe (**Figure III.9**).

III.4.5.2 L'essai de collographe :

L'essai au collographe consiste à appliquer par l'intermédiaire d'une bille vibrante, une sollicitation sinusoïdale, d'amplitude 2000 N et de fréquence 60 Hz, à la surface de la chaussée. Des capteurs mesurent la composante traduite l'état structurel de la chaussée, elle est constante le long d'une section homogène et vraie en présence singularité. Cependant, le collographe est peu utilisé pour la détection des défauts de collage à l'interface car il est peu sensible à ce type de dégradation (**Figure III.9**).

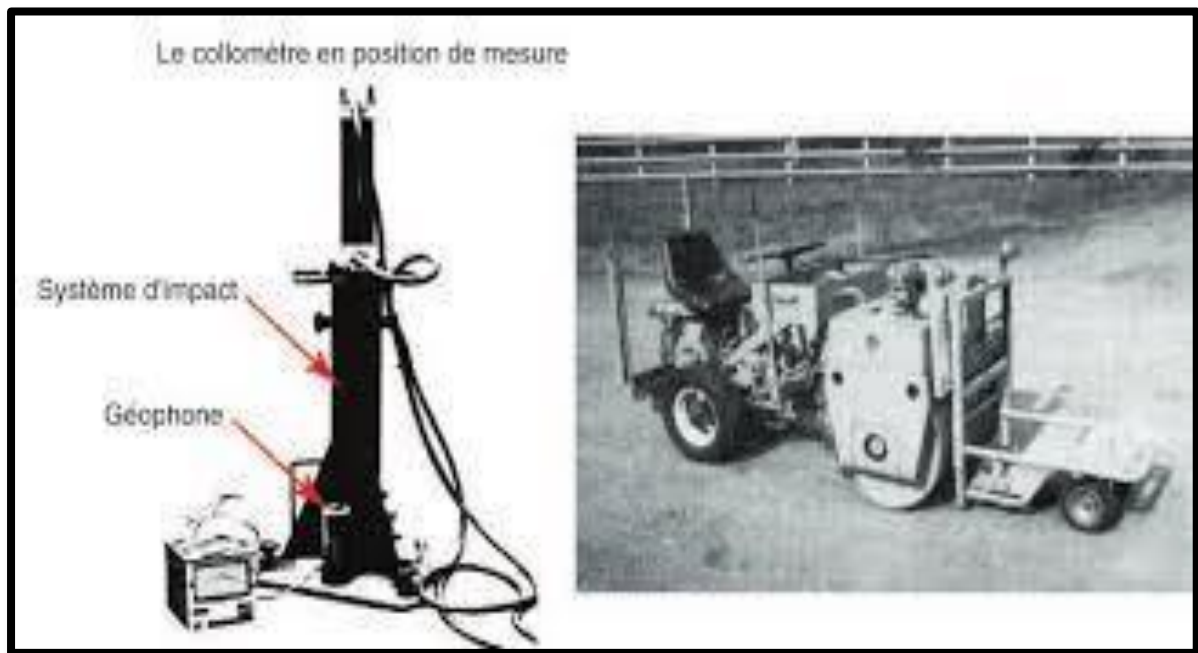


Figure III.9 : Illustration du collomètre à gauche et du collographe à droite

III.4.6 Méthode de propagation d'ondes mécaniques :

La dispersion des ondes de Rayleigh a été utilisée sur les chaussées routières dès les années 1960. Le bulletin de liaison spécial J, résume parfaitement toutes les études pratiques et théoriques conduites à l'époque. Cette méthode a été presque abandonnée au cours des années 1980 en raison des difficultés de mise en œuvre de la méthode (durée de l'essai). Depuis les années 1990, elle fait l'objet d'un regain d'intérêt dans les applications des chaussées. Ceci s'explique par l'utilisation de systèmes d'impact plutôt que de systèmes vibrants conduisant à une réduction de la durée de l'essai, et par l'évolution des techniques de mesure et de

traitement du signal. La méthode impact écho a été mise au point aux Etats-Unis dans les années 80 90 comme technique d'auscultation non destructive appliquée au béton ABRAHAM 2003, et se base sur l'analyse d'un spectre de réponse. Le principe de l'essai est de générer, à la surface et à l'aide d'une bille d'acier, une onde mécanique pulsionnelle qui se propage dans le matériau. Dans une dalle, les multiples réflexions de l'onde (entre la surface, le fond et les défauts de taille suffisante) provoquent une réponse cyclique amortie enregistrée par un capteur situé au voisinage immédiat du point d'impact. Dans une structure multicouche, les fréquences d'apparition de ces échos sont caractéristiques des épaisseurs des différentes couches. Un changement de ces fréquences est traduit par la présence d'un défaut (interface ou vide) à la profondeur indiquée. Un décollement à l'interface est susceptible d'être décelé par IE sous certaines conditions. Il doit avoir une ouverture d'au moins 0,1 mm, et sa plus petite dimension latérale doit être supérieure à 25% de longueur d'onde de l'impulsion produite par le choc de la bille. Ces conditions sont généralement satisfaites dans les structures de chaussée. Toutefois, des études expérimentales montrent que la méthode est sensible à la température des matériaux bitumineux. L'interprétation des résultats est plus délicate en présence de ces matériaux, il faut nécessairement adapter un facteur correctif dépendant du coefficient du poisson, mais aussi et surtout, tenir compte de la dépendance des propriétés des matériaux bitumineux avec la fréquence et la température.

III.4.7 Méthode de thermographie infrarouge :

La littérature présente différentes applications de la technique d'auscultation par thermographie infrarouge. Elle trouve son application dans la détection du décollement d'une chape de béton dans les tabliers de pont, des délaminages des couches des chaussées aéroportuaires, des fissures dans les couches d'enrobés, ou dans le contrôle de l'efficacité des chapes d'étanchéité. La thermographie infrarouge se base sur la mesure de la température à la surface de la structure à ausculter. Cette température de surface varie en fonction des cycles de chauffage / refroidissement imposés par le rayonnement solaire. En présence d'un défaut de liaison à l'interface de deux matériaux, celui-ci joue le rôle de barrière thermique, et la portion de matériaux localisée entre ce défaut et la surface devient plus sensible aux variations thermiques du milieu environnant. Ainsi, l'examen de la température de surface, suite à des changements de la température ambiante, permet de distinguer les zones collées des zones décollées.

III.5 CONCLUSION :

Le diagnostic et l'analyse des données relevées par les différentes méthodes d'auscultations, permettent de déterminer les causes les plus probables des dégradations dans les différents

types de chaussées. Ces dégradations sont principalement causées par plusieurs facteurs à savoir :

- ✓ Le trafic (efforts verticaux, efforts tangentiels, dus aux véhicules poids lourds)
- ✓ L'influence des conditions climatiques (action de l'eau, effet de la température)

Les malfaçons (sous-dimensionnement par rapport au trafic et sol support, la répartition inadéquate du liant, la contamination des granulats, l'insuffisance de compactage) Le choix de la méthode d'auscultation permet d'expliquer les phénomènes des dégradations des chaussées et de proposer les solutions les plus appropriées

CHAPITRE IV :

REPARATIONS ET ENTRETIEN DES DEGRADATIONS

CHAPITRE IV : REPARATIONS ET ENTRETIEN DES DEGRADATIONS

IV.1 Introduction :

Pour maintenir une installation dans un bon état opérationnel, la tâche la plus importante pour les gestionnaires de maintenance dans les installations privées est la maintenance. En raison de l'importance des investissements dans l'économie, il est essentiel de préserver leur durabilité pour garantir la prospérité économique. Ainsi, le réseau routier a un impact sur l'image du pays en tant que service essentiel pour tous les secteurs de la société. Les réseaux routiers sont confrontés à de nombreux défis qui conduisent à la détérioration de leur état opérationnel et structurel avec le temps. Cette détérioration est lente au début de la vie de la route, puis s'accélère avec son vieillissement, passant d'un état excellent à très bon, bon, jusqu'à atteindre un état médiocre. Pendant cette période, il est impératif de suivre un programme d'entretien préventif pour prolonger la durée de vie de la route jusqu'à ce qu'elle atteigne un état médiocre. Lorsque la route atteint cet état, une maintenance corrective radicale est nécessaire, comme l'ajout d'une nouvelle couche de revêtement pour ramener la route à son état initial (excellent). Tout retard dans la maintenance à ce stade entraînera une détérioration rapide de l'état de la route, aboutissant à des coûts de maintenance plus élevés, jusqu'à quatre à cinq fois le coût total de la maintenance lorsque la route atteint un état médiocre. Par conséquent, un suivi attentif de l'état de la route est essentiel pour déterminer la nécessité d'un entretien préventif ou correctif.

La construction de routes nécessite des investissements considérables et, par conséquent, si une route doit rester en bon état pendant plusieurs années, la plupart des budgets alloués ne suffisent pas à couvrir les besoins en maintenance. Par conséquent, il est crucial pour les gestionnaires de maintenance routière de suivre les pratiques de maintenance modernes pour déterminer les besoins en entretien, en plus de surveiller attentivement l'état de la route en tant que partie intégrante d'un système de gestion de la maintenance routière global. Comme pour tout réseau routier, l'un des actifs les plus importants parmi les installations.



Figure IV.1: Réparations des dégradations

IV.2 Maintenance des routes :

Le terme "maintenance" englobe toutes les activités visant à préserver les routes, et en réalité, la maintenance vise à maintenir la performance des routes. Les travaux de maintenance routière incluent :

IV.2.1 Entretien préventive :

Ces travaux de maintenance visent à prévenir les défauts sur la route ou à ralentir le taux de détérioration de la route. Ils englobent l'entretien de la surface de la route, comme le remplissage des joints, l'utilisation d'une couche d'isolation légère et l'application d'une couche de pulvérisation d'émulsion d'asphalte, ainsi que l'amélioration du drainage de la route au niveau de sa base.

IV.2.2 Entretien thérapeutique :

Ces travaux de maintenance ont un caractère réparateur tout en étant encore à un stade affectant la fonctionnalité de la route et non sa structure, comprenant la maintenance de la surface de la route telle que le remplissage des fissures, le rebouchage des trous, et l'utilisation d'une couche d'isolation protectrice. Ils peuvent également englober la maintenance de la base de la route comme le drainage des eaux et la stabilisation de la fondation.

IV.2.3 Entretien réparation et réhabilitation :

C'est le processus de réhabilitation visant à améliorer la structure routière pour qu'elle puisse supporter le trafic, incluant la pose d'une couche d'asphalte, le recyclage des matériaux de la route et la reconstruction.

IV.3 Concept de mise en œuvre du système de gestion de l'entretien routier :

1. Évaluation des performances structurelles et fonctionnelles des routes
2. Identifier les besoins des réseaux routiers et prioriser les travaux d'entretien
3. Inventorier et organiser des informations intégrées sur les réseaux routiers
4. Maintenir la fonctionnalité du réseau routier
5. Entretenir les réseaux routiers tout au long de leur durée de vie
6. Réduire les coûts d'entretien des réseaux routiers
7. Maintenir le niveau de sécurité des réseaux routiers
8. Réduire les coûts pour les usagers de la route

IV.4 Concept de développement de la maintenance :

IV.4.1 Propositions de développement et d'entretien :

1-Lorsque les charges et les densités de trafic augmentent, il est nécessaire d'appliquer la conception appropriée à la nature des charges, au type de véhicules et au volume de trafic

prévu pendant la durée de vie de la route. Cela se fait après avoir calculé ces charges avec une grande précision.

2-Poursuivre les recherches afin de prédire avec précision l'état futur des routes en étudiant l'impact des facteurs liés aux poids lourds, la capacité structurelle des couches de chaussée et les propriétés des matériaux utilisés pour les créer. La capacité structurelle des couches de la chaussée et les propriétés des matériaux utilisés pour créer ces couches.

3-L'importance de la préparation d'une base de données routière complète comprenant les données routières, l'état et la description complète des routes en termes de longueur, de largeur, de sections longitudinales et transversales, ainsi qu'un inventaire des actifs routiers et de leur état, tels que les chaussées, l'éclairage, la plantation d'arbres, la planification, les panneaux de signalisation, les panneaux de signalisation et les feux de circulation.

4-Élaborer des bases et des critères pour évaluer les routes et leurs composants et leur niveau de performance en termes de fonction et de construction, en utilisant des méthodologies scientifiques qui déterminent les besoins des routes, permettant aux décideurs de prendre des décisions appropriées selon une méthode scientifique systématique qui détermine la procédure optimale pour le traitement. [23]

IV.4.2 Définition de l'entretien :

Il s'agit d'un travail continu de protection de la route à partir du moment où elle est achevée et revêtue, dans le but de soutenir les éléments de la route (surface asphaltée, accotements, structures d'eau, structures en béton, éléments de sécurité du trafic, couches de base , etc.) pour que la route fonctionne efficacement atteindre l'objectif pour lequel elle a été construite et fournir un niveau de service sûr. L'entretien peut également être défini comme un ensemble de procédures et de traitements qui sont pris pour préserver le corps de la route des dommages et de la destruction et pour prolonger la durée de vie opérationnelle de la route. [24]

IV.4.3 Définition des dommages routiers :

Ce terme désigne l'évolution de l'état de la route en raison de l'augmentation du trafic, de sa nature, du niveau de service (entretien) de la route ainsi que des facteurs environnementaux qui l'entourent.

IV.4.4 Identifier les facteurs environnementaux entourant la route :

1. Surcharges axiales
2. Densité et fréquence du trafic
3. Influences externes - humaines et naturelles
4. L'eau et l'humidité
5. Mauvaises propriétés du sol de fondation

6. Changement de température journalier

IV.5 Objectifs d'entretien des routes :

1. Réduction des accidents de la route
2. Réaliser le niveau des services de sécurité routière
3. Prolonger la durée de vie des routes
4. Suppression des empiètements sur les routes
5. Minimiser le coût du transport routier
6. Veiller à ce que la surface de la route soit en bon état de fonctionnement et exempte de défauts et de problèmes. [25]

IV.6 Concept d'entretien des routes :

Les travaux d'entretien sont divisés en deux parties :

IV.6.1 Entretien quotidien (périodique) :

1. Nettoyer les surfaces asphaltées, les îlots centraux et latéraux, les accotements, les talus et le reste du campus routier de tout matériau étranger à la route et au campus routier et de tout ce qui déforme la vue générale de la route, obstrue et entrave la circulation sur la route ou porte atteinte à la sécurité publique sur la route ou aux usagers de cette route.
2. Réparer les nids-de-poule et les bosses de la chaussée dès leur apparition.
3. Remplissage des fissures dans la couche de surface de la chaussée conformément au programme de travail
4. Remplissage et nivellement des accotements en terre et élagage des talus et des îlots centraux selon le programme de travail.
5. Vider les poubelles sur la route, les asperger de pesticides et éviter qu'elles ne soient endommagées.
6. Nettoyer les effondrements en bordure de route, éloigner les débris de la route et aplanir les pentes.
7. Inspecter les pentes latérales des sections rocheuses après chaque pluie ou tous les trois mois pour s'assurer qu'il n'y a pas de dommages causés par les précipitations qui affectent la sécurité de la route et des différents éléments de la route. La présence de dommages causés par la pluie qui affectent la sécurité de la route et des différents éléments de la route, ainsi que l'enlèvement et le transport des déchets vers les décharges publiques situées à l'écart de la route.
8. Nettoyage des structures de pont en enlevant la poussière et les matières étrangères du tablier du pont, à l'intérieur des joints de dilatation et sur les surfaces horizontales des piles du pont, ainsi qu'en nettoyant les orifices d'évacuation de l'eau dans les structures.

9. Nettoyer la route et les zones environnantes sous les ponts
10. Nettoyage des systèmes d'évacuation des eaux de crue et de tous leurs composants, tels que les drains, les canaux, les tuyaux, les trous d'homme et les réservoirs de collecte, afin d'assurer un écoulement sans entrave de l'eau.
11. Ajuster l'orientation des panneaux de signalisation, réparer les panneaux susceptibles d'être perdus, ajuster l'emplacement et la visibilité des marquages de fin de parcours, ajuster l'emplacement des barrières de protection et réparer celles qui sont endommagées.
12. Entretenir le tracé et les limites de la route et supprimer tout empiètement sur la route par des intrus.
13. Maintenir les arbres en bonne santé, élaguer, blanchir et arroser
14. Maintenir le renouvellement des panneaux kilométriques, directionnels et d'avertissement
15. Maintient la régularité de la surface de la route et son inclinaison latérale
16. Maintien des proportions longitudinales et transversales
17. Maintenir la sécurité du trafic et ne pas l'entraver, en particulier pendant les jours de pluie, les torrents et les inondations [26]

IV.6.2 Procédures d'entretien quotidien (périodique) :

Le modus opérande pour une partie des travaux d'entretien quotidiens peut être résumé comme suit :

a. Le rapiéçage :

Le rapiéçage est l'un des moyens les plus courants d'entretenir les couches d'asphalte. Toutes les chaussées doivent être rapiécées au cours de leur vie, soit pour traiter les nids-de-poule qui se produisent dans la route en raison de phénomènes naturels, soit pour combler les tranchées nécessaires à l'extension des services publics. Le processus de réparation nécessite de la précision, de l'expertise et une supervision complète afin que la route ne développe pas de bosses ou de fissures dans la couche de réparation et que l'eau n'atteigne pas les couches inférieures, ce qui entraînerait une détérioration complète de la route :

1. Enlèvement des matériaux de surface dans la fosse, à condition que la forme de la fosse soit rectangulaire et qu'elle soit entourée de 20 cm d'asphalte en bon état, les matériaux détachés étant nettoyés par balayage ou à l'air comprimé.
2. Appliquer une couche d'asphalte dilué à durcissement rapide sur la fosse et les côtés de la fosse RC5 Si le trou est profond et n'atteint pas la couche Sali ou recouvert d'une couche d'asphalte moyennement tendre MCO Si le trou est profond et atteint la couche de terre
3. La couche d'asphalte est posée à l'aide de pelles et nivelée de manière à ce que la hauteur avant bourrage soit légèrement supérieure à la surface de la route.

4. Le matériau est tassé à l'aide des outils appropriés

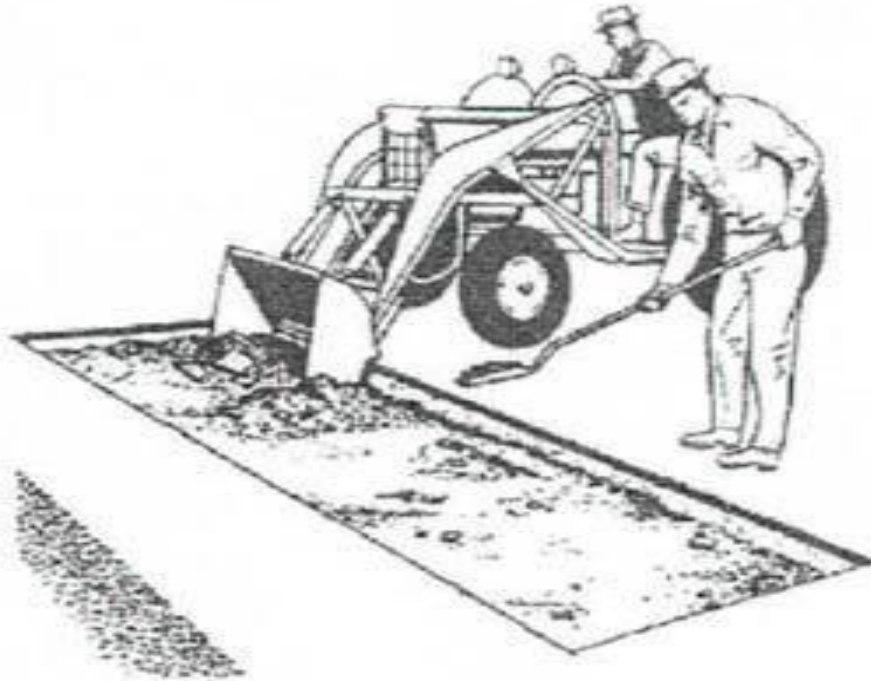


Figure IV.2 : Élimination des fissures jusqu'au sol



Figure IV.3 : Pulvérisation de bitume



Figure IV.4 : Remplissage des nids-de-poule avec de l'enrobé bitumineux



Figure IV.5 : Distribution d'enrobés bitumineux

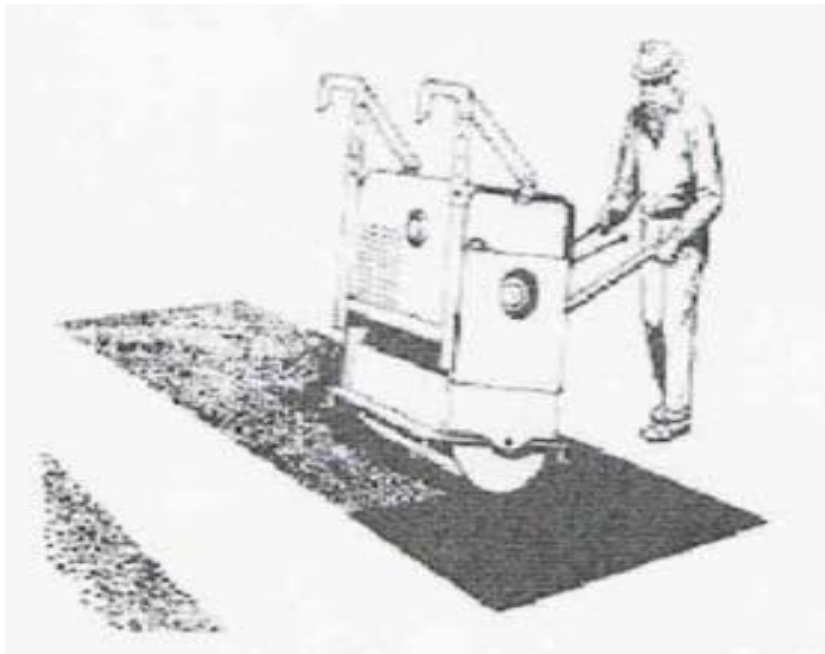


Figure IV.6 : Détermination de l'enrobé

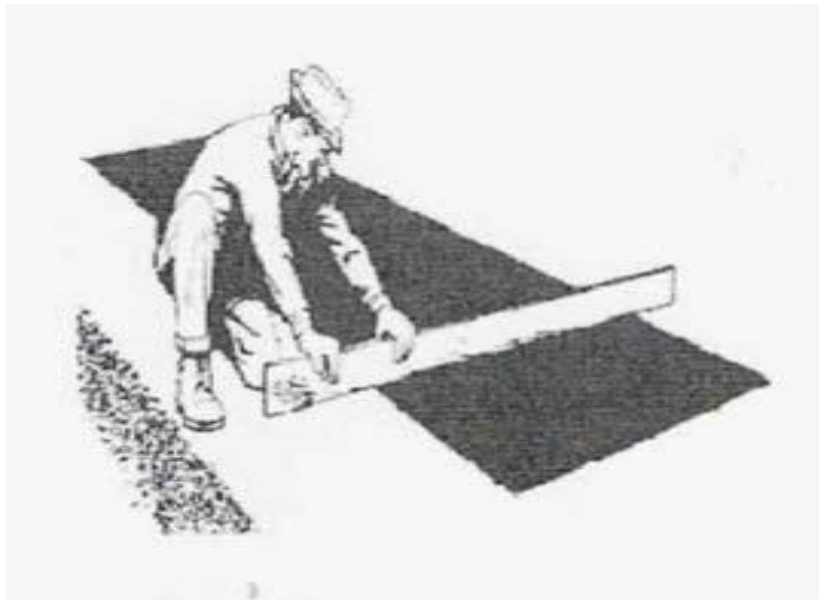


Figure IV.7 : Nivellement de la surface

b. Remplissage des fissures :

Le remplissage des fissures est un processus très important car il permet d'empêcher l'infiltration d'eau dans les couches inférieures de la chaussée. Les fissures sont remplies à l'aide d'une émulsion d'asphalte ou d'asphalte dilué, la première étant la meilleure pour les fissures étroites, ou à l'aide d'asphalte modifié avec des fibres ajoutées ou d'asphalte de caoutchouc pour remplir les grandes fissures, et ce processus se déroule selon les étapes suivantes :

1. Grattage des fissures à des longueurs et des largeurs appropriées
2. Nettoyer les fissures à remplir avec de l'air comprimé

3. L'isolant est coulé dans les fissures à l'aide d'un récipient spécialisé.
4. La zone avoisinante est nettoyée manuellement de l'excédent de matériau déversé.
5. Appliquer une couche de sable
6. Le sable est nettoyé le lendemain



Figure IV.8 : Grattage des fissures à des longueurs et des largeurs appropriées



Figure IV.9 : Nettoyage des fissures



Figure IV.10 : Chauffage des murs de fissures



Figure IV.11 : Remplissage des fissures

c. Le bitume remonte à la surface :

L'écoulement ou le saignement du bitume, qui se produit généralement par temps chaud, indique qu'il y a trop de bitume sur la surface de la route. Ce processus se déroule selon les étapes suivantes:

1. Sélectionner la surface à traiter
2. Cet espace est débarrassé de la saleté et des débris
3. Appliquer correctement du sable ou du gravier fin sur la surface affectée.
4. Veiller à ce que la pierre soit chauffée à 150 degrés centigrades.
5. Le labourage est effectué à l'aide de broyeurs à roues en caoutchouc.
6. Une fois le gravier refroidi, tout le gravier détaché est balayé et retiré de la piste.

d. Entretien et réparation des accotements :

L'accotement est une partie intégrante de la route qui est adjacente à la rivière et qui fournit un soutien latéral à la route et aide à évacuer l'eau du bord de la route. L'accotement doit toujours être incliné à l'opposé de la route afin d'évacuer l'eau de la route et l'accotement doit être entretenu pour corriger la mauvaise pente et les accotements en général sont des éléments importants du réseau routier et leur entretien est primordial. L'entretien des accotements nécessite la modification de la surface, le nivellement, l'amélioration de la pente ou l'ajout des matériaux manquants, et le travail est effectué à l'aide d'une meuleuse où les matériaux détachés sont retirés des côtés de la route ou cet équipement répand les agrégats de gravier qui seront ajoutés à la surface de la route, et en cas de manque de matériaux qui composent l'accotement, celui-ci est rempli à nouveau puis arrosé d'eau et ensuite bien tassé.

e. Nettoyage de tranchées ouvertes :

Les fossés détournent l'eau de la chaussée vers des endroits où elle peut s'écouler sans provoquer d'érosion ou d'accumulation. Les fossés peuvent être non revêtus ou revêtus de mélanges de béton, de béton liquide ou de mélanges d'asphalte. Dans le cas des enrobés bitumineux, les tranchées doivent être exemptes de sable, de débris ou de tout autre matériau susceptible de limiter l'écoulement de l'eau. Les tranchées non revêtues situées de part et d'autre de la route sont entretenues à l'aide de dispositifs mécaniques. À l'aide d'un travail manuel, une niveleuse équipée d'un levier placé à un angle de 120° par rapport à la direction de déplacement de la machine ainsi que d'un levier orienté vers le bord extérieur de l'accotement et vers la direction de l'écoulement de l'eau dans la tranchée est passée. Cette opération permet de retirer les matériaux indésirables de la tranchée et de les déposer en tas près du bord du tambour. Il faut veiller à ne pas perturber la pente qui assure le degré d'écoulement nécessaire, ce qui entraîne des zones où l'eau peut s'accumuler.



Figure IV.12 : Comment réaliser le nettoyage d'une tranchée ouverte

IV. 7 Entretien des panneaux de signalisation :

Il est absolument nécessaire d'entretenir les panneaux de signalisation sur la route, car leur manque d'entretien ou leur présence rend difficile la fourniture d'informations au conducteur, ce qui entraîne des accidents de la circulation.



Figure IV.13 : Comment réparer les panneaux routiers

IV.7.1 Marqueurs réfléchissants :

Les marqueurs réfléchissants tels que les yeux de chat sont utilisés pour marquer le tracé des routes et remplissent la même fonction que la cartographie Pistes utilisant de la peinture ou

des matériaux thermoplastiques pour délimiter l'itinéraire ; ces marquages doivent être vérifiés périodiquement pour s'assurer qu'ils sont bien inversés. S'ils s'avèrent bancals ou cassés, ils doivent être remplacés par des éléments du même type.

Les lignes peintes sur les routes sont sujettes à une perte de brillance au fil du temps et nécessitent un entretien régulier, parfois en raison d'un entretien quotidien et périodique. Dans le cas où ces lignes ne conviennent pas, elles sont enlevées et remplacées par de nouvelles lignes ou repeintes sans être enlevées. La surface de la route doit d'abord être préparée en enlevant les matériaux dispersés sur la surface et l'équipement approprié est utilisé pour enlever les vieilles lignes par pelage.



Figure IV.14 : Comment enlever et peindre les peintures endommagées

IV.7.2 Entretien préventif (radical) :

Il s'agit du surfacage de la route et de la pose d'une nouvelle couche d'enrobé après avoir effectué les traitements nécessaires de la surface de la route pour éliminer les nids-de-poule et les fissures et réparer les problèmes majeurs auxquels la route est exposée en raison de l'un des facteurs suivants:

a. La méthode pour ajouter une couche de mortier bitumineux :

Il s'agit d'un mélange de gravier fin finement calibré, de liant fin (généralement du ciment Portland), d'émulsion d'asphalte et d'eau qui est appliqué sur la surface de la route, ces composants sont mélangés et le mortier est étalé sur la surface détériorée de la route. Ce type de technique est peu coûteux et ne peut pas être utilisé pour réparer les défauts structurels de la route. Avant de commencer ce processus, la surface de la route doit être nettoyée de toute saleté, poussière, boue, végétation, etc. Avant de commencer ce processus, la surface de la route doit être nettoyée de toutes les saletés, poussières, boues, végétation et de tous les

matériaux étrangers présents sur la surface de la route et le plan de circulation doit être enlevé de manière correcte. Lors de la réparation des anciennes surfaces, la surface de la route doit être pulvérisée avec une émulsion d'asphalte diluée dans un rapport (1:1) et être du même type et de la même qualité que ceux utilisés dans le mélange de mortier d'asphalte. La pulvérisation préalable d'émulsion d'asphalte peut être abandonnée si la surface asphaltée est très dense, auquel cas la surface doit être pulvérisée avec une légère couche d'eau, et une machine spécialisée est utilisée pour étaler la couche de mortier d'asphalte.



Figure IV.15 : Méthode de pulvérisation d'une émulsion d'asphalte sur la surface de la route.

b.Méthode de grattage et de resurfaçage :

Cette méthode est utilisée pour niveler une couche de chaussée affectée par des défauts d'ondulation et de rainurage, pour traiter un saignement important de l'asphalte ou pour augmenter la résistance au dérapage. Une machine à racler l'asphalte est utilisée, puis la couche de surface de l'asphalte est placée sur ce matériau RC pour enlever la couche de surface, et la couche raclée est ensuite pulvérisée avec un matériau qui a été raclé

c.Méthode de réparation et de resurfaçage des fondations :

Cette méthode est l'une des procédures d'assainissement des couches de la chaussée et est généralement utilisée lorsque les dommages sont causés par les couches inférieures de la route (couche de sol naturel - couche de base auxiliaire - couche de fondation) parce qu'elles peuvent avoir été considérablement détériorées et endommagées en raison de charges excessives ou d'une saturation d'eau qui n'a pas été drainée. En raison de surcharges ou de la saturation de ces couches avec de l'eau qui n'a pas été drainée, ce qui a entraîné l'apparition d'affaissements, de nids-de-poule, de renflements et de fissures dans la surface de la route (asphalte) et, dans ces cas, il n'est pas possible de traiter uniquement la surface, mais il est nécessaire de réparer les couches inférieures dans leur intégralité Cette méthode d'entretien consiste à identifier la zone concernée et à enlever les couches d'asphalte à l'aide d'une scie

robotisée, puis à les enlever à l'aide d'une foreuse pneumatique ou manuelle, et enfin à enlever ou à améliorer les couches de fondation en gravier et en terre à la profondeur spécifiée. Les couches d'asphalte sont enlevées à l'aide d'une tronçonneuse, puis à l'aide d'une excavatrice pneumatique ou manuelle, et les couches de fondation en gravier et en terre sont ensuite enlevées ou améliorées jusqu'à la profondeur spécifiée. Cet entretien peut nécessiter, outre l'entretien de la zone excavée, l'isolement de cette dernière en aspirant l'eau qu'elle contient ou en changeant son emplacement en cas de nappe phréatique élevée ou d'eau de drainage. Outre l'utilisation d'une étanchéité en caoutchouc ou en fibres, les couches de fondation et de fondation auxiliaire sont posées avec de nouveaux matériaux appropriés, qui sont tassés en couches de 15 cm maximum chacune, et ces couches peuvent être améliorées à leur place avec des matériaux. La couche de base d'entretien est ensuite pulvérisée avec de l'asphalte liquide, puis les couches d'asphalte appropriées sont mises en place conformément aux spécifications standard applicables.

d. Méthode de la couche supplémentaire :

Un revêtement est une couche d'enrobé bitumineux chauffé appliquée à la surface de la route pour remédier aux conditions suivantes :

1. Recouvrement d'anciennes surfaces asphaltées présentant des défauts tels que de gros nids-de-poule ou des rainures.
2. Recouvrement d'anciennes surfaces asphaltées présentant des défauts tels que des graviers volants
3. Renforcer la durabilité
4. Optimiser la résistance au glissement de la surface
5. Améliorer la qualité de la conduite sur la chaussée
6. Isoler efficacement l'ancienne surface de l'air et de l'eau

Les procédures suivantes doivent être respectées avant de commencer à appliquer cette couche :

1. Sur les tronçons où les couches de base sont endommagées, la route doit être enlevée et les couches réparées.
2. Les fissures larges doivent être remplies d'un mélange de sable et d'asphalte.
3. Les nids-de-poule de la chaussée doivent être nettoyés et colmatés.
4. Le niveau de surface des regards de collecte des eaux de pluie, des couvercles de regards, etc. doit être ajusté pour correspondre à la hauteur de la nouvelle surface.

e. Méthode d'isolation par l'asphalte :

Cette méthode est utilisée pour réparer les surfaces asphaltées sèches et fragiles ou pour combler les petites fissures et les vides. Les surfaces asphaltées à faible teneur en asphalte sont traitées par pulvérisation d'une couche de scellant aspartique afin d'empêcher les graviers de s'envoler sous l'effet de la circulation. La zone à pulvériser doit être sèche et la surface de la route doit être balayée avec un balai puissant pour enlever la saleté, le sable, le gravier et les irrégularités. Cette méthode d'entretien est utilisée pour isoler la surface de la route et couvrir les fissures afin d'empêcher l'eau de s'infiltrer à travers elles vers les couches inférieures de la chaussée et cette méthode n'est pas utilisée pour augmenter la capacité structurelle de la chaussée. [27]

f. Méthode de sablage :

Le sablage consiste à pulvériser une émulsion d'asphalte à maturation rapide selon les spécifications sur la surface de la chaussée, puis à pulvériser une couche de sable. Une couche de sable propre et à arêtes vives est pulvérisée pour fermer les petites fissures ou augmenter l'adhérence de la route. Le sablage est également utilisé pour isoler la surface de la route et empêcher le passage de l'eau vers les couches inférieures de la route et aide à prévenir la volatilisation des matériaux due à la circulation. Après l'épandage du sable, (3-5) tonnes sont broyées et le broyage peut commencer lorsqu'un morceau de papier est placé sur la surface à l'aide d'un broyeur à pneus en caoutchouc avec le poids de la surface et que le broyeur est passé dessus. Il est possible de commencer à dessiner en plaçant un morceau de papier sur la surface à l'aide d'un pilon en caoutchouc d'un poids de 3,5 kg.

IV.8 Méthode d'entretien des chaussées :

L'entretien des chaussées et des trottoirs en béton est considéré comme une procédure d'entretien complémentaire à l'entretien des chaussées dans les cas suivants :

1. Si les couleurs des panneaux de signalisation sur le bord des trottoirs sont délavées
2. Lorsque les chaussées en béton sont endommagées ou détériorées en raison de l'âge et de l'utilisation, ou lorsque les services d'assainissement et d'évacuation des eaux sont détériorés sous la couche de surface.
3. En cas de travaux d'entretien nécessitant une élévation du niveau de la chaussée, telle qu'une couche supplémentaire

IV.9 Les étapes de la réparation des chaussées :

1. Repeindre les bords des trottoirs aux couleurs requises
2. Enlever tous les bords de chaussée endommagés et les remplacer par de nouveaux.
3. Remplacer les dalles de chaussée endommagées

IV.10 Entretien des améliorations :

Ces travaux comprennent l'élargissement des routes, les chaussées et l'amélioration des courbes dangereuses. L'entretien des améliorations consiste à remplacer les revêtements routiers à chaque période en raison de leur perte de hauteur due au trafic ou à des facteurs de corrosion et d'érosion tels que le vent, la pluie, etc. en ajoutant une nouvelle couche à l'épaisseur de la route.

IV.11 Entretien d'urgence :

Il s'agit des réparations rapides que nécessite une route à la suite d'une inondation, de précipitations ou d'un effondrement du bord de la route.

- 1- Enlèvement des débris routiers résultant d'accidents de véhicules
- 2- Élimination des roches effondrées et de la poussière de la surface de la route
- 3- Élimination de l'eau accumulée sur la chaussée à la suite d'une inondation
- 4- Enlèvement des débris résultant de l'effondrement des structures routières [28]

a .Procédures d'entretien d'urgence :

Il est nécessaire de réagir rapidement à l'événement dès qu'il se produit, de mettre en place les moyens d'alerte appropriés et d'amener le matériel nécessaire sur les lieux dans les plus brefs délais et de travailler à sécuriser et à faciliter la circulation sur les routes par des moyens appropriés sans délai et de commencer les travaux d'enlèvement des pierres, de la poussière, de l'eau stagnante ou des restes d'accidents de la surface de la route dès qu'ils sont présents avec les précautions nécessaires des facteurs de sécurité pour avertir les conducteurs et les usagers de la route. Dans les endroits où la route est emportée par les inondations (ou toute partie de la route doit être fermée), les panneaux d'avertissement nécessaires doivent être placés pour guider les conducteurs et ouvrir et paver des déviations temporaires qui facilitent la circulation dans le site et réduisent son danger. Afin de mieux accomplir cette tâche, une équipe de surveillance doit être disponible pour surveiller continuellement les routes 24 heures sur 24, appelée équipe de surveillance, et l'équipe de surveillance de la route doit être équipée des précautions suivantes :

1. Mini van avec 2 ouvriers qualifiés
2. Le véhicule est équipé d'un feu intermittent rectangulaire sur toute la largeur du véhicule, fonctionnant sur le circuit électrique du véhicule, et de deux panneaux d'avertissement montés à l'arrière.
3. Cônes de signalisation (5 de 60 cm de haut et 15 de 45 cm de haut) et petit feu de signalisation à piles (5 unités)

4. Panneaux d'avertissement pour les déviations temporaires avec un minimum de 6 panneaux (2 ouvriers travaillant + 2 flèches + 2 pauses) avec leur propre support, rapides à démonter et à installer, et 20 drapeaux d'orientation du trafic de type réfléchissant.
5. Gilets réfléchissants roses ou phosphorescents avec chapeaux de protection. [29]

b. Tâches de l'équipe de surveillance des autoroutes :

1. Signaler tout accident de la route dès qu'il se produit et mettre en place les mesures de sécurité nécessaires afin d'y remédier immédiatement.
2. Élimination des restes d'accidents et des déchets laissés par les usagers de la route et qui constituent un danger pour ces derniers
3. Signaler toute situation d'urgence sur la route ou toute influence atmosphérique qui affecte le mouvement et la sécurité de la circulation sur la route et qui doit être signalée dès que possible par tous les moyens disponibles.

IV.12 Conclusion

L'entretien des chaussées permet d'économiser à long terme et d'offrir une meilleure qualité de chaussée tout au long de sa durée de vie ralentissant ainsi le processus de dégradation et répondant aux attentes des usagers. Dans ce chapitre nous avons abordé quelques-uns des options d'entretiens couramment rencontrés.

L'efficacité de chaque option est dépendante d'une multitude de conditions locales. Pour que les travaux d'entretien des chaussées puissent se faire au bon endroit, au bon moment, avec la meilleure méthode et conformément aux règles de l'art, il est important de suivre certaines étapes clés pour arriver à un bon résultat.

CHAPITRE V :

Etude de cas

Chapitre V: ETUDE DE CAS

V.1 Introduction

Dans le cadre de notre étude nous avons effectué une sortie sur terrain pour détecter les différentes sections pathologies d'un axe routier s'étalant sur un linéaire de 1.2 km en faisant une auscultation visuelle et en proposant des solutions pour leurs réparations.

V.2 Situation de l'axe étudié

L'axe sujet de notre étude prend son origine à partir du giratoire au niveau de l'intersection RN90-Evitement Tiaret (l'axe reliant les willayas Relizane-Tiaret jusqu'à Saida) et se termine au niveau du rond point situé à proximité de l'université sur un linéaire de 1.2 km (**Figure V.1**).

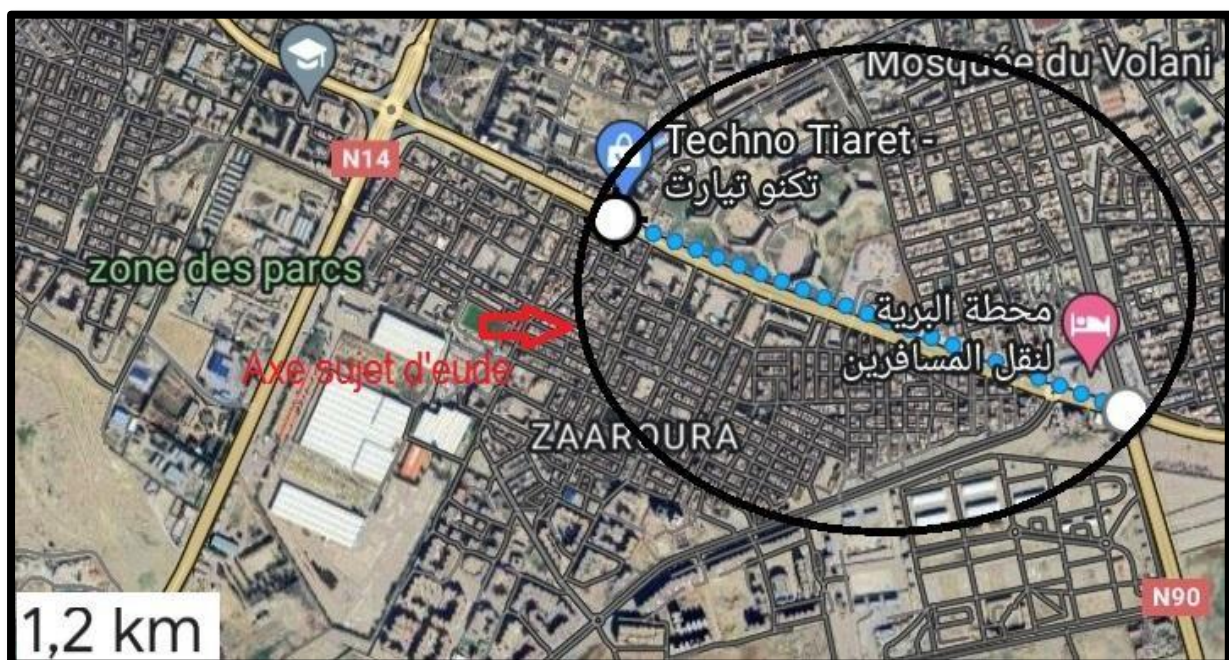


Figure V.1: Plan de situation du tronçon étudié

V.3 Auscultation de l'axe étudié:

Par manque de temps nous avons procédé uniquement à une auscultations visuelle de l'axe sur un linéaire de 1.2 km et par tronçons de 300 m en vue de détecter la nature des dégradations et proposer des solutions adéquates à leurs réparations.

L'auscultation visuelle des sections faisant l'objet de notre étude, a été faite à l'aide d'un véhicule roulant à une vitesse très réduite et parfois en marchant à pied afin d'évaluer avec précision l'état de dégradation de la chaussée.

Sur la majorité du tronçon étudié on distingue les deux grandes familles de dégradations à savoir :

- Les fissures
- Les arrachements

V.3.1 Section de 0 + 000 à 0 + 300

a. Type de dégradation

Sur la **figures V.2** on distingue:

- Des fissures longitudinales et transversales avec un niveau de sévérité moyen
- Des nids de poules

b. Type de réparation

- l'imperméabilisation localisée du revêtement ou colmatage des fissures (pour les fissures superficielles et les fissures du corps de chaussée)
- La réfection localisée du corps de chaussée (en cas de graves fissurations sur le corps de la chaussée).
- L'application d'un enduit superficiel ou de tapis d'enrobé est aussi une alternative.
- le bouchage de nids de poule. En plus, quand les nids de poule atteignent certains niveaux de gravité, la réfection localisée du corps de chaussée est plus préconisée.



Figure V.2 :section 0 + 000 à 0 + 300

V.3.2 Section de 0 + 300 à 0 + 600

a. Type de dégradation

Sur la **figures V.3** on distingue:

- Des fissures longitudinales et transversales avec un niveau de sévérité moyen
- Des nids de poules

b. Type de réparation

- l'imperméabilisation localisée du revêtement ou colmatage des fissures (pour les fissures superficielles et les fissures du corps de chaussée)
- La réfection localisée du corps de chaussée (en cas de graves fissurations sur le corps de la chaussée).

- L'application d'un enduit superficiel ou de tapis d'enrobé est aussi une alternative.
- le bouchage de nids de poule. En plus, quand les nids de poule atteignent certains niveaux de gravité, la réfection localisée du corps de chaussée est plus préconisée.



Figure V.3:section 0 + 300 à 0 + 600

V.3.3 Section de 0 + 600 à 0 + 900

a. Type de dégradation

Sur la figure V.4 on distingue:

- Des fissures longitudinales et transversales avec un niveau de sévérité moyen
- Des nids de poules
- Des pelades

b. Type de réparation

- l'imperméabilisation localisée du revêtement ou colmatage des fissures (pour les fissures superficielles et les fissures du corps de chaussée)
- La réfection localisée du corps de chaussée (en cas de graves fissurations sur le corps de la chaussée).
- L'application d'un enduit superficiel ou de tapis d'enrobé est aussi une alternative.
- le bouchage de nids de poule. En plus, quand les nids de poule atteignent certains niveaux de gravité, la réfection localisée du corps de chaussée est plus préconisée.
- L'entretien des pelades consiste en un bouchage aux enrobés adaptés, précédé d'une couche d'accrochage à l'émulsion. Cependant, si la dégradation se généralise, on procédera par reprofilage en enrobé à chaud avec toujours une couche d'accrochage
- Application d'enduits superficiels.



Figure V.4 :section 0 + 600 à 0 + 900

V.3.4 Section de 0 + 900 à 1 + 200

On constate que sur cet tronçon la section est saine, aucune dégradation observée (**figure V.5**).



Figure V.5 :section 0 + 900 à 1 + 200

V.3 Conclusion

Dans ce chapitre l'auscultation visuelle de l'axe sur un linéaire de 1.2 km et par tronçons de 300 m nous a permis de détecter la nature des dégradations relevées et de proposer des solutions adéquates à leurs réparations.

Sur la majorité du tronçon étudié nous avons pu constater les deux grandes familles de dégradations à savoir: les fissures et les arrachements.

Ces dégradations rencontrées sont probablement dues à, l'agressivité du trafic exprimée en nombre de poids lourds et de tonnage, les effets climatiques (fatigue thermique, gel dégel), le sous dimensionnement de la chaussée.

Conclusion générale et Perspectives

CONCLUSION GENERALE

Les chaussées constituent la structure de support de base du transport routier. Chaque couche de chaussée a une multitude de fonctions à remplir qui doivent être dûment prises en compte lors du processus de conception. Différents types de chaussées peuvent être adoptés en fonction des exigences du trafic. Une mauvaise conception des chaussées entraîne une défaillance précoce des chaussées affectant également la qualité de conduite. Dès leur construction, les routes subissent des sollicitations qui font qu'elles se dégradent plus ou moins rapidement selon la qualité de la réalisation ainsi que l'agressivité de l'environnement de la route. Les dégradations des chaussées, selon le catalogue des dégradations de surface des chaussées peuvent être divisées en quatre familles : les arrachements, les remontées de matériaux, les dégradations de déformations et les fissures.

Auscouter une chaussée revient à évaluer son état structurel et à établir son diagnostic afin d'y apporter des remèdes nécessaires pour son maintien dans un niveau de service appréciable donc apporter des solutions appropriées au choix de la technique à mettre en œuvre et ce à travers des paramètres d'état bien définies.

L'entretien prolonge la vie de la chaussée en ralentissant le processus d'évolution de dégradation. L'efficacité de chaque option est dépendante d'une multitude de conditions locales.

A travers ce modeste travail nous avons pu établir un document dans lequel on a pu décrire toutes les dégradations les plus fréquemment rencontrées. Il ne s'agit aucunement de prétendre que les dégradations proposées dans ce rapport, sont les seules existantes, mais il y en a d'autres. En perspectives et afin d'apporter une solution aux dégradations observées nous ferons les recommandations suivantes à ceux qui s'intéresseront au phénomène des dégradations des chaussées :

- Elaborer une méthode de diagnostic qui tiendra compte toutes les dégradations rencontrées et de la classification en famille;
- Faire des propositions d'adaptation de méthode diagnostic, pour pouvoir intégrer d'autres types de dégradations;
- Détailler les méthodes et techniques de renforcement par utilisation des logiciels de calcul

Bibliographie

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Willy Vale Manga, Etude d'une nouvelle voie de désenclavement devant faciliter l'installation des infrastructures publiques dans la périphérie de la ville de Mbuji Mayi en RDC. INBTP 2012.
- [2] Mémoire route, <https://fr.scribd.com>. document
- [3] Site Internet : [https://www .concretedispatch.eu](https://www.concretedispatch.eu), La structure de la chaussée routière.
- [4] Site Internet, Constitution d'une structure de chaussée
- [5] Daham Eddine et Ghezal Amel. Dégradation des routes en Algérie, université de Ghardaïa, 2022
- [6] Michel FAURE. Cours de routes - Tome 2. Edition Eyrolles 2002
- [7] Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples
- [8] Catalogue des dégradations de surface des chaussées, LCPC 1998
- [9] Bertrand L et al., Etudes routières, Application d'un radar pulsé mono-statique
- [10] Jendryka, W et al., Identification des défauts d'uni des chaussées lors de leur mise en oeuvre, 2000
- [11] LEPERT, P et al., « Modèles de performance des chaussées »,Innovation Transports, numéro 11, MTQ, octobre 2001.
- [12] Lepert Ph. Et al., Etude routières, Exécution et exploitation des carottages de chaussées, LCPC, Méthode d'essai LPC n°43, nov. 1996.
- [13] Martin J-M., Etudes routières, Ovalisation, Exécution et exploitation des mesures .LCPC, Méthode d'essai n°41, juin 1995.
- [14] Simonin J-M et al., Etudes routières, déformabilité des surfaces des chaussées, et exploitation des mesures, LCPC, Méthode d'essai LPC n°39, Avril 1997.CW
- [15] Dérobert X., Techniques radar appliquées au génie civil, LCPC, Etude et recherches des LPC, Sciences pour l'ingénieur n° 19, 109 pages, Octobre, 2003.
- [16] Évaluation du Réseau français de routes nationales basée sur le relevé de dégradations de surface, IVe Congrès International de la route, Rabat, Maroc, 2 juin 1994

- [17] Catalogue des dégradations de surface des chaussées. Rapport technique, Méthode d'essai n°52, 1998.
- [18] Contrôle technique des travaux publics « guide de l'entretien routier » Algérie, 1995
- [19] Leutner R.L. Research on adhesion between layers of flexible pavements. Bitumen 3. 1979.
- [20] Interlayer shear performance: experience with different pavement structures. Anais da 3°. Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vienna, Austria, p.535-545.
- [21] Simonin J-M et al., Etudes routières, déformabilité des surfaces des chaussées, et exploitation des mesures, LCPC, Méthode d'essai LPC n°39, Avril 1997
- [22] Simonin J-M et al., Dynamic investigation of pavement, Bearing Capacity of Roads Railways and Airfields, Trondheim, Norvège, juin 2005.
- [23] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [24] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [25] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [26] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [27] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [28] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh
- [29] Technologie d'entretien des routes par l'ingénieur Samir Ammar, directeur du bureau technique, Direction des routes et des transports de Gizeh