



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية
Université de Ghardaïa
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
قسم الري والهندسة المدنية
Département Hydraulique et Génie Civil

N° d'enregistrement

/...../...../...../...../.....

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : des Sciences et de la Technologie

Filière : Gini Civil

Spécialité : Structures

Thème

Dégradation des routes en Algérie Diagnostic – causes et solution

Déposé le : 06/06/2022

Par

..... DAHAM Eddine et GHEZAL Amel

Par le jury composé de :

		Univ Ghardaia	Evaluateur
		Univ Ghardaia	Evaluateur
Amier Abdenacer		Univ Ghardaia	Encadreur

Année universitaire : 2021/2022

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma Mère et mon Père qui me sont les plus chers

au monde A mes frères

A ma famille

A tous mes amis et collègues

A tous ceux qui m'ont aidé à finir ce mémoire

Daham Eddine

Dédicaces

Ce modeste travail est dédié : À nos familles

À nos amis

À chaque professeur qui nous a appris les lettres A

tous ceux qui nous connaissent

Et ne nous épargnent pas leurs sourires A tous

sans exception

Avec beaucoup d'amour

Ghezal Amel

Remerciemente

Nous remercions avant tout mon dieu, C'est grâce à lui seul que nous avons pu achevé ce modeste travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur :

Mr Amieur Abdenacer, de nous voir fait profiter de ces grandes compétences et ces conseils judicieux et de nous avoir dirigés avec efficacité et grande patience.

Merci et encore merci nos professeurs qui ont contribué à notre apprentissage et à notre savoir depuis l'école primaire jusqu'à l'université.

Nous associons à ces remerciements tous les travailleurs du Laboratoire LTPS Ghardaïa.

Merci, à nos familles, de nous avoir encouragé et soutenu.

Merci, mes chères collègues et mes chers camarades pour m'avoir permis de passer cinq belles années à l'université.

Merci, à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

RESUME

Ce travail consiste à étudier la détérioration des trottoirs souples afin de déterminer ses causes les plus probables, les moyens de prévention appropriés et comment proposer des solutions fiables en cas d'intervention pour traiter ces défauts.

Pour ce faire, nous avons d'abord commencé par étudier les différentes structures de ces trottoirs pour comprendre leur fonctionnement, les matériaux utilisés dans leur construction et leur dimension.

Ensuite, nous avons commencé la partie suivante dans laquelle les différents types de détérioration et leurs causes sont répertoriés. Cela a permis de connaître les moyens d'entretien nécessaires et d'éventuelles préventions.

Pour appliquer la théorie, nous avons pris le cas de la RN119 du PK 43+900 au PK 79+900 sur une portée de 36 km ; (Wilayat Al-Naama) sur une ligne de longueur de 36 km. Afin de vérifier les contraintes et déformations en rapport avec les charges exercées et la détérioration apparente des chaussées, les causes doivent être étudiées pour faciliter leur réparation et les limiter.

Enfin, l'étude que nous avons menée et après analyse et diagnostic des résultats que nous avons obtenus nous a permis de proposer des solutions permettant de réduire le phénomène de dégradation des routes et d'y apporter des solutions.

Mots clefs : chaussées, dégradations, prévention, diagnostic, routes .

الملخص

يتكون هذا العمل من دراسة تدهور الأرصفة المرنة لتحديد أكثر أسبابها احتمالية ، ووسائل الوقاية المناسبة وكيفية اقتراح حلول موثوقة في حالة التدخل لعلاج هذه العيوب.

للقيام بذلك ، بدأنا أولاً بدراسة الهياكل المختلفة لهذه الأرصفة لفهم كيفية عملها ، ومعرفة المواد المستخدمة في بنائها وحجمها.

ثم بدأنا الجزء التالي الذي تم فيه سرد أنواع التدهور المختلفة وأسبابها. هذا جعل من الممكن معرفة الوسائل اللازمة للصيانة والوقاية الممكنة.

لتطبيق النظرية، أخذنا حالة RN119 من PK 43 + 900 إلى PK 79 + 900 على مدى 36 كم ؛ (ولاية النعامة) على خط طوله 36 كم. من أجل التحقق من الضغوط والتشوهات فيما يتعلق بالأحمال المبدولة و ظاهر تدهور الطرقات يجب دراسة الأسباب لتسهيل إصلاحها و الحد منها .

أخيراً ، أتاحت لنا الدراسة التي قمنا بها و بعد تحليل وتشخيص النتائج التي حصلنا عليها مكنتنا من اقتراح حلول تساعد للحد من ظاهرة تدهور الطرق و إيجاد حلول لها .

الكلمات المفتاحية: الأرصفة ، التدهور ، الوقاية ، التشخيص ، الطرق .

Abstract

This work consists in studying the deterioration of flexible sidewalks in order to determine its most probable causes, the appropriate means of prevention and how to propose reliable solutions in the event of intervention to treat these defects.

To do this, we first started by studying the different structures of these sidewalks to understand how they work, the materials used in their construction and their size.

Then we started the next part in which the different types of deterioration and their causes are listed. This made it possible to know the necessary means of maintenance and possible prevention.

To apply the theory, we took the case of the RN119 from PK 43+900 to PK 79+900 over a range of 36 km; (Wilayat Al-Naama) on a 36 km long line. In order to check the stresses and deformations in relation to the loads exerted and the apparent deterioration of the pavements, the causes must be studied to facilitate their repair and limit them.

Finally, the study we conducted and after analysis and diagnosis of the results we obtained allowed us to propose solutions to reduce the phenomenon of road deterioration and to provide solutions.

Keywords: pavements, degradation, prevention, diagnosis, roads.

Table des matières

Dédicace	III
Remerciement	IV
Résumé	V
المخلص	VI
Abstract	VII
Table de matières	VIII
LISTE DES TABLEAUX	XII
LISTE DES FIGURES	XIII
Introduction Générale	1
Chapitre I : Généralités sur la route et le réseau routier de l'Algérien	
I.1-Introduction	4
I.2 Généralités Sur les Routes	4
I.2.1 Définition de la route	4
I.2.2 IMPORTANCE	5
I.3 Caractéristiques de la route	6
I.3.1 La Chaussée	6
I.3.2. La couche de forme	7
I.3.3. Le Corps de chaussée et une sous-couche	8
I.3.4 La Couche de surface	8
I.4 Terminologie	9
I.5 Les différents types structures de chaussées	9
I.5.1 Les types de chaussées	9
I.5.1.1 Les chaussées souples	10
I.5.2 Les chaussées bitumineuses épaisses	10
I.5.3 Les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques	10

I.5. 4 Les chaussées à structure mixte	11
I.5.5 Les chaussées à structure inverse	11
I.5.6 Les chaussées en béton de ciment	11
I.6. Généralités Sur le Réseau Routier ALGERIEN	12
I.6.1Présentation du Réseau	13
I.6.2Répartition du Réseau Routier	13
I.6.3 Etat du Réseau Routier Revêtu	14
I.7 LE RESEAU DES PISTES SAHARIENNES	16
I.7.1 Etat des Pistes Sahariennes	18
I.7.2 Balisage	19
I.8 Conclusion	19
Chapitre II: Les dégradations des routes	
II.1 INTRODUCTION	21
II.2 Dégradations de la route	22
II.2.1Définition dégradation	22
II.3 Principales causes des dégradations	22
II.3.1. Les conditions climatiques	23
II.3.2 Facteurs liés à la structure	23
II.3.3 Facteurs liés aux matériaux	24
II.4 La qualité des matériaux	24
II.5 Les différents types des dégradations et leurs causes	25
II.5 .1 la famille des déformations	26
II.5 .1 .1 Ornière rayon	26
II.5.1.2 Affaissement	27
II.5.2 la famille des fissurations	28
II.5.2.1 Les fissurations longitudinales	28

II.5.2.2 Faiénçage	30
II.5.3 Nid de poule	31
II.5.4 Ressuage	32
II.6 Les dégradations courantes dans les chaussées	33
II.6 .1 Couche de roulement	33
II.6.2 Couches d'assise traitées	34
II.6.3 Couches d'assise non liées et support de chaussée	34
II.7. Conclusion	35
Chapitre III : Méthodes de diagnostic et évaluation des dégradations	
III.1 Introduction	37
III.2 Mise en forme du diagnostic	38
III.3 Principes Méthode du diagnostic	38
III.3.1 Identifier les pistes d'actions permettant de rendre la route plus sûre	38
III.3.2 Maintenir la cohérence de l'itinéraire	39
III.3.3 Comprendre avant d'agir	39
III.3.4 Détecter les configurations où le risque est reconnu	40
III.3.5 Associer les acteurs du territoire	40
III.4 Rappel des conditions de réussite de l'étude de diagnostic	41
III.4.1 Les étapes du diagnostic	41
III.4.2 Identification des usages et fonctions de la voie	41
III.4.3. Etude des accidents	44
III.4.4 Cas des traversées des petites agglomérations	45
III.4.5. Approches transversales	47
II.4.5.1. Détection des éléments d'incohérence du point de vue de l'utilisateur et des fonctions de la route	47
II.4.5.2. Détection des configurations reconnues accident gènes	47
III.4.6. Identification des pistes d'actions possibles et cohérentes	48

III.4.7 Hiérarchisation des pistes d'actions	49
III. 5 évaluations des dégradations	50
III. 5.1 Les déformations	50
III. 5.2 Les flaches	51
III. 5.3 Les fissurations	52
III. 5.4 Les arrachements	53
III. 5.5 Les remontées de matériaux	54
III. 6 Les inconvénients et les avantages méthode diagnostique	55
III. 6 .1 Les inconvénients diagnostiques	55
III. 6 .2 Les avantages diagnostique	55
III. 7 Conclusion	56
Chapitre IV : Réparations et entretien des dégradations	
IV.1 Introduction	58
IV.2 GÉNÉRALITÉS SUR LES OPÉRATIONS D'ENTRETIEN	59
IV. 3 La mise en œuvre	61
IV .4 L importance de l'entretien	61
IV. 5 Les types d'entretiens	62
IV. 5.1 Entretien Préventif	62
IV. 5. 2 L'entretien correctif (réactif)	62
IV. 5. 3 l'entretien palliatif	62
IV. 5. 4 La réhabilitation	63
IV. 6 Les Réparations et entretien des dégradations	64
IV. 6 .1 Affaissement de rives	64
IV. 6 .1.1 Les Solutions et Réparations	64
IV. 6 .2 Flache	65
IV. 6 .2.1 Les Solutions et Réparations	65
IV. 6. 3 Orniérage	66
IV. 6 .3.1 Les Solutions et Réparations	66

IV. 6 .4 Les Fissures	67
IV. 6 .4.1 1 ^{er} cas fissures fines	
IV. 6 .4.1 2 ^{ème} cas fissures larges	
IV. 6. 5 Nid de poule	68
IV. 6 .5.1 Les Solutions et Réparations	68
IV. 6 .6 Ressuage	69
IV. 6 .6.1 Les Solutions et Réparations	69
IV. 7 Le choix des matériaux dépend	70
IV. 8 Conclusion	70
Chapitre V : Exemple pratique	
V.1 INTRODUCTION	72
V.2 PRESENTATION DU PROJET	72
V.3 PROGRAMME DE L'ETUDE	73
V.4 PRESENTATION DES RESULTATS DE L'INTERVENTION SUR SITE	74
V.4.1 LES FISSURES	74
V.4.2 LES ARRACHEMENTS	74
V.4.3 LES DEFORMATIONS	75
V.4.4 LES MOUVEMENTS DE MATERIAUX	75
V.5 RESULTATS DE RELEVÉ VISUELLE DE DEGRADATIONS	75
V.5.1 Du PK 44 au PK 45+400	75
V.5.2 Du PK 45+400 au PK 49+600	76
V.5.3 Du PK 58+000 au PK 60+800	77
V.5.4 Du Pk 66+600 au Pk 76+300	77
V .5.5 Du Pk 76+300 au Pk 79+900	78
V.7 CONCLUSION	79
Conclusion Générale	81
Références bibliographiques	83

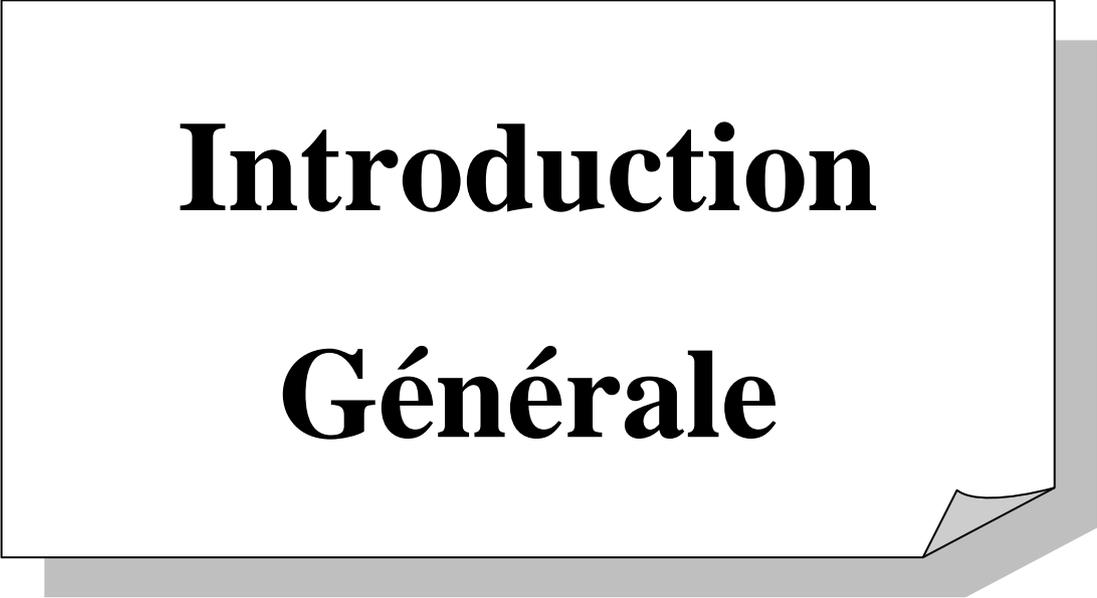
Liste de Tableaux

Tableaux	Titles	Pages
Tableau (I. 1)	Présentation du Réseau	13
Tableau (I. 2)	Répartition du Réseau Routier	13
Tableau (I. 3)	Etat du Réseau Routier Revêtu	14
Tableau (I. 4)	RESEAU DES PISTES SAHARIENNES	16
Tableau (IV.1)	l'entretien des opérations nécessaire	59
Tableau (V.1)	LES MESURE DES DEFLEXIONS	79

Liste de Figures

Figures	Titles	Pages
Figure (I.1)	Structure générale d'une chaussée	5
Figure (I.2)	les différentes couches qui constituent la structure de la chaussée	7
Figure (I.3)	profil en travers type d'une route	9
Figure (I.4)	structure – type d'une chaussée	10
Figure (I.5)	Réseau Routier En ALGERIEN	12
Figure (I.6)	Répartition du Réseau Routier National	14
Figure (I.7)	Carte de pistes Sahariennes	18
Figure (II.1)	Schéma de principe illustrant les agressivités	21
Figure (II.2)	schéma de principe illustrant la déflexion	22
Figure (II.3)	ornières à grands rayons	26
Figure (II.4)	affaissements	27
Figure (II.5)	Les fissurations longitudinales	29
Figure (II.6)	Faïençage	30
Figure (II.7)	Nids de poule	31
Figure (II.8)	Ressuage	32
Figure (II.9)	Les différentes couches	33
Figure (II.10)	Couches d'assise non liées et support de chaussée	34
Figure (III.1)	Principes Méthode du diagnostic	38
Figure (III.2)	Restauration de la route selon la méthode diagnostic	48
Figure (III.3)	courbes d'évolution des chaussées	50
Figure (IV.1)	les Réparations et des dégradations	58
Figure (IV.2)	les Réparations affaissement	64
Figure (IV.3)	les Réparations les Flache	65
Figure (IV.4)	les Réparations Orniérage	66

Figure (IV.5)	Les Réparations des Fissures	67
Figure (IV.6)	Les Réparations Nid de poule	68
Figure (IV.7)	Les Réparations Ressuage	69
Figure (V.1)	La route nationale N°119 en Algérie	72
Figure (V.2)	Du PK 44 au PK 45+400	76
Figure (V.3)	Du PK 45+400 au PK 49+600	76
Figure (V.4)	Du PK 58+000 au PK 60+800	77
Figure (V.5)	Du Pk 66+600 au Pk 76+300	77
Figure (V.6)	Du Pk 76+300 au Pk 79+900	78



Introduction

Générale

Introduction Générale

Le réseau routier d'un pays est indispensable à son développement économique et social. En effet, le réseau routier établit la liaison entre les villes et les agglomérations et facilite les transactions et échanges commerciaux. Le réseau routier conçu et encadré par le sous-secteur des Travaux Publics constitue alors un facteur clé à la croissance d'un pays. En effet, l'existence du sous-secteur des TP, est un élément incontournable pour l'économie d'un pays, de part le volume d'investissements que drainent les Bâtiments et les Travaux Publics (B.T.P.) ainsi que sa part dans la formation du Produit Intérieur Brut (PIB).

En effet, sous l'effet des charges et du climat, les chaussées se dégradent et il faut les entretenir pour assurer un niveau de service adéquat. Il urge dès lors d'élaborer un document permettant de recenser l'ensemble des dégradations observées sur les chaussées du *Algérie*. C'est dans ce cadre que signé entre la Direction des Travaux Publics (DTP) de la wilaya de Nama et le laboratoire des travaux publics du sud (LTPS) relatif l'étude de renforcement, d'élaborer un catalogue des dégradations des chaussées au Algérie.

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

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

Cependant recenser et décrire ne suffisent pas, il convient aussi de classer ces dégradations et d'en apprécier les causes. C'est ainsi que ce catalogue a pour but:

- de donner une définition précise aux différents défauts et les d'illustrer par des exemples photographiques types;

- de présenter les causes les plus probables de ces dégradations
- de présenter leurs modes d'évolution dans le temps et;
- d'indiquer l'objectif d'entretien de chaque type de dégradation.

Pour réaliser le travail demandé, on a procédé à une recherche bibliographique approfondie.

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS SUR LA ROUTE ET LE RÉSEAU ROUTIER DE L'ALGERIE

Chapitre I

Généralités sur la route et le réseau routier de l'Algérie

I.1-Introduction

Une chaussée est essentiellement destinée à supporter les actions mécaniques des véhicules et à les reporter sur le terrain de fondation sous-jacent sans que se produisent des déformations permanentes ni dans le terrain ni dans la chaussée elle-même. C'est pourquoi le choix des matériaux et leur usage dans la construction des chaussées doivent se faire d'une attention particulière. Dans ce chapitre, nous présentons en généralité les différentes structures (les couches) des chaussées souples, les matériaux utilisés, et quelques notions sur le dimensionnement.

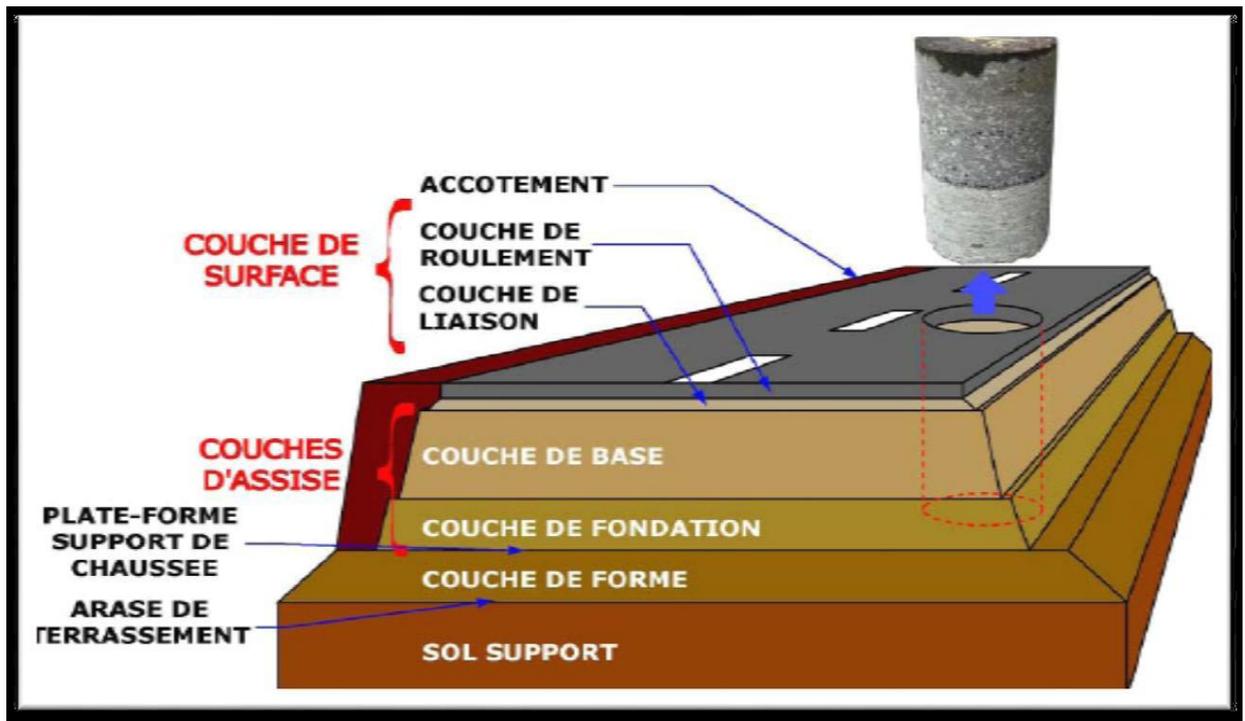
I.2 Généralités Sur les Routes.

Depuis la création de l'univers, Dieu a donné une grande richesse à l'homme en l'occurrence la terre c'est ainsi que le domaine de route constitue une partie très importante du patrimoine national d'un pays. Elle est alors un facteur très important de développement économique et social ; entre les villes, les provinces, les pays et des civilisations. [1]

I.2.1 Définition de la route :

« Le mot route vient du mot latin « viarupta » qui signifie « voie Frayée » c'est donc une voie de communication terrestre permettant de relier un point à une autre, un village à un autre, etc.1

Nous allons également définir la route moderne comme étant « un espace correctement aménagé pour recevoir un ou plusieurs courants de circulation construite dans le respect des règles d'art » [2].



(Figure I.01) : Structure générale d'une chaussée

I.2.2 Importance

La route est importante sur plusieurs plans [3] :

a. sur le plan sociale, la route facilite ;

La communication et la fréquentation entre les hommes, l'implantation et l'accessible des infrastructures communautaire (école, dispensaire, marcher, foot bol etc....)

b. sur le plan économique ; elle permet, L'évacuation des produits agricoles vers les centres villes, l'approvisionnement de campagne de produits manufacturés

c. sur le plan politico-administratif, la route facile

I.3 Caractéristiques de la route

La route est l'ensemble formé par : le sol support ou terrain, le terre-plein central, les accotements ou trottoirs et les ouvrages routiers et essentiellement par la chaussée comme sur la figure 1.1 suivante [4] .

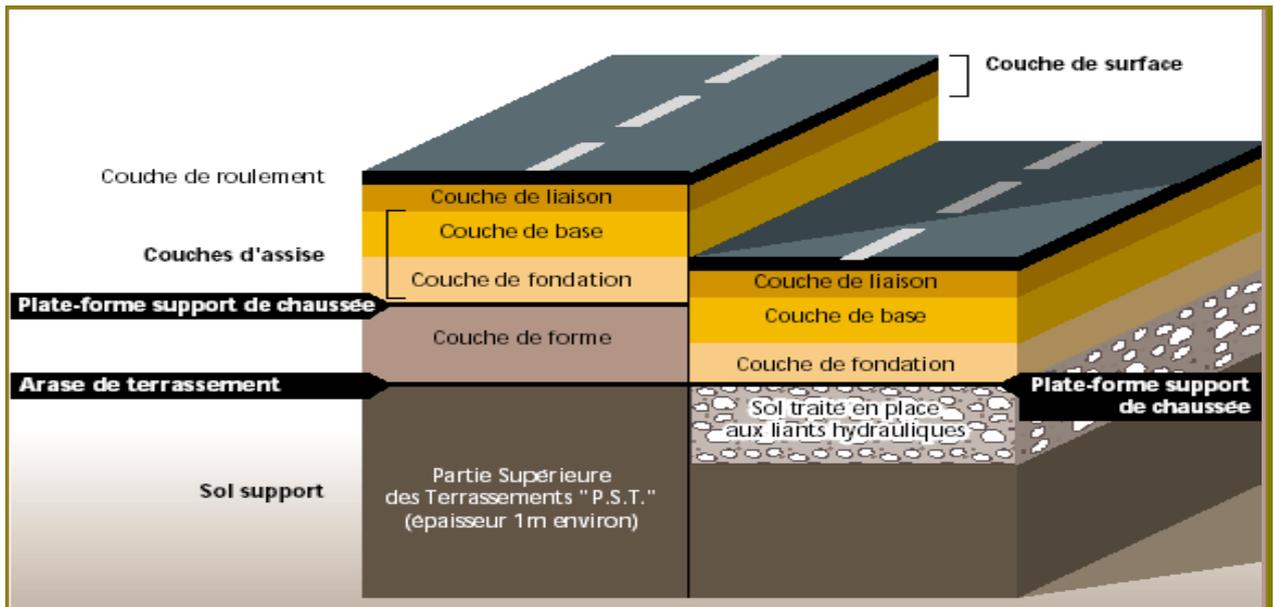
I.3.1 La Chaussée :

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

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

De bas en haut, le corps de chaussée comporte généralement les éléments suivants [4] :

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



(Figure I.02) : les différentes couches qui constituent la structure de la chaussée [4]

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

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

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

I.3.2. La couche de forme :

Elle est rattachée aux terrassements, c'est une couche de transition entre le sol-support et le corps de chaussée. Elle est constituée de matériaux naturels sélectionnés (sable, grave). Elle se charge de protéger le sol-support et d'établir une qualité de nivellement ainsi que de rendre plus homogène et d'améliorer les caractéristiques dispersées des matériaux de remblai ou du terrain en place vis-à-vis du fonctionnement mécanique de la chaussée [4].

I.3.3. Le Corps de chaussée et une sous-couche :

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

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

De nombreux matériaux conviennent aux couches d'assise. Ce sont les matériaux naturels sélectionnés rocheux ou graveleux, des matériaux concassés ou semi-concassés, des matériaux traités à l'aide de liants. Des sables naturels sont également employés [4].

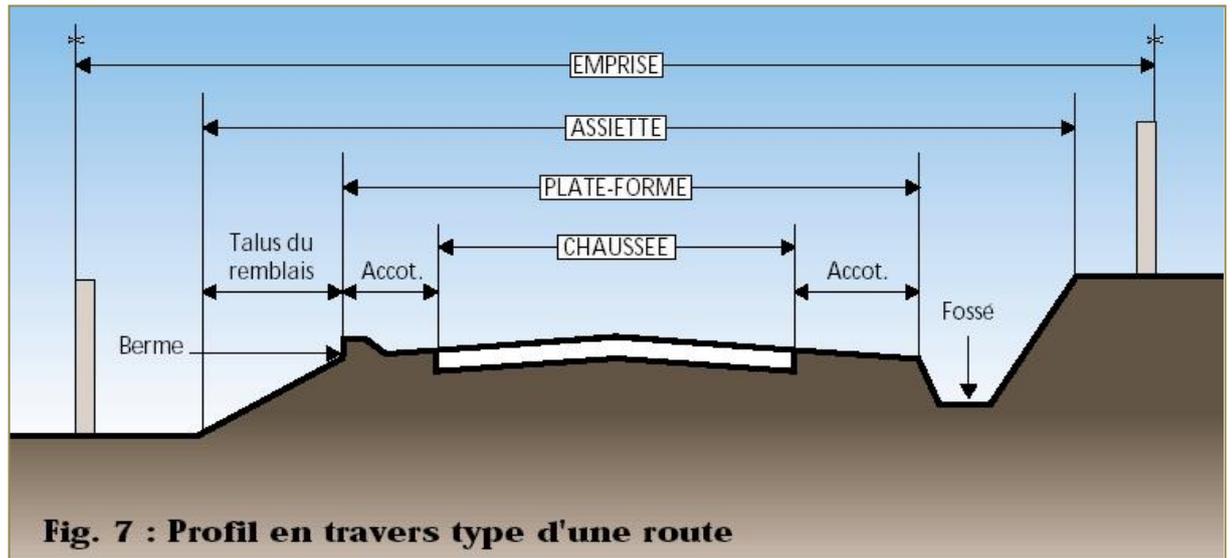
I.3.4 La Couche de surface :

Elle est constituée de:

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

Cependant, après construction de la route et son ouverture au trafic, elle se dégrade [4].

I.4 Terminologie :



(Figure I.03) : profil en travers type d'une route

L'EMPRISE : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

L'ASSIETTE : surface du terrain réellement occupée par la route.

PLATE-FORME : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

CHAUSSEE : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

ACCOTEMENTS : zones latérales de la PLATE-FORME qui bordent extérieurement la chaussée.

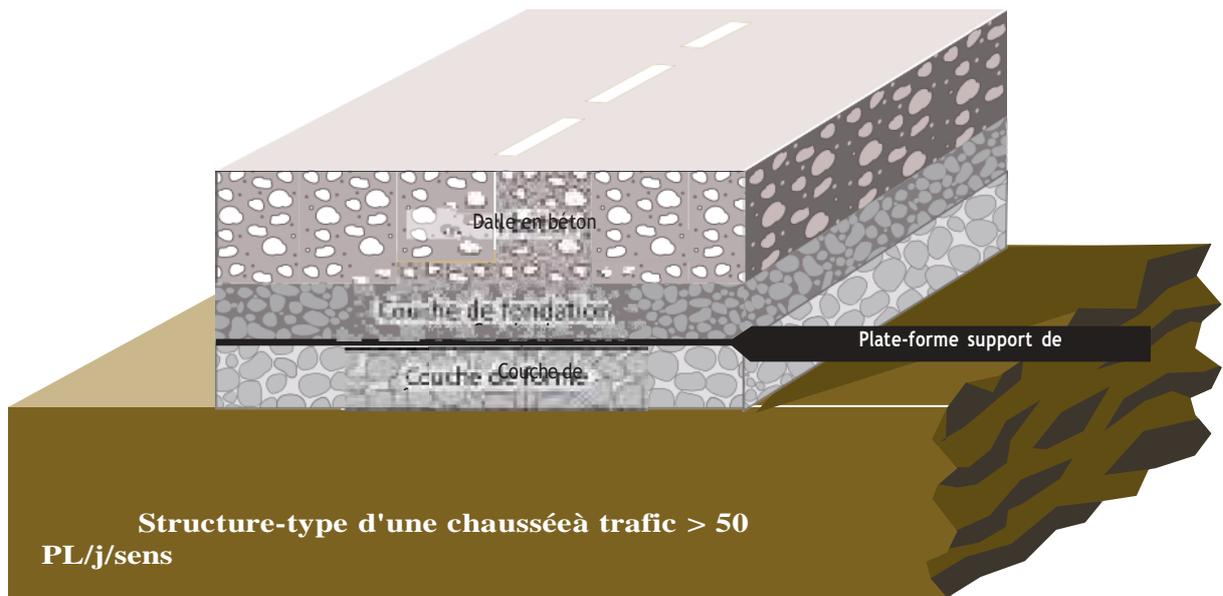
L'accotement est constitué de la berme et de la bande dérasée [5].

I.5 Les différents types structuresde chaussées :

I.5.1 Les types de chaussées :

Il y a une grande diversité de structures de chaussée, que l'on classe dans les familles suivantes [6] :

- souples,
- bitumineuses épaisses,
- à assise traitée aux liants hydrauliques,
- à structure mixte,
- à structure inverse,
- en béton de ciment.



(Figure I.04) : structure – type d'une chaussée

I.5.1.1 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.

I.5.2 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.5.3 Les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques :

Ces structures sont qualifiées couramment de "semi-rigides". 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.

I.5.4 Les 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.5.5 Les chaussées à structure inverse :

Ces structures sont formées de couches bitumineuses, d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur totale, sur une couche de grave non traitée (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.

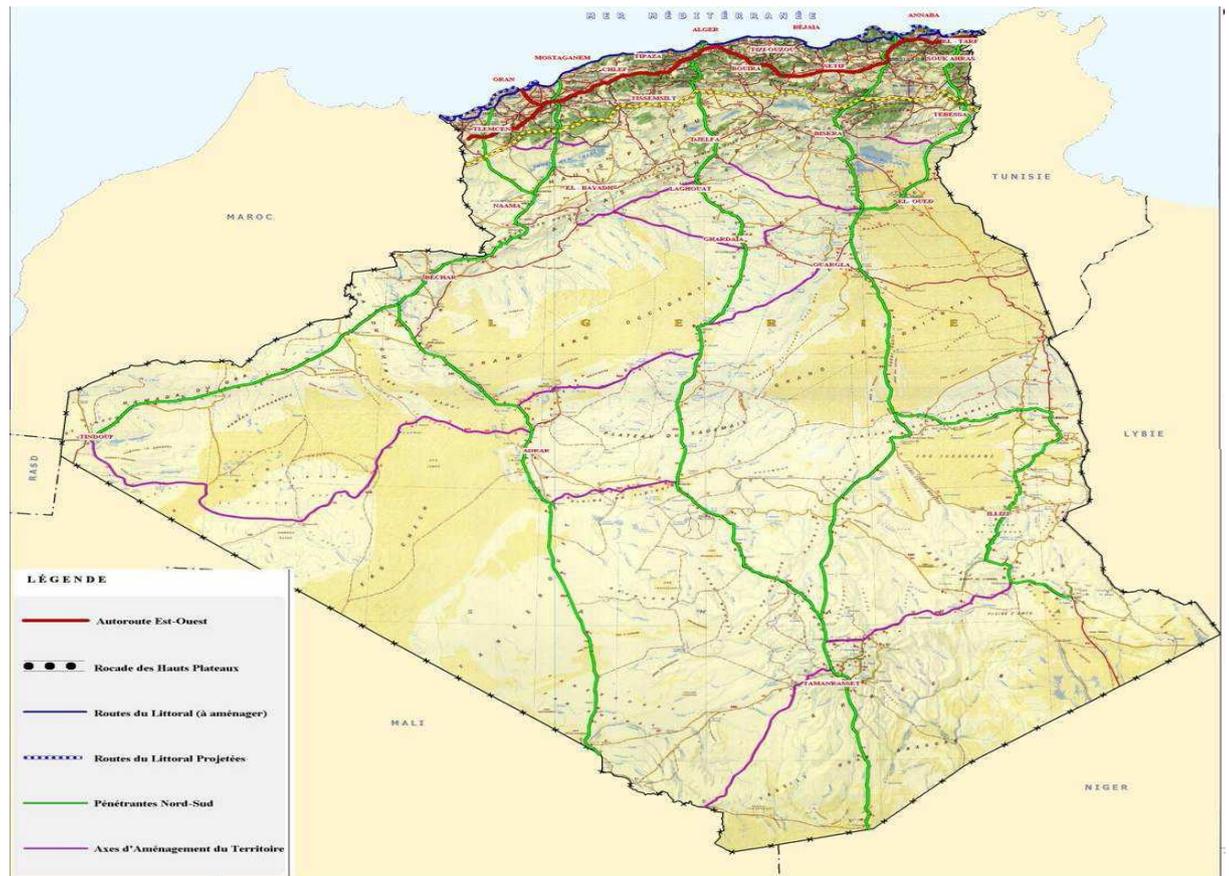
I.5.6 Les chaussées en béton de ciment :

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40 cm d'épaisseur qui sert de couche de roulement éventuellement recouverte d'une couche mince en matériaux bitumineux. La couche de béton repose soit sur une couche de fondation (en matériaux traités aux liants hydrauliques ou en béton de ciment), soit sur une couche drainante en grave non traitée, soit sur une couche d'enrobé reposant elle-même sur une couche de forme traitée aux liants hydrauliques.

La dalle de béton peut être continue avec un renforcement longitudinal ("béton armé continu"), ou discontinue avec ou sans élément de liaison aux joints. Ci-dessous nous présentons les structures de chaussée en béton de ciment.

Ces structures combinent une couche de béton de ciment (pour leurs propriétés de durabilité et leur haut module) avec des couches en matériaux bitumineux (pour leurs bonnes propriétés d'adaptations). L'intérêt technique et économique de ces structures dépend essentiellement de la qualité et de la pérennité de l'adhérence mécanique du collage avec interface entre ces couches. Ci-dessous deux types de structures composites sont présentés : le béton de ciment mince collé [Silwerbrand, 1998] et le béton armé continu (BAC) sur grave bitume (GB) [6].

I.6. Généralités Sur le Réseau Routier ALGERIE :



(Figure I.05) : Réseau Routier En ALGERIE

Le réseau routier Algérien a atteint aujourd'hui plus de 108 000 km, dont 75% revêtu, sa valeur économique est estimée à environ 25 milliards de dollars, il reste l'infrastructure de transport prédominante par excellence, puisqu'elle assure près de 90% des déplacements des personnes et des marchandises. Avec un taux de 30% de poids lourds .

Ce réseau est dominé par les échanges Est – Ouest, il est constitué d'un réseau principal de 22 000 km et d'un réseau économique de base de 12 000 km. 60% des routes Algériennes ont une largeur supérieure ou égale à 7 m conçues totalement en structure souple. [7].

I.6.1Présentation du Réseau :

Le réseau routier Algérien se présente aujourd'hui comme suit [5] :

Types de Routes	Revêtu	Piste	Total	Taux
RN	24 436	3 720	28 156	26%
CW	21 439	2 367	23 806	21.98%
CC	32 008	24 332	56 340	52.02%
Total du Réseau	77 883	30 419	108 302	/

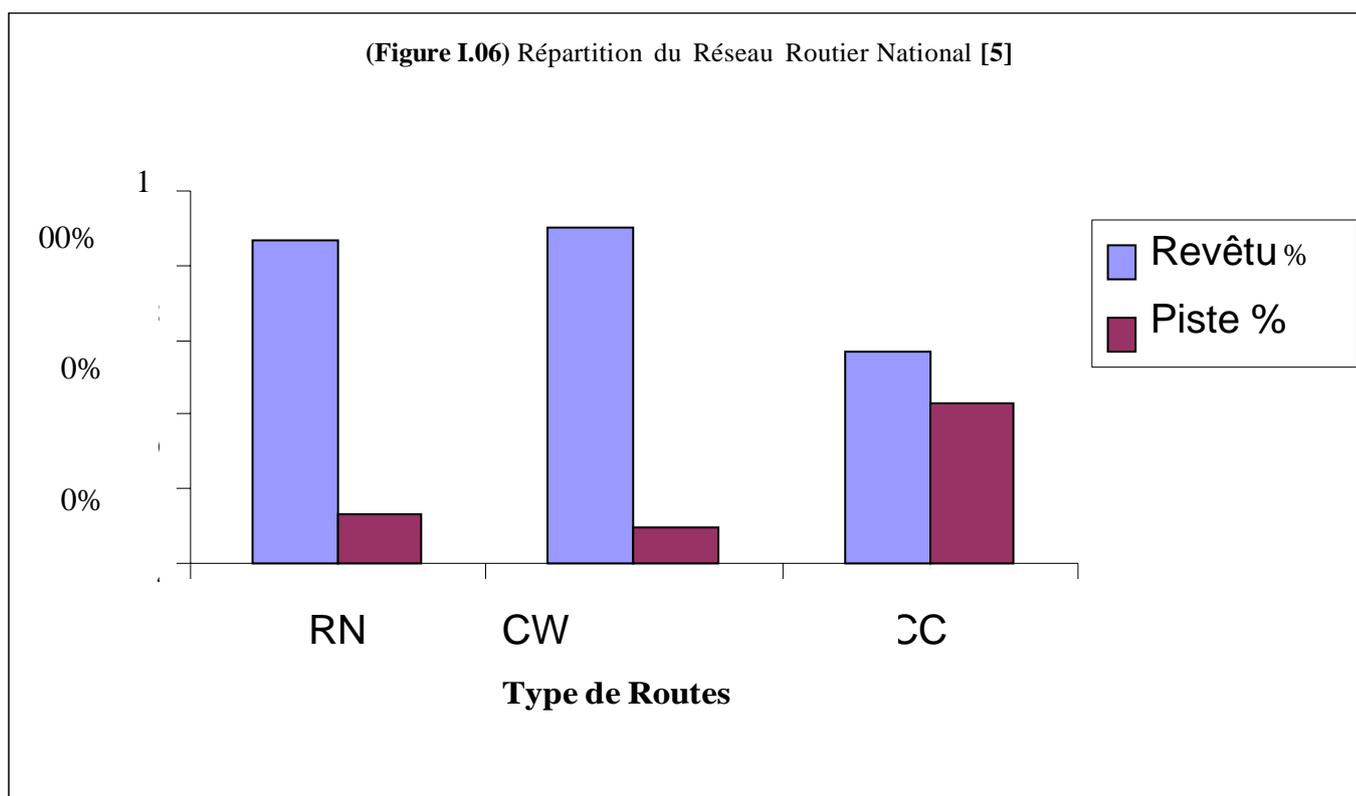
(Tableau I.1) : Présentation du Réseau

Notant cependant que 30 419 km sont des routes non revêtues (piste), ce réseau en RN, CW, et CC, représente 28 % de l'ensemble du réseau national.

I.6.2 Répartition du Réseau Routier :

Types de Routes	Revêtu %	Piste %
RN	87%	13%
CW	90%	10%
CC	57%	43%

(Tableau I.2) : Répartition du Réseau Routier



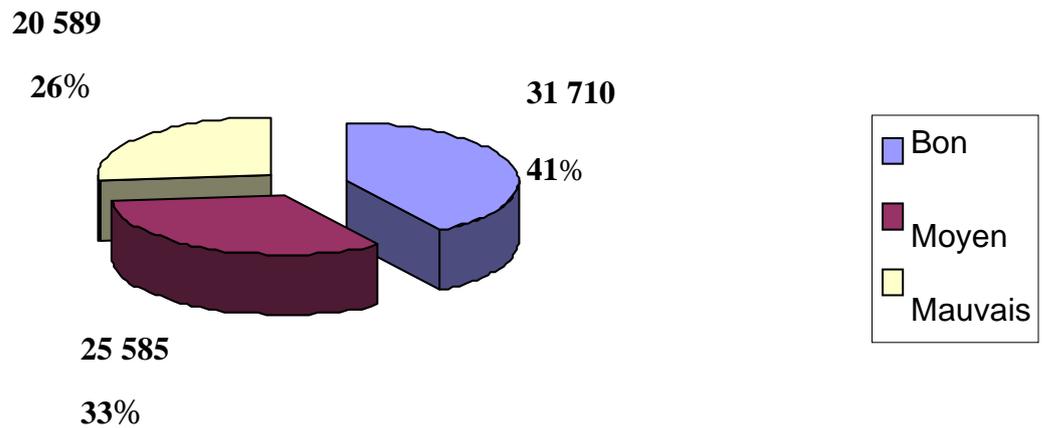
I.6.3 Etat du Réseau Routier Revêtu :

A fin 2004 l'état du réseau routier revêtu se présente comme suit [9] :

Etat	Bon	Moyen	Mauvais
Consistance (km)	31 710	25 585	20 589
Taux	41%	33%	26%

(Tableau I.3) : Etat du Réseau Routier Revêtu

(Figure I.07)Etat du Réseau Routier Revêtu [9]



On constate que les routes revêtues en bon état représentent 41% du réseau (RN, CW et CC) et 33% (RN, CW et CC) en moyen état.

En matière de développement, le secteur a poursuivi son effort et a enregistré des résultats très satisfaisants par rapport au moyen des livraisons enregistrées durant les trois dernières années. Au titre de l'année 2005, le secteur a enregistré : 2299 km de réhabilitation, de renforcement et de modernisation , 612 km de construction en routes nationales et de chemins de wilayas ainsi qu'un linéaire de 350 km de routes (routes neuves ou renforcées) qui ont permis le désenclavement d'environ 600 000 habitants.(bilan d'activité 2005 développement)

Le secteur des travaux publics a connu ces dernières années un regain de dynamisme, caractérisé par l'intensification du processus de relance après une décennie marquée par une sévère crise économique.

Dans cette optique, les autorités du pays ont mis en place, à la faveur d'une embellie financière sans précédent, un ambitieux programme qui contribuera au développement et au renforcement du réseau routier.

Ce programme est estimé à plus de 10 milliards de dollars, porte sur la réalisation à l'échéance 2009 des actions suivantes :

1. Réalisation de 927 km d'Autoroute en 2x3 voies et mise sous péage des 1216km,
2. La réalisation de plus de 5000 km de renforcement, de réhabilitation et de modernisation,
3. Réalisation de près de 130 OA et confortement de 50 OA,
4. Renouvellement de la couche de surface sur 7600 km dans le cadre de l'entretien routier
5. Parachèvement de la route transsaharienne,
6. réalisation des 2ème, 3ème et 4ème Rode, totalisant un linéaire d'environ 500 km,
7. Aménagement des routes côtières (RN 24, RN 43 et RN 11),
8. Réalisation de près de 300 km de routes en désenclavement
9. Des études techniques et générales soit 100 études.

Ce dernier est complété par un riche programme de développement et de désenclavement pour les régions des hauts plateaux et du Sud Algérien.

1.7 LE RESEAU DES PISTES SAHARIENNES :

Le réseau des pistes principales du Grand Sud Algérien est réparti sur un vaste territoire de 1 450 000 km², et traverse des zones à caractéristiques géologiques et géomorphologiques très variées, il couvre les quatre wilayas, à savoir [10] :

Adrar, Tamanrasset, Tindouf et Illizi.

Ce patrimoine dessert des régions désertiques et arides, dont la densité démographique ne dépasse pas 01 habitant/km (La population est de l'ordre de 500 000 habitants, soit moins de 02 % de la population du pays). Ces pistes relient les différents centres de vie distants de plusieurs centaines de kilomètres (varie de 293 km à 1148 km).

Plus de 67% de ce réseau se situe au niveau des régions du Tassili, le reste s'étend sur les plateaux de la région d'Adrar.

Wilayas	Liaisons	Code	Linéaire (km)
Tamanrasset	Tamanrasset- In Guezzam	RN 01	400
Illizi	Illizi – Djanet	RN 03	550
Adrar	Reggane – Bordj Badji Mokhtar	RN 06	825
Illizi – Tamanrasset	Bordj Omar Idris–RN 01 (pk 654)	RN 54	553
Illizi – Tamanrasset	Bordj El Haoues - Tamanrasset	RN 55	488

Tindouf – Tamanrasset	Tindouf – Tamanrasset	RP01	1148
Illizi	Illizi – Bordj Omar Idris	RP02	414
Tamanrasset- Adrar	Tamanrasset- Bordj Badji Mokhtar	RP 03	499
Tamanrasset- Illizi	Amguid - Bordj EL Haoues	RP04	359
Tamanrasset	In Salah - Amguid	RP 05	293
Le linéaire total des pistes			5529

(Tableau I.4) : RESEAU DES PISTES SAHARIENNES

Le réseau des pistes principales du Grand Sud Algérien totalise un linéaire de près de 5529 km, certaines sections ont connu des travaux de revêtement, notons le cas de la RN 03, dans la Wilaya d'Illizi sur un linéaire de 400 km, RP 01(RP :route piste) sur 26 km dans la Wilaya de Tindouf et RP 03 sur 66 km dans la Wilaya de Tamanrasset.

Par ailleurs, il est à noter que la liaison Tamarasset – In Guezzam est totalement prise en charge dans le cadre de Route Transsaharienne (90 km revêtus , 150 km en cours de travaux et 175 km en voie de lancement).

Ces liaisons se présentent sous forme de :

- Trois Pénétrantes : Est RN 06

Centre R N 01 et RN 54

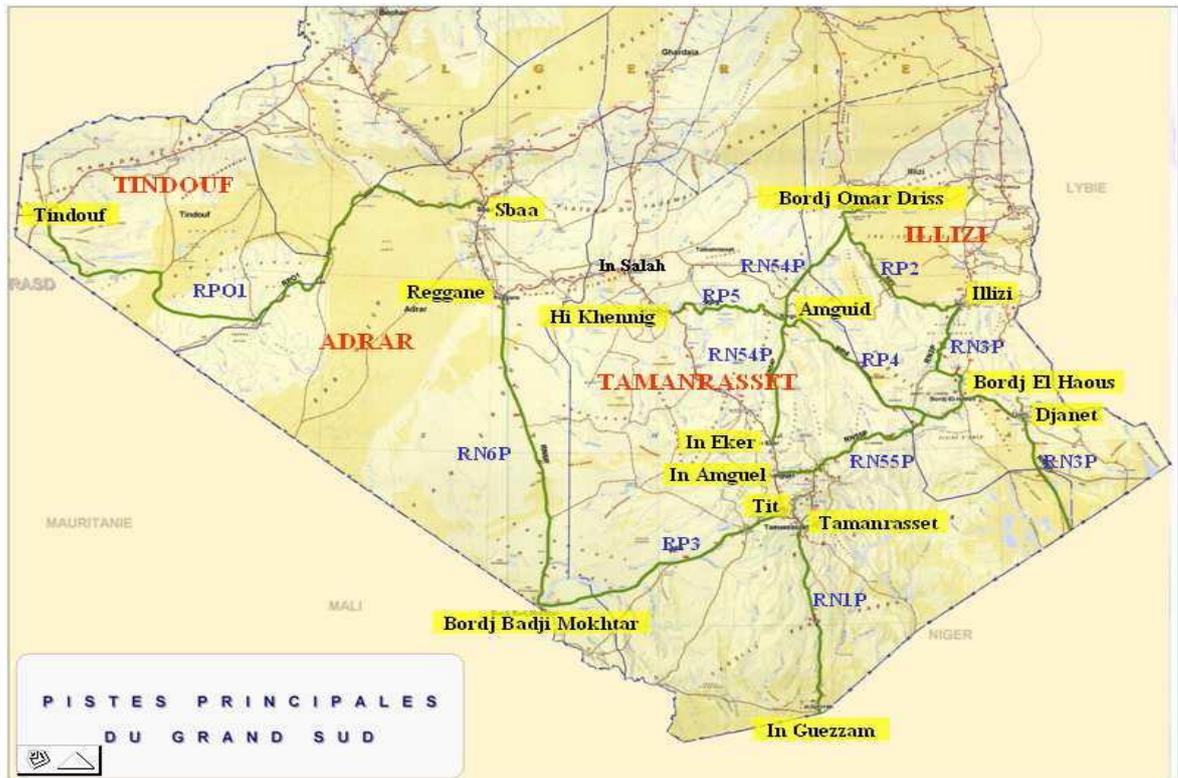
Ouest RN 03

- Une oblique Ouest : RP04

- Deux radiales :

Au Nord : RP 01, RP 05 et RP 02

- Au Sud : RP 03 et RN 55.



(Figure I.07) : Carte de pistes Sahariennes

I.7.1 Etat des Pistes Sahariennes :

La totalité du réseau est considéré comme étant des pistes naturelles. Cela venait du fait que très peu de sections ont connu une construction avec un corps de chaussée (couche de fondation et une couche de roulement avec matériaux sélectionnés), ces derniers étaient très anciens, impliquant une disparition des couches d'apport, ce qui revenait à circuler sur le terrain naturel.

Il est recensé sur les pistes principales du Grand Sud Algérien,(selon l'étude des obstacles à la circulation au niveau des principales pistes du Grand Sud Algérien), 542 obstacles à la circulation , le traitement de ces obstacles permettra de supprimer :

- Ensablement sur 500km,
- Passages d'oueds sur 150 km,
- Zones d'affleurement rocheux sur 245 km et
- Zone de Fech Fech sur 100 km.

I.7.2 Balisage :

Mis à part quelques points de repères disposés par les nomades de la région ou les rares bornes datant du temps colonial, aucune balise ne définit l'itinéraire exact des pistes [5].

I.8 Conclusion

En résumé, dans une chaussée souple, on distingue en partant du haut vers le bas :

- ✓ La couche de surface ou de roulement ;
- ✓ La couche de base ;
- ✓ La couche de fondation ;
- ✓ La couche de forme ;
- ✓ Le sol support

La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.

La couche de base a pour rôle de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent.

Elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.

La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de la chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et moins onéreux.

La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Elle améliore la portance du sol support et permet la circulation des engins de chantier.

L'épaisseur globale d'une chaussée souple est généralement comprise entre 30 et 60 cm.

Chapitre II

LES DÉGRADATIONS DES ROUTES

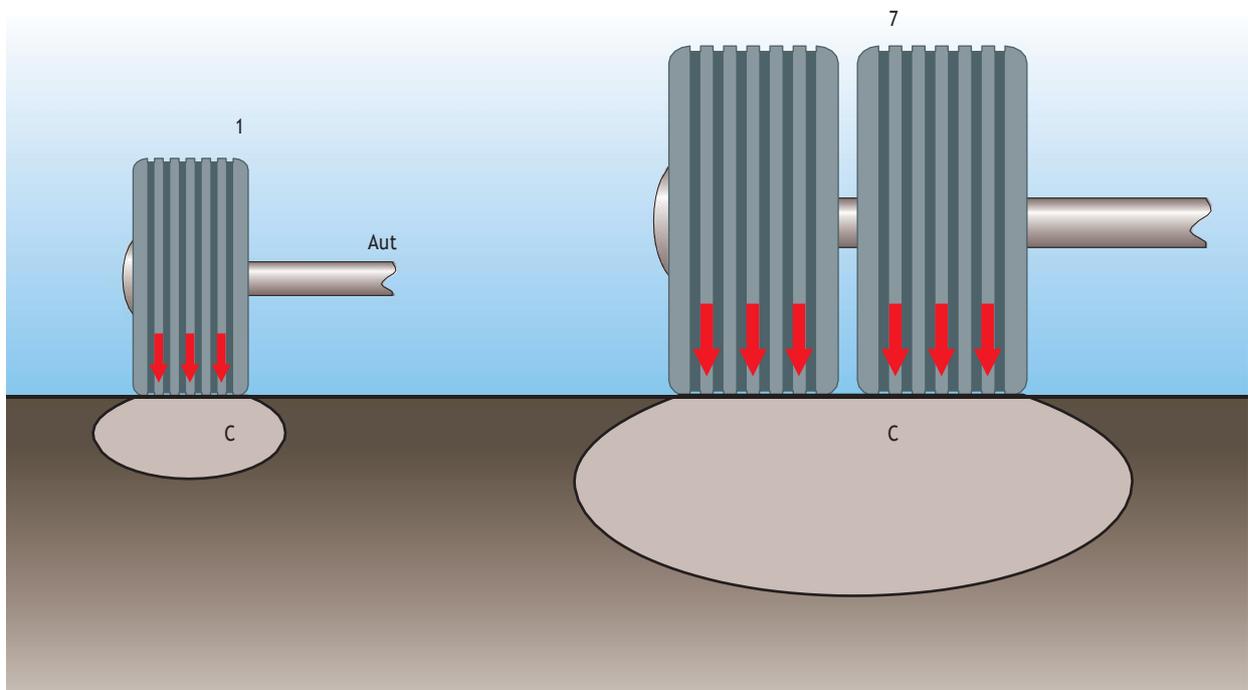
Chapitre II

Les dégradations des routes

II.1 INTRODUCTION

Nous avons eu, à travers le chapitre précédent, un aperçu sur le processus de dégradation des chaussées. Cela nous a permis de voir comment les sollicitations influent sur la destruction des chaussées et suivant le type de structure qu'on a, comment celles-ci se comportent.

Il reste maintenant à décrire suivant chaque famille de chaussée (revêtues/ non revêtues) les différentes dégradations les plus fréquemment rencontrées. Ainsi, ce chapitre traitera des dégradations sur les chaussées revêtues. Pour cela, nous nous intéresserons dans un premier temps aux chaussées à revêtement bitumineux qui regroupent les chaussées souples et les chaussées semi-rigides, puis nous finirons par les chaussées en dalle de béton.



(Figure II.01) : Schéma de principe illustrant les agressivités

II.2 Dégradations de la route :

Les dégradations s'observent sur les routes à la fois revêtues et non. On distingue généralement cinq (5) grands groupes (ou familles) [12].

II.2.1 Définition dégradation est :

- une dépréciation brutale ou progressive de l'état de praticabilité de la route et du confort offerts aux usagers.
- un processus d'usure par lequel la capacité fonctionnelle et structurale d'une chaussée diminue.
- un passage progressif de l'état acceptable de la route à un état plus mauvais sous les effets du trafic, du climat et de l'environnement.
- un désordre visible à la surface d'une chaussée.

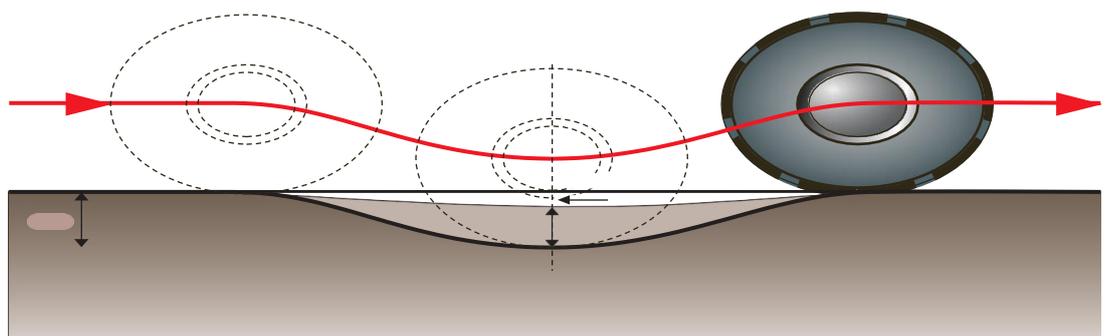
Qu'elle soit revêtue ou non, la route se dégrade graduellement dès sa mise en service.

Ces dégradations varient beaucoup dans leur forme et leur ampleur avec le climat, les sols, la circulation et les caractéristiques géométriques de la route.

II.3 Principales causes des dégradations :

Les chaussées évoluent et se dégradent essentiellement sous l'effet du trafic lourd et des conditions climatiques. La rapidité de cette évolution et les désordres qui apparaissent sont également liés à la nature et à l'épaisseur des matériaux utilisés et à leurs conditions de fabrication et de mise en œuvre. Certains désordres consécutifs à l'instabilité du support de la chaussée (remblais ou terrain naturel) peuvent apparaître indépendamment du trafic et du climat.

Parmi les causes des dégradations des chaussées, on retrouve essentiellement l'action du trafic, celle des conditions climatiques, la qualité des matériaux utilisés et les défauts de mise en œuvre.



(Figure II.02) : schéma de principe illustrant la déflexion

II.3.1. Les conditions climatiques :

L'un des paramètres préjudiciables à la tenue de la chaussée est la présence de l'eau dans la structure de chaussée. Comme le dit si bien l'enseignant chercheur Dr ALLOBA

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

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.

En outre, les revêtements bitumineux sont très sensibles aux variations de températures.

Ainsi, l'exposition à des températures élevées, non prises en compte dans le choix du bitume, entraînera un vieillissement rapide de ce dernier, propice à l'apparition des fissures. [13].

II.3.2 Facteurs liés à la structure :

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. [12]. [13].

II.3.3 Facteurs liés aux matériaux :

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. [12]. [13].

II.4 La qualité des matériaux :

Elle est d'une importance capitale car il est difficile de faire une route de qualité à partir de matériaux aux caractéristiques médiocres.

Les dégradations liées à la mauvaise qualité des matériaux peuvent être 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. [14].

II.5 Les différents types des dégradations et leurs causes :

D'une manière générale, les dégradations observées dans les chaussées souples peuvent être répertoriées en quatre principales familles qui sont : [15], [16], [17]

- La famille des déformations
- La famille des fissurations
- La famille des arrachements
- La famille des dégradations en milieu urbain

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.

II.5 .1 la famille des déformations :

Ce sont des dégradations qui entraînent une modification de la chaussée donnant à la surface de cette dernière un aspect différent de celui désiré. Ces déformations qui prennent naissance dans le corps de la chaussée affectent en générale les couches inférieures pour atteindre ensuite la couche de roulement et peuvent se distinguer selon leur forme ou leur localisation comme suit [16].

II.5 .1 .1 Ornière rayon :

L'ornière à faible rayon correspond à une dépression longitudinale simple, double et parfois triple, de l'ordre de 250 mm de largeur, située dans les pistes de roues. Le profil transversal de ces dépressions est souvent similaire à des traces de pneus simples ou jumelés.



(Figure II.03) : ornières à grands rayons

II.5.1.2 Affaissement :

C'est une distorsion du profil en bordure de la chaussée ou au voisinage de conduites souterraines ou dépression très prononcée et souvent assez étendue se localisant soit en rive, soit en pleine largeur

A. Gravité et étendue

Faible : il est défini par une dénivellation dont la profondeur est inférieure à 20 mm sous la règle de 3 m. À la vitesse maximale permise, la sécurité n'est pas compromise et l'effet sur le confort au roulement est négligeable

Moyen : ici la dénivellation a une profondeur se situant entre 20 et 40 mm sous la règle de 3 m. À la vitesse maximale permise, la sécurité est peu compromise et le confort au roulement est modérément diminué.

Majeur : il correspond à une dénivellation dont la profondeur est supérieure à 40 mm sous la règle de 3 m. À la vitesse maximale permise, la sécurité est compromise et le conducteur doit ralentir. Le confort au roulement est fortement diminué.

Etendue : c'est le % de la surface totale atteinte par rapport à la surface de la section de relevé.



(Figure II.04) : affaissements

II.5.2 la famille des fissurations :

II.5.2.1 Les fissurations longitudinales

Les sollicitations répétées de flexion alternée dans la couverture bitumineuse d'une chaussée souple entraînent une dégradation par fatigue, sous la forme de fissures d'abord isolées puis évoluant peu à peu vers un faïençage à maille de faible dimension. Les fissurations sont définies comme étant une cassure de revêtement suivant une ligne avec ou sans rupture du corps de chaussée. Elles peuvent intéresser aussi bien la couche de roulement seule, qu'une partie ou la totalité du corps de chaussée [17].

Faible : Fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 5 mm. Les bords sont en général francs et bien définis.

Moyen : Fissures simples ou fissures multiples le long d'une fissure principale, celle-ci étant ouverte de 5 à 20 mm. Les bords sont parfois érodés et un peu affaissés. Sans être inconfortable, la fissure est perceptible par l'utilisateur

Majeur : Fissures simples ou fissures multiples le long d'une fissure principale, celle-ci étant ouverte de plus de 20 mm. Les bords sont souvent érodés et il y a affaissement ou soulèvement au gel au voisinage de la fissure. Le confort au roulement est diminué par les déformations de surface

Etendue : % de surface totale de la zone atteinte par rapport à la surface de la section du relevé.

A / Les causes probables :

Les fissures longitudinales hors piste de roues sont dues aux phénomènes ci-contre :

- Joint de construction mal exécuté le long de la travée adjacente.
- Ségrégation de l'enrobé à la pose (ex. : centre de l'épandeur).
- Vieillissement du revêtement.
- fatigue avancée de la chaussée ou sous-dimensionnement d'une ou plusieurs couches.
- Diminution de portance du sol support (drainage déficient, défaut d'étanchéité)
- Mauvais mode de fonctionnement de la structure (couches décollées)

- Qualité médiocre de certains matériaux.



(Figure II.05) : Les fissurations longitudinales

Les schémas suivants illustrent ces types de dégradations

II.5.2.2 Faiëncage :

Le faiëncage est par définition un ensemble de fissures plus ou moins rapprochées formant des mailles. Elles sont dites à mailles fines ou peaux de crocodiles lorsque le coté varie de 10 à 40 cm et à mailles larges au delà de 40 cm. Ce le nom donné au réseau de fissures qui apparaissent parfois sur le revêtement en enrobés lorsque ceux-ci sont placés sur une chaussée trop déformable. Il s'agit d'une rupture du revêtement par fatigue qui met en cause l'épaisseur du revêtement compte tenu des charges roulantes, de leur fréquence et de la qualité de chaussé

A / Gravité et étendue :

Le niveau de sévérité du faiëncage dépend de l'évolution des fissures qui le composent Cette évolution est caractérisée par une extension progressive du phénomène en surface qui définit le dernier stade avant désordres graves.

Etendue : pourcentage de la surface totale atteinte par rapport à la surface de la section du relevé.



(Figure II.06) : Faiëncage

II.5.3 Nid de poule :

Le nid-de-poule est la manifestation finale d'une combinaison de différents problèmes. Il est caractérisé par une désagrégation localisée du revêtement sur toute son épaisseur formant des trous de forme généralement arrondie, au contour bien défini, de taille et de profondeur variables.

A. Gravité et étendue :

Faible : il est décrit par le nid-de-poule dont le diamètre est moins de 200 mm.

Moyen : dans ce cas le nid-de-poule possède un diamètre de 200 à 300 mm.

Majeur : à ce niveau le nid-de-poule a un diamètre de plus de 300 mm.

Etendue : elle est évaluée par le nombre de nids de poule par section du relevé



(Figure II.07) : Nids de poule

II.5.4 Ressuage :

Le ressuage est une remontée de bitume à la surface du revêtement, accentuée dans les pistes de roues [17].

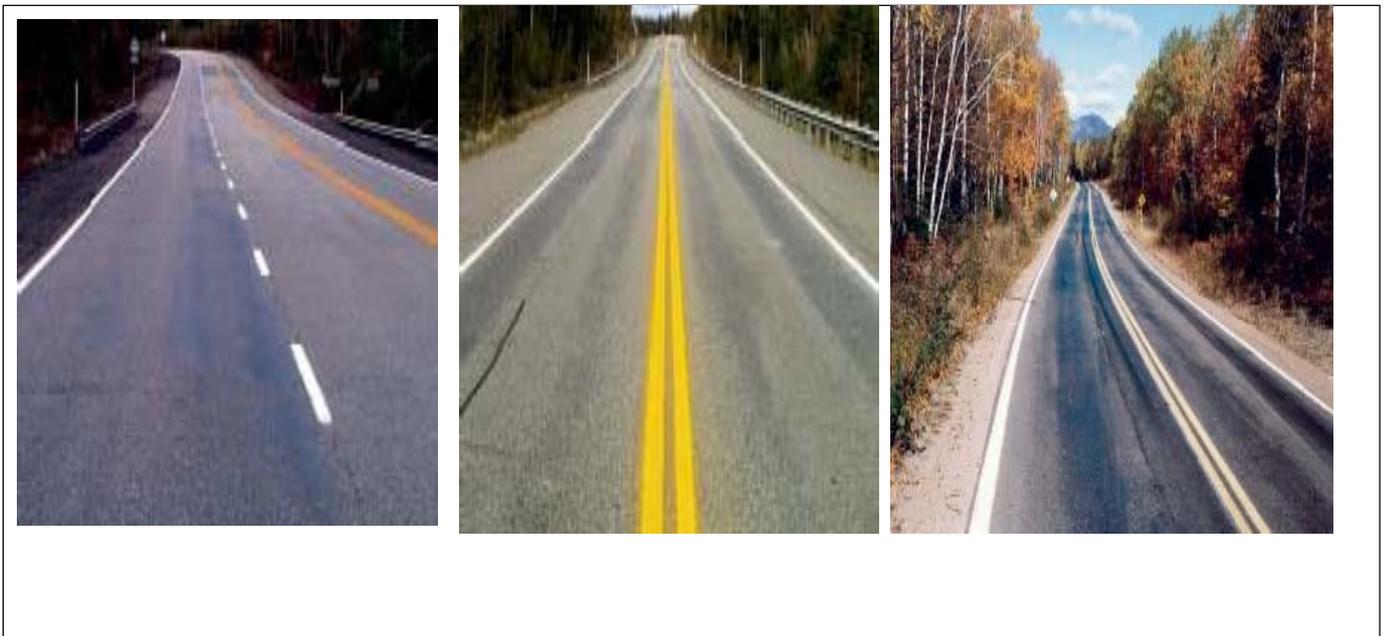
A. Gravité et étendue :

Faible : dans un tel cas le ressuage est surtout détectable dans les pistes de roues par l'apparition d'une bande de revêtement plus foncée.

Moyen : ici Les pistes de roues sont bien délimitées par la couleur noire du bitume.

Majeur : il correspond à un aspect humide et luisant de la plus grande partie de la surface. La texture de l'enrobé est impossible à discerner. Le bruit des pneus est similaire à celui produit sur un revêtement mouillé. La plus grande partie de la surface est affectée.

Etendue : le pourcentage de longueur cumulée des zones affectées par le désordre par rapport à la longueur totale de la section du relevé.



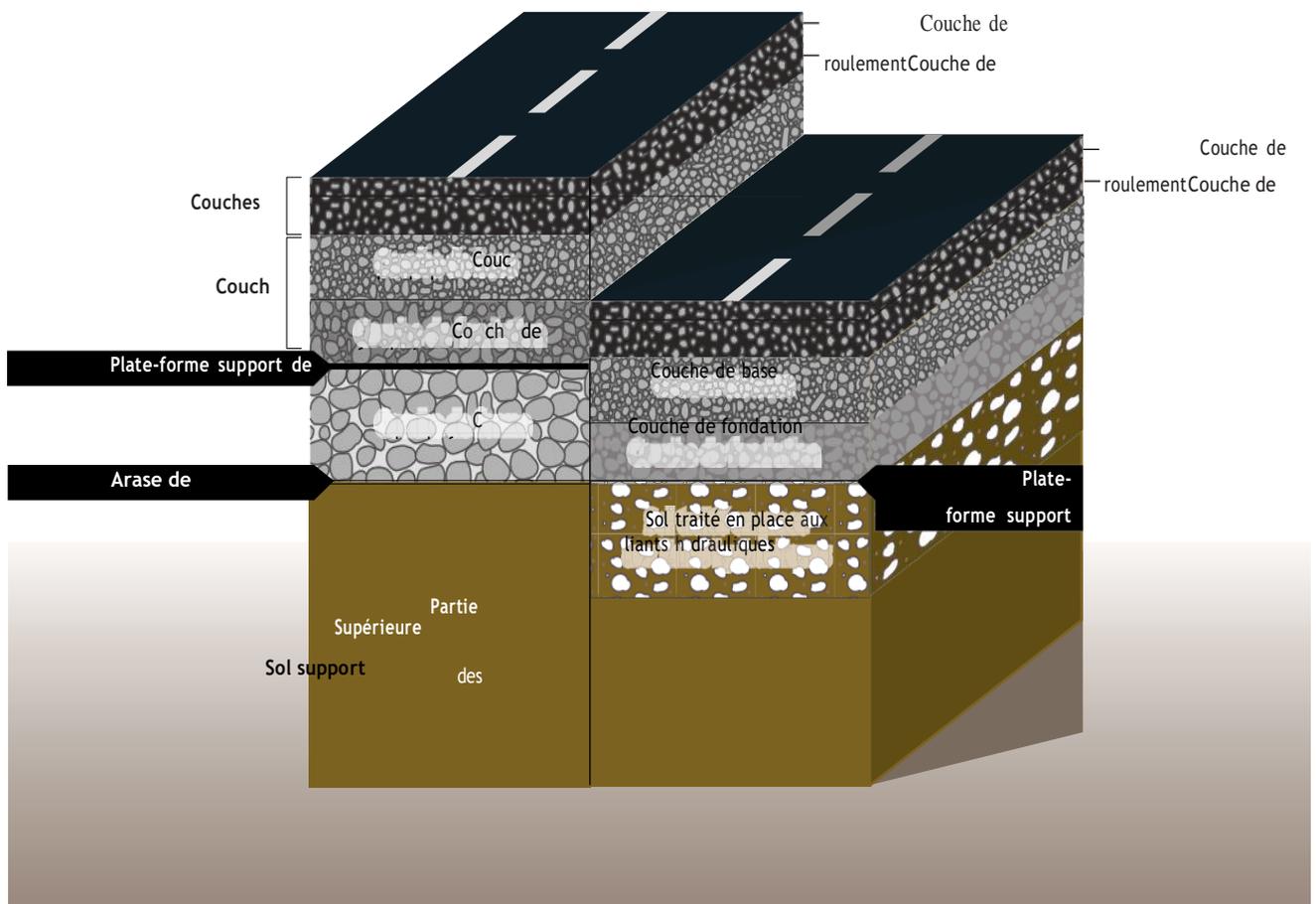
(Figure II.08) : Ressuage

II.6 Les dégradations courantes dans les chaussées :

Les dégradations les plus couramment rencontrées, selon la nature et la qualité des différentes couches, sont décrites ci-après. [18].

II.6 .1 Couche de roulement :

- Usure due aux efforts tangentiels exercés par les charges roulantes,
- Orniérage par fluage dans des conditions excessives de température et de sollicitations par le trafic,
- Fissuration de fatigue par suite d'une mauvaise adhérence de la couche de roulement bitumineuse à l'assise,
- Fissuration par remontée des fissures des couches d'assise de chaussée,
- Fissuration par fatigue thermique suite à un vieillissement du bitume. [19]

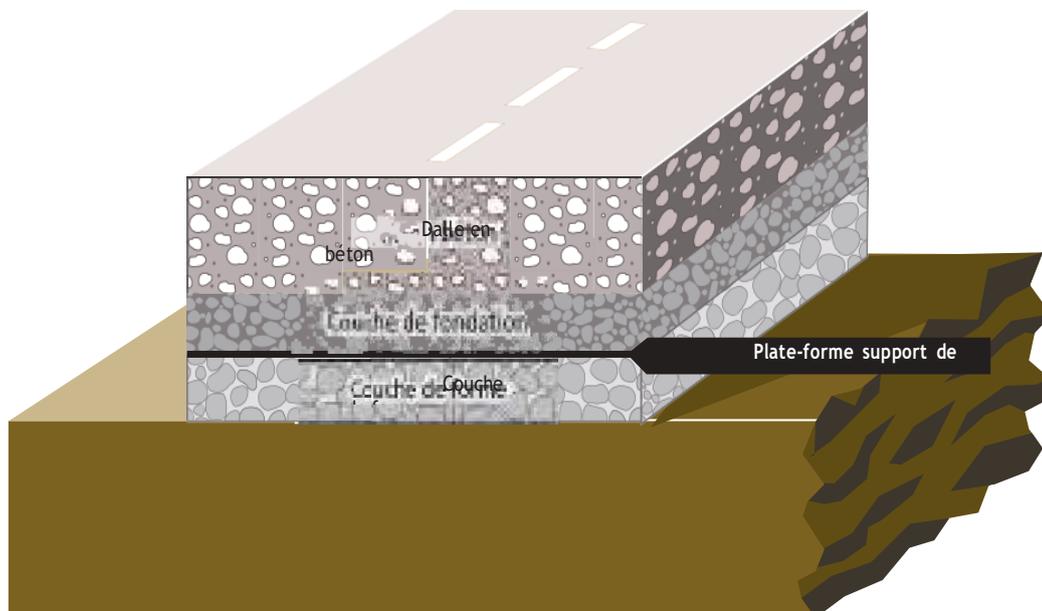


(Figure II.09) : Les différentes couches**II.6.2 Couches d'assise traitées :**

- Fissuration de fatigue due à la répétition des efforts de traction par flexion au passage des charges,
- Fissuration de prise et de retrait thermique des graves traitées aux liants hydrauliques,
- Fissuration due aux gradients thermiques des dalles de béton,
- Pompage et décalage de dalles dans les couches présentant des fissures de retrait ou des joints, du fait d'une mauvaise qualité du transfert de charge et de l'érodabilité du support. [19].

II.6.3 Couches d'assise non liées et support de chaussée :

- Déformations permanentes de la structure (affaissement, orniérage...) dues au cumul de déformations plastiques.

**(Figure II.10) : Couches d'assise non liées et support de chaussée**

II.7. Conclusion

Le diagnostic et la corroboration des données permettent de déterminer les causes les plus probables des dégradations dans les chaussées souples. Ces dégradations sont principalement causées par :

- 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)

Les résultats de l'auscultation automatique et de l'inspection visuelle permettent d'expliquer les phénomènes de ces dégradations et de proposer les solutions les plus appropriées.

Chapitre III

Méthodes de diagnostic et évaluation des dégradations

Chapitre III Méthodes de diagnostic et évaluation des dégradations

III.1 Introduction

La démarche SURE (sécurité des usagers sur les routes existantes) fait l'objet d'une collection de 4 guides :

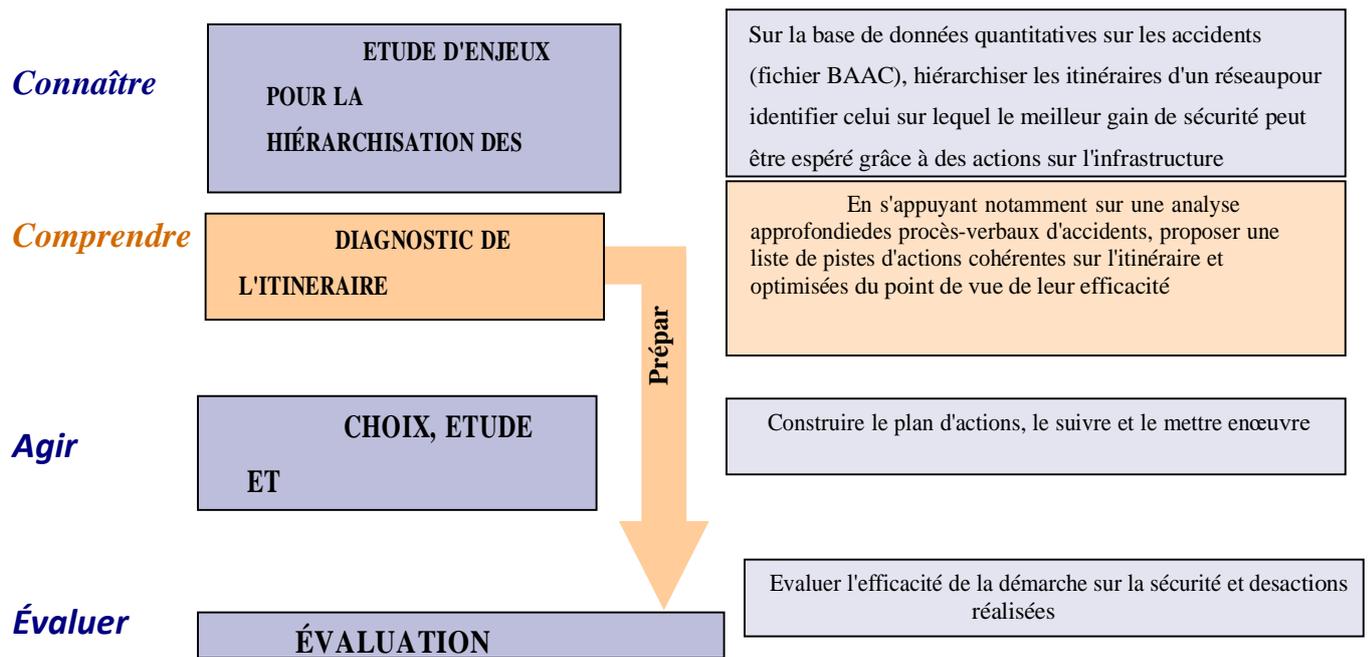
le guide « Présentation et management » [20], destiné aux chefs de projet SURE (il s'agit, le plus souvent, des chefs de services qui, au sein des services de l'Etat ou des collectivités territoriales, ont en charge l'entretien et la gestion du réseau), conçu pour qu'ils y trouvent toutes les informations et conseils nécessaires au bon pilotage de la démarche. Il en explicite l'historique et la philosophie ;

- trois guides techniques relatifs à :
 - l'étude d'enjeux pour la hiérarchisation des itinéraires ; [21]
 - l'élaboration du diagnostic de l'itinéraire et pistes d'actions, objet du présent document ;
 - l'élaboration du plan d'actions et à la réalisation des actions. [22].

L'évaluation ne fait pas l'objet d'un guide spécifique mais est intégrée dans le guide « Présentation et management », [20] le présent guide et le guide « Plan d'actions et réalisation des actions ».

Les différentes opérations inhérentes à la démarche sont résumées dans le schéma directeur d'organisation ci- dessous (connaître l'accidentalité, la comprendre, la combattre puis évaluer les actions et la démarche dans son ensemble).

...



III.2 Mise en forme du diagnostic :

L'exploitation des relevés visuels est faite à partir :

- ✓ Des comptages (ou leur estimation) : des plans des usages de trafic sont établis,
- ✓ Des historiques : estimation des durées de vie résiduelles par plage.

La mise en forme du diagnostic permet de produire un dossier comprenant :

III.3 Principes Méthode du diagnostic :

Le diagnostic est basé sur un relevé visuel d'expert des chaussées et trottoirs (accompagné de prises de vues multiples) afin de détecter [23] :

III.3.1 Identifier les pistes d'actions permettant de rendre la route plus sûre :

Le but d'un diagnostic sur un itinéraire dont on veut améliorer le niveau de sécurité est de proposer des pistes d'actions sur l'infrastructure en visant à en optimiser l'efficacité (rapidité d'intervention, ratio coût/bénéfice en sécurité) Ces pistes d'actions sont identifiées selon trois registres : exploitation, entretien et aménagement. Les actions immédiates ou à court terme, même provisoires, ne doivent pas être négligées.

Pour une efficacité maximale des actions, il est indispensable d'avoir la meilleure compréhension possible du mécanisme de chacun des accidents corporels de la circulation.

III.3.2 Maintenir la cohérence de l'itinéraire :

La démarche SURE prend en compte la perception de la route par les usagers. La démarche vise à proposer des aménagements cohérents sur le réseau routier pour éviter les problèmes de lisibilité que pourraient poser certains aménagements réalisés sans prise en compte du reste de la voie.

Pour cette raison, l'étude d'enjeux de SURE identifie un itinéraire prioritaire (éventuellement un tronçon d'itinéraire). Ce segment du réseau, est l'unité d'étude du diagnostic. La méthode du diagnostic intègre une vérification de la lisibilité du parti d'aménagement de la voie et de la cohérence des pistes d'actions, non seulement vis-à-vis de ce parti, mais également entre elles. Pour les itinéraires composés de routes à 2x2 voies, une fiche pratique spécifique a été rédigée (Cf. FICHE PRATIQUE n 11 : Compléments méthodologiques pour l'étude des voies rapides). [23]

III.3.3 Comprendre avant d'agir :

Contrairement à un projet neuf, pour les routes existantes, d'une source d'information essentielle est disponible pour analyser et comprendre leurs dysfonctionnements : les accidents qui s'y sont produits à partir des procès-verbaux d'accidents.

Contrairement à une approche normative de type "audit" qui se limiterait à comparer les caractéristiques des routes déjà en service avec les critères d'une route "standardisée" afin d'effectuer des "mises aux normes", l'analyse approfondie des mécanismes d'accidents permet d'adapter les solutions à la spécificité de chaque route, chaque contexte rencontré, et de définir en outre une hiérarchisation rationnelle et motivée des sites à traiter et des actions à réaliser en priorité. C'est notamment dans ce principe fondamental que la démarche SURE puise son efficacité. [23].

III.3.4 Détecter les configurations où le risque est reconnu :

La démarche SURE vise principalement à corriger les dysfonctionnements repérés sur l'infrastructure à partir de l'analyse des procès-verbaux d'accidents. Cependant elle intègre également le traitement de configurations potentiellement "accident gènes" sur lesquelles une intervention efficace est possible (même si aucun accident corporel n'a été relevé pendant la durée du recueil de données).

En effet, pour certaines caractéristiques de l'infrastructure (en nombre limité) des études et recherches ont montré un lien entre leurs défauts, mesurables, et l'accidentologie. Face à ces défauts des actions correctrices sont connues et leur efficacité a été démontrée.

Il faut envisager de traiter ces configurations même s'il n'y a pas eu d'accidents.

III.3.5 Associer les acteurs du territoire :

Pour être réussie, une étude de sécurité routière doit avoir fait l'objet d'un **partage** avec les professionnels, les élus, les associations d'usagers et de riverains.

La concertation est abordée dans le guide « Présentation et management » [23].

III. 4 Les étapes du diagnostic :

La lecture du logigramme ci-dessous indique l'enchaînement chronologique des tâches et le moment où sont principalement utilisés leurs résultats.

Trois constats s'imposent :

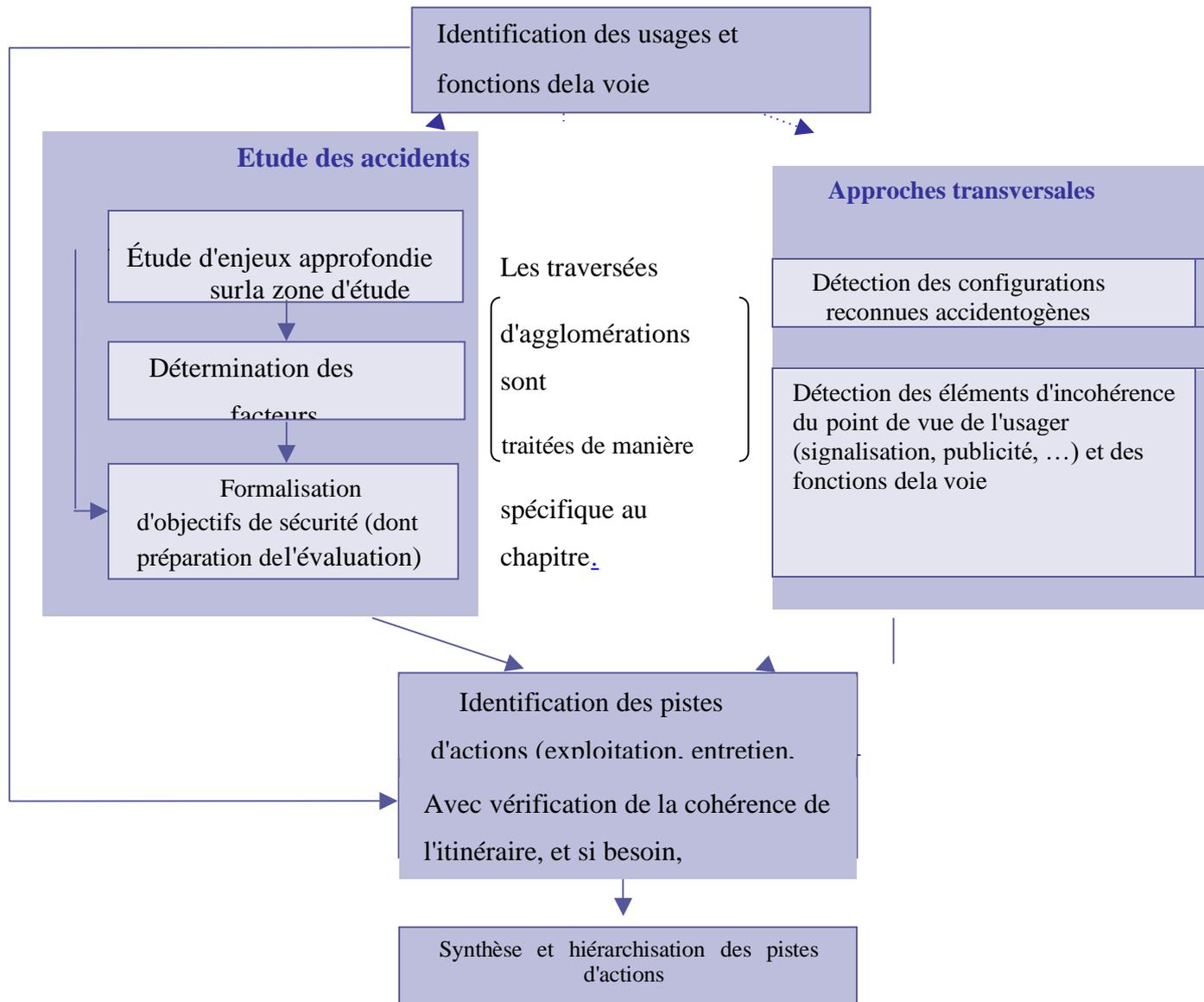
- l'identification des usages et fonctions de la voie est la première tâche à mener, même si ses résultats ne sont pas principalement utilisés pour l'identification des pistes d'actions. La connaissance de l'itinéraire attirera la vigilance du chargé d'étude sur certains enjeux, sur certains facteurs d'accidents, sur des éléments d'incohérence, voire sur certaines configurations accident gènes ;
- l'étude d'enjeux approfondie de l'itinéraire permet non seulement d'identifier les **ZAAC**, des thématiques de sécurité importantes, mais également de définir certains objectifs de sécurité globaux ;
- l'étude des accidents et les approches transversales sont menées simultanément. En effet, la "visite de terrain" nécessaire à la détection des configurations potentiellement accident gènes (Cf. notamment [25] ; [27]; [28] et à la vérification de la cohérence de l'itinéraire (et de ses voies sécantes) permet de conforter ou éclairer la recherche des hypothèses de facteurs d'accidents suite à l'analyse des procès-verbaux.

III.4.1 Identification des usages et fonctions de la voie :

Cette tâche consiste à recueillir les éléments de contexte qui permettront :

- de mieux comprendre le fonctionnement de la voie,
- de s'assurer que les objectifs de sécurité et les pistes d'actions retenues ne sont pas en contradiction avec le parti d'aménagement, les usages et les fonctions de la voie.

Cette vérification sera faite dans le contexte actuel et en tenant compte des perspectives d'évolution.



Présentation succincte des tâches

Présentation de l'itinéraire étudié :

Elle permet de situer géographiquement l'itinéraire étudié, de définir ses fonctions et de décrire ses principales caractéristiques :

- sa localisation,
- sa place et sa classification dans le réseau local, régional et national,
- les environnements traversés : urbain, rural, ...
- la description sommaire de ses caractéristiques géométriques (profil en travers, tracé en plan, profil en long, ...) et de ses abords (nature des accotements, ...) Cf. fiche pratique n°1.

...

Le trafic

La connaissance du trafic complète la définition des fonctions de l'itinéraire. Les éléments à recueillir en fonction du but à atteindre sont précisés dans la fiche pratique n°1.

Il conviendra, plus encore dans le cas des traversées d'agglomération, de connaître la part de trafic poids lourd, l'existence de lignes et points d'arrêt de transports interurbains et scolaires
[29]

En résumé

Identification des usages et fonctions de la voie

Définition

Compréhension du fonctionnement global de l'itinéraire et de ses usages,

Connaissance des

Objectifs

- Décrire l'itinéraire et le placer dans son contexte,
- Aider à la proposition de pistes d'actions cohérentes avec le fonctionnement actuel et les évolutions prévisibles de l'itinéraire,
- Aider à la compréhension des accidents.

Eléments nécessaires

1. Principales caractéristiques de la route,
2. Données de trafic,
3. Travaux réalisés ou en cours,
4. Projets en cours ou à venir,
5. Données sur le développement du secteur ([ZAC](#), ...),
6. Découpage en sections homogènes de l'étude d'enjeux,
7. [Fiche pratique n°1](#) : "recueil et utilisation des données".

III.4.2 Etude des accidents :

Cette étape est essentielle : une bonne compréhension des accidents est nécessaire pour réaliser une étude de sécurité de qualité.

Préparation des données d'accidents :

L'analyse des procès-verbaux est un point primordial du recueil de données. Elle consiste à relever :

- les données factuelles, jour, heure, type de véhicule, impliqués, ...
- les informations contenues dans les déclarations des impliqués et des témoins, les schémas et les photos. [30].

En résumé

Etude d'enjeux approfondie

Définition

Analyse du bilan accident logique pour l'approfondissement et la hiérarchisation des enjeux sur l'itinéraire.

Objectifs

- Mettre en évidence les types et lieux d'accidents dont le niveau d'insécurité est anormalement élevé,
- Aider au regroupement des accidents en familles,
- Hiérarchiser des priorités pour la définition des objectifs globaux et les indicateurs associés.

Eléments nécessaires

- Fiches de lecture des procès-verbaux d'accidents ([Fiche pratique n 3 : Analyse séquentielle \(Cauc\) et détermination des facteurs par accident](#)),
- Découpage en sections homogènes réalisé dans le cadre de l'étude d'enjeux,
- Trafics,
- Références accident logiques ([Cf. annexe n°2](#)),
- Sections homogènes de l'étude d'enjeux,
- [Fiche pratique n° 2](#) : "Etude d'enjeux approfondie".

Les objectifs détaillés et les indicateurs associés :

Les objectifs détaillés sont directement liés aux facteurs d'accidents identifiés. Toutefois un objectif peut être traduit dans plusieurs pistes d'actions.

Exemples d'objectifs détaillés : réduire la vitesse à l'approche du carrefour ; améliorer la lisibilité à l'approche du carrefour giratoire ; donner une possibilité de récupération dans le virage, ...

Les indicateurs liés à ces objectifs concernent généralement des caractéristiques de l'infrastructure.

III.4.4 Cas des traversées des petites agglomérations :

La démarche SURE ne prend en compte que les petites agglomérations 5, c'est-à-dire celles qui n'ont pas un caractère urbain très marqué. On définit la traversée d'une petite agglomération par la densité de l'urbanisation adjacente à la voie étudiée, en prenant en considération les trois paramètres suivants :

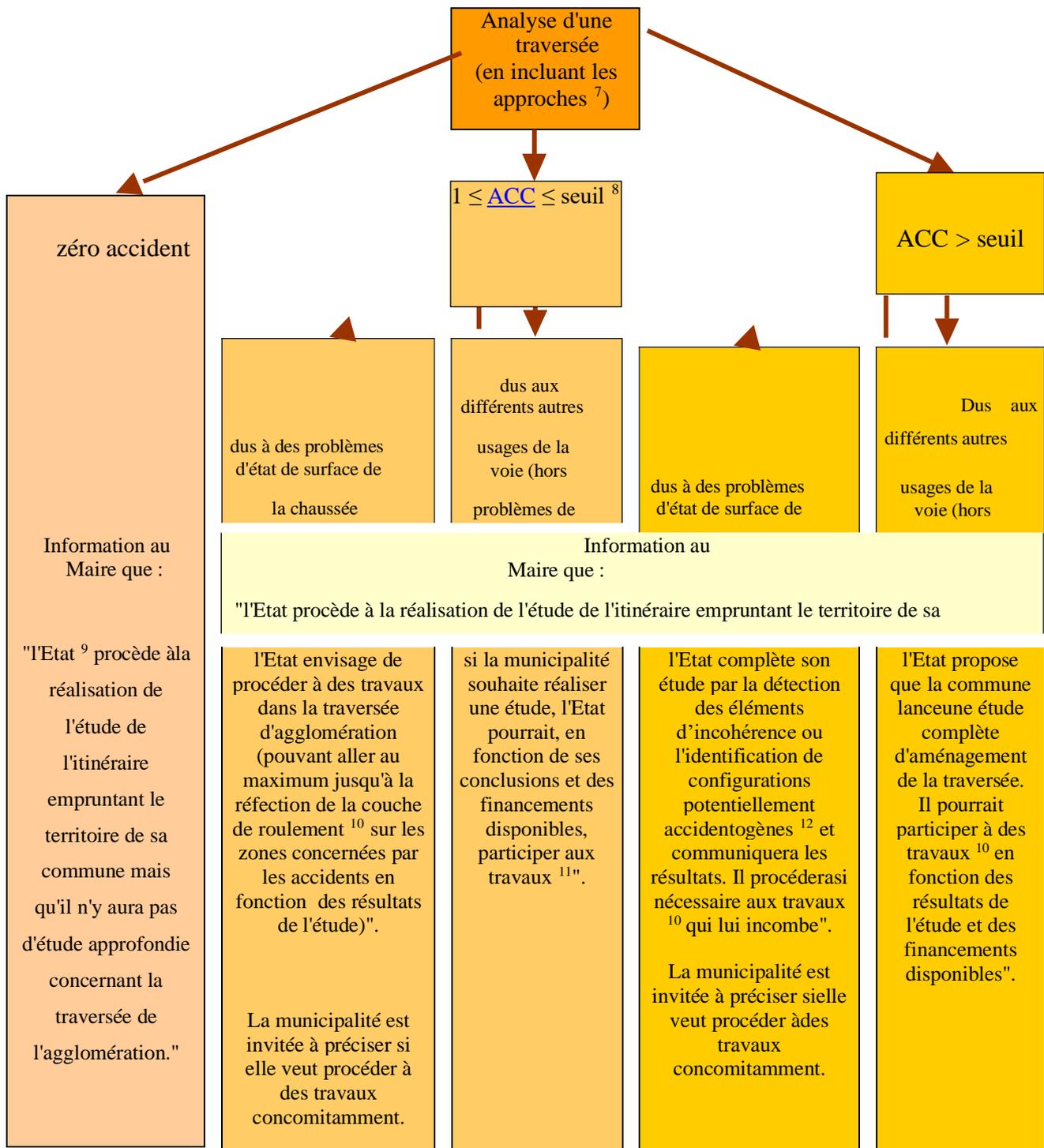
- les fonctions et les usages de la rue (critère plus pertinent que le nombre d'habitants de la commune traversée) ;
- la longueur de la traversée ;
- le positionnement de la route au centre de l'agglomération ou en périphérie (coupe-t-elle ou est-elle tangente à l'agglomération ? [Vérifier cependant si la route n'est pas une déviation de fait]).

Les petites agglomérations, identifiées au sens de la démarche SURE, sont traitées de la manière suivante, à l'exception de celles ayant une morphologie urbaine trop marquée pour lesquelles il y a lieu de se référer aux guides du [CERTU](#).

L'analyse de l'insécurité dans les traversées des petites agglomérations nécessite une approche sensiblement différente de celle des zones de rase campagne. La voie concernée n'est plus une route, elle devient une rue :

...

Principe de traitement des agglomérations de morphologie peu urbaine :



III.4.5. Approches transversales :

Ce chapitre permet de compléter l'analyse précédente, basée sur les accidents survenus au cours des cinq dernières années pour l'ensemble de l'itinéraire.

L'objectif de cette étape est de déterminer des éléments d'incohérence ou des configurations accident gènes qui n'ont pas été mises en évidence lors de l'analyse des accidents de l'itinéraire.

II-4.5.1. Détection des éléments d'incohérence du point de vue de l'utilisateur et des fonctions de la route :

Le parcours de l'itinéraire avec le regard de l'utilisateur permet de repérer les éléments d'incohérence de l'itinéraire : signalisation, influence de la route et de son environnement sur le comportement des usagers.

En rase campagne, les incohérences concerneront notamment l'hétérogénéité de la signalisation des intersections et des virages.

En agglomération (Cf. [fiche pratique n°8](#)), le repérage est limité aux 2 thèmes suivants :

- Signalisation,
- exploitation.

II-4.5.2. Détection des configurations reconnues accident gènes :

Les configurations proposées dans les [fiches pratiques n° 7](#) et [8](#) sont reconnues au niveau de la recherche nationale ou internationale comme facteurs déclenchant ou aggravants d'accidents. L'autre critère de choix de ces configurations est que les actions correctrices à un coût modéré sont connues.

L'identification de configurations reconnues comme accident gènes ne constitue pas une analyse normative complète de l'infrastructure. Cette détection est limitée aux configurations énumérées dans les [fiches pratiques n°7](#) et [8](#).

Si l'analyse quantitative a décelé une densité d'accidents de nuit anormalement élevée, il est conseillé d'effectuer une visite de nuit. [\[32\]](#) ; [\[33\]](#) ; [\[34\]](#).

En rase campagne, le repérage est limité à quatre thèmes :

...

- intersections sur lesquelles le trafic de la voie secondaire est assez important (à partir de 500 véhicules/jour),
- virages générant une forte sollicitation,
- accotements (présence de gravillons dans la zone de récupération, obstacles fixes rigides dans la zone de sécurité),
- circulation des usagers vulnérables.

En agglomération, il se limite à deux thèmes :

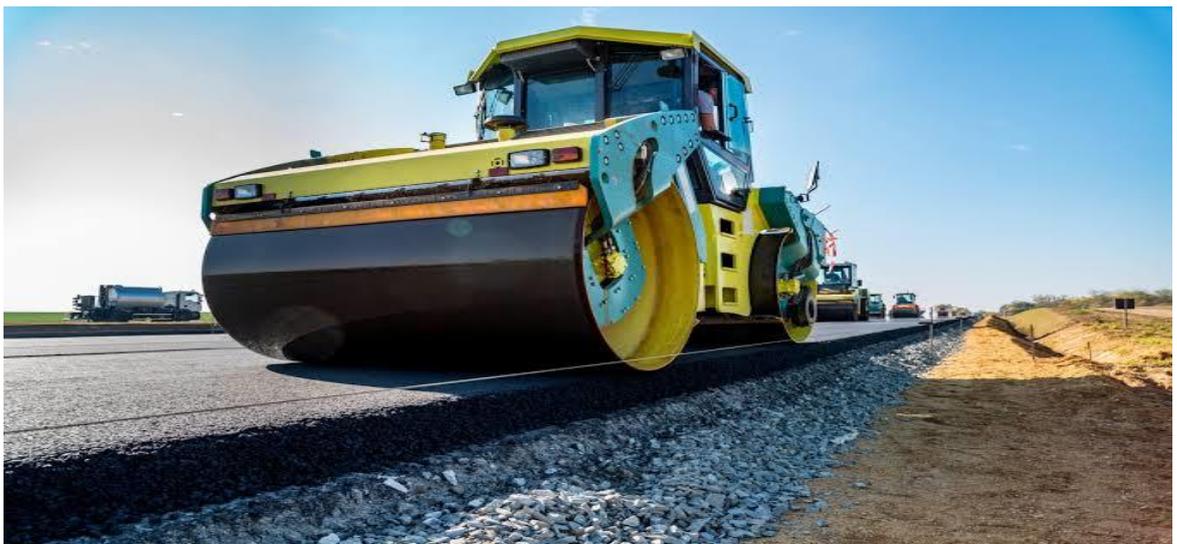
- profil en travers,
- obstacles.

III.4.6. Identification des pistes d'actions possibles et cohérentes :

Les pistes d'actions doivent être définies de manière rigoureuse pour correspondre aux objectifs détaillés définis à partir des facteurs issus des **ZAAC**, des familles d'accidents et aux configurations reconnues comme accident gènes. [35]

Avant de retenir une piste d'actions, une vérification de sa cohérence avec les usages et fonctions de la voie et éventuellement du parti d'aménagement de l'itinéraire défini à l'article **II-2.1**. Doit être effectuée.

Les pistes d'actions proposées sont issues de différents horizons. Il convient d'en faire une synthèse notamment pour éviter les doublons¹³ et vérifier que les pistes d'actions sont cohérentes entre elles.



(Figure III.02) : Restauration de la route selon la méthode diagnostic

III.4.7 Hiérarchisation des pistes d'actions :

La hiérarchisation est obtenue à partir d'une analyse multicritère dont les critères pris en compte peuvent être :

- L'enjeu des accidents,
- L'efficacité attendue de l'action,
- Le coût,
- Le délai de réalisation. [37].

En résumé

AVERTISSEMENT : la qualité de cette étape conditionne l'aboutissement du diagnostic à un plan d'actions opérationnel

Synthèse et hiérarchisation des pistes

Objectifs

Définition

Synthèse des diverses pistes d'actions (issues de la phase précédente) indiquant notamment :

- Leur hiérarchisation (en fonction de leur efficacité)

- S'approprier toutes les pistes d'actions possibles en vue de lestrier,
- Permettre au chef de projet d'avoir une vue d'ensemble sur les pistes d'actions à mener sur l'itinéraire,
- Permettre au chef de projet d'identifier les pistes d'actions à approfondir en priorité,
- Permettre au chef de projet et au financeur d'avoir une idée de l'efficacité et du coût des pistes d'actions proposées,

○ Aider le chef de projet à bâtir son plan d'actions

Éléments nécessaires :

1. Liste des pistes d'actions issues de la phase "Identification des pistes d'actions possibles et cohérentes",
2. [Fiche pratique n ° 10](#) : "Aide à la hiérarchisation des pistes d'actions".

III. 5 évaluations des dégradations :

III. 5. 1 Les déformations

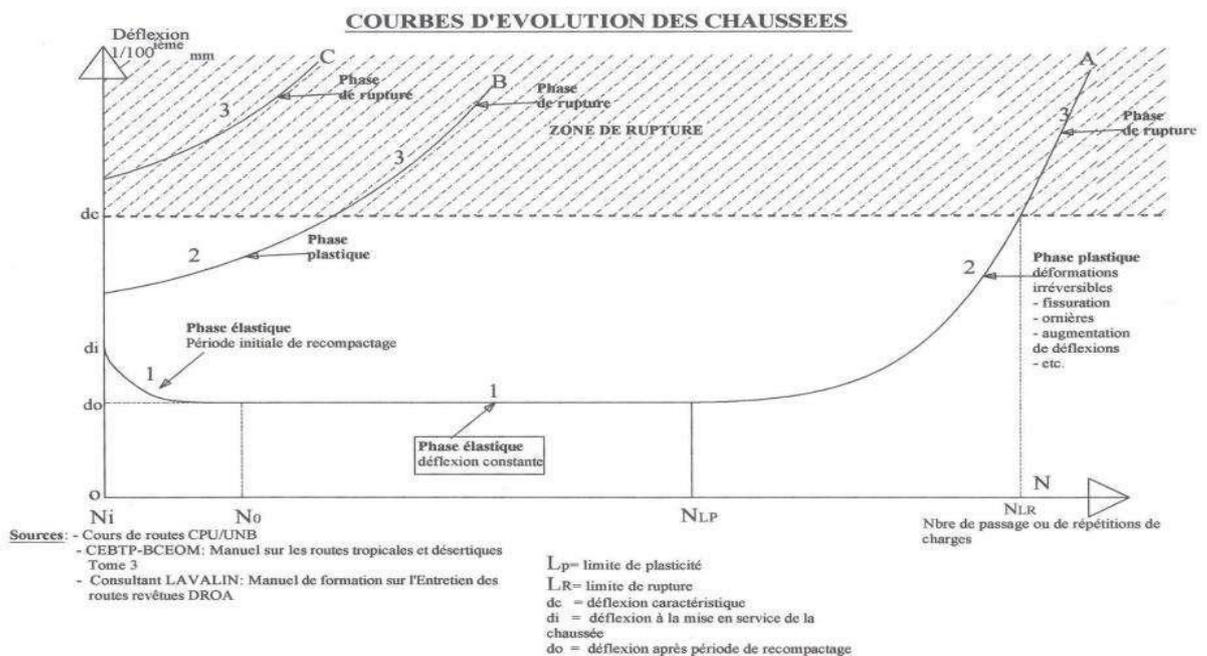
Les déformations sont des dépressions ou ondulations de la route qui prennent généralement naissance dans le corps de chaussée ou dans le sol support et qui se manifestent sur la couche de roulement. On les différencie suivant leur forme et leur localisation.

On distingue les affaissements, les flaches, les orniérages, les bourrelets, et plus rarement les tôles ondulées.

❖ Description

Les affaissements sont des déformations permanentes de type enfoncement prononcé et souvent assez étendues, présentes soit en rive (affaissements de rives) ou en pleine largeur de la chaussée (affaissements hors rives). Il existe des affaissements :

- longitudinaux qui suivent l'axe de la route ;
- longitudinaux en rive du revêtement ;
 - transversaux qui affectent le profil en long de la route et la chaussée sur toute sa largeur. [38].



(Figure III.03) : courbes d'évolution des chaussees

❖ Paramètres influençant l'évolution

- Effets dynamiques du trafic poids lourds. [39]

❖ Evolutions possibles

L'une des premières conséquences des affaissements est la rétention d'eau pouvant entraîner une diminution de l'adhérence. Il s'en suit une infiltration d'eau dans le corps de chaussée puis un dé enrobage des granulats. L'affaissement s'approfondit puis donne lieu à un faïençage à mailles fines avec possibilité de rupture de la chaussée en saison des pluies.

III. 5.2 Les flaches :

❖ Description

Les flaches sont des enfoncements ponctuels prononcés, localisés à gauche dans la bande de roulement de rive ayant une forme circulaire. [40]

❖ Causes probables

- Sous-dimensionnement localisé lié soit à une hétérogénéité de l'assise ou du sol support, soit à la présence d'eau consécutive à la perméabilité des couches supérieures
 - Stabilité insuffisante du revêtement (enrobés, enduits superficiels) ;
- Drainage insuffisant ou tassement différentiel du matériau ayant servi à reboucher Un nid-de-poule. [40]

❖ Structures concernées

- Chaussées souples traditionnelles ;
- Chaussées bitumineuses épaisses ;
- Chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques ;
- Chaussées mixtes ;
 - Chaussées inverses. [41]

❖ Paramètres influençant l'évolution

Effets dynamiques du trafic poids lourds.

❖ Evolutions possibles

- Approfondissement de la flache

III. 5.3 Les fissurations :

Les fissures sont des cassures du revêtement suivant une ligne, avec ou sans rupture du corps de chaussée. Elles se présentent sous forme de fentes longitudinales ou transversales à l'axe de la chaussée.

La largeur des fissures est une indication de la gravité de la dégradation : fines au début de la dégradation, elles s'élargissent au fur et à mesure de l'aggravation du phénomène.

Dans ce type de dégradations, on distingue les fissures longitudinales, les fissures transversales

❖ Description

Une fissure longitudinale est une fissure parallèle à l'axe de la chaussée apparaissant souvent dans les traces de roues ou au bord du revêtement. C'est une ligne de rupture qui apparaît à la surface de la chaussée.

❖ Causes probables

- Rigidité différente des matériaux constitutifs d'un épaulement (ou d'un élargissement) et de ceux de l'ancienne chaussée ;
- Mauvaise réalisation d'un épaulement ou mauvaise exécution d'un joint longitudinal ;
- Mauvais dimensionnement d'un élargissement ;
- Manque de stabilité de la chaussée sur les rives. [44]

❖ Structures concernées

- Chaussées souples traditionnelles ;
 - Chaussées bitumineuses épaisses ;
 - Chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques ;
 - Chaussées mixtes ;
 - Chaussées inverses. [44]
-

❖ Paramètres influençant l'évolution

- Trafic poids lourds ;
- Effets climatiques ;
- Qualité, épaisseur, formulation des matériaux bitumineux ;
- Sensibilité à l'eau des matériaux et sols traités ;
 - Qualité et accrochage des couches. [46]

❖ Evolutions possibles

- Ramification et dédoublement de la fissure avec ouverture des lèvres liée au départ de matériaux en bord de fissure ;
- Evolution possible vers du faïençage à mailles fines puis de l'ornière à grand rayon et des nid-de-poule lorsque les fissures sont dues à une résistance insuffisante des matériaux d'assise.

III. 5.4 Les arrachements

Les arrachements sont des phénomènes de rupture d'adhésion entre éléments ou parties de la route suivie généralement de leur disparition. Ce type de dégradations n'affecte que la couche de roulement au début de son apparition mais peut s'aggraver en affectant les couches sous-jacentes au revêtement. On distingue les désordres suivants : les dés enrobage, le plumage, la pelade, le peignage, les nids-de-poule et les dentelles de rives.

❖ Causes probables

- Mise en œuvre par conditions atmosphériques défavorables ;
- Ségrégation de l'enrobé dans l'axe du finisseur grande largeur ;
- Mauvaise adhésivité liant-granulat ;
- Reprise manuelle locale à l'exécution créant un point singulier ;
- Action de l'eau aggravée par les actions mécaniques diverses dues à la
- Circulation [47]

❖ Structures concernées

- Chaussées à couche de roulement en béton bitumineux ou en enduit superficiel d'usure [49]

❖ Paramètres influençant l'évolution

- Trafic ;
- Temps (vieillessement) ;
- Qualité d'exécution – formulation – qualité du liant. [50].

❖ Evolutions possibles

- Le phénomène s'étend en surface puis évolue en profondeur ;
- Evolution progressive vers la pelade.

III. 5.5 Les remontées de matériaux

Ces dégradations sont caractérisées par la remontée du liant ou d'éléments fins à la surface de la chaussée, ou par l'éjection de l'eau à la surface lors du passage des véhicules lourds par suite de l'existence de cavités sous la couche de surface. Les remontées proviennent généralement des couches inférieures et affectent la couche de surface, à l'exception du ressuage qui se développe à partir de la couche de roulement. On y retrouve le ressuage, les remontées d'eau, de fines ou de boue et les boursouflures.

❖ Description

Le ressuage est une remontée du liant à la surface de la couche de roulement, recouvrant partiellement ou totalement les granulats et donnant un aspect luisant. Le ressuage est accentué dans les pistes de roues (bandes sur lesquelles les roues laissent leurs empreintes). Lorsqu'il est très prononcé, il peut se former des plaques glissantes très dangereuses pour la circulation.

❖ Causes probables

- Dosage en liant mal adapté à la forme des granulats, à la nature ou à l'état du support (surdosage) ;
- Ancienne chaussée ornière, conduisant dans les bandes de roulement à un excès de liant total (de l'ancien revêtement et du nouvel enduit). [50]

❖ Structures concernées

- Chaussées à couche de roulement en béton bitumineux ou en enduit superficiel d'usure.

❖ Paramètres influençant l'évolution

- Dosage du liant total (ancien plus nouveau revêtement) et nature de ce liant ;
- Conditions climatiques (températures estivales).

❖ Evolutions possibles

- Décollement et arrachement de la couche de surface sous l'effet conjugué de la température et du trafic. Il s'en suit un amorçage de nid-de-poule. Il y a lieu de noter que la chaussée devient glissante en saison pluvieuse.

III. 6 Les inconvénients et les avantages méthode diagnostique :**III. 6 .1 Les inconvénients diagnostiques :**

- ❖ Ce type de diagnostic ne peut être opéré que par un véritable expert en chaussées,
- ❖ L'approche financière (basée sur des ratios) mérite d'être affinée par la suite,
- ❖ Des investigations mécanisées par les systèmes usuels (déflexion, ...) seront nécessaires avant les travaux pour conforter le diagnostic.

III. 6 .2 Les avantages diagnostique :

- ❖ Un diagnostic « light » véritable outil d'aide à la décision et à la vision de son patrimoine,
- ❖ Un outil pour mettre en œuvre une stratégie d'entretien du patrimoine,
- ❖ Une lisibilité et simplicité accessibles à tous, ce qui n'est pas le cas de certains rapports d'investigations mécanisées,
- ❖ Un coût de prestation très accessible aux budgets limités,
- ❖ Les relevés terrains ne sont pas tributaires de la circulation contrairement aux appareils mécanisés.

III.7. Conclusion

Dans tous les cas, les routes se dégradent à cause du trafic et du climat. Cet ouvrage est consacré exclusivement à l'étape du diagnostic des causes et aux choix des essais qui permettront d'affirmer leur présence ou pas. L'outil de diagnostic ainsi développé permet l'affirmation des causes spécifiques, qui ont engendré les défauts de surface, par l'exécution d'essais destinés à caractériser la structure subissant le mécanisme de dégradation.

L'approche systémique du diagnostic proposé par l'outil assure l'impartialité des résultats obtenus par l'analyse des dégradations en surface, des caractéristiques structurales, de la nature du sol support et du trafic. Dans le but de regrouper l'importante quantité d'informations contenues dans la littérature sur les causes, les défauts et les essais en un outil complet, la notion de famille a été utilisée afin de ramifier les liens entre les trois catégories. La méthode choisie permet l'affirmation automatique de la présence d'une cause dans une structure et élimine les points de vue divergents concernant la source d'un symptôme observé à la surface du tronçon routier diagnostiqué.

Chapitre IV

REPARATIONS ET ENTRETIEN DES DEGRADATIONS

Chapitre IV

Réparations et entretien des dégradations

IV.1 Introduction

L'objet du présent document est de donner des indications sur le rôle joué par un joint de dilatation (ponts routes, ponts rails, viaducs, murs de soutènement et ouvrages similaires), le comportement en service et les techniques envisageables d'entretien ou de réparation.

Comme les autres documents de la famille des équipements, il s'agit d'un composant d'un ouvrage qui ne présente pas de gros investissements lors de la construction mais dont le rôle est important pour l'ouvrage, son usage en sécurité et sa durabilité. Contrairement aux autres Parties d'ouvrage comme le béton, la structure métallique ..., le joint est un équipement particulier conçu et mis en œuvre par des entreprises spécialisées et dont la conception et les mécanismes de fonctionnement ne peuvent être modifiés sans précautions. Par ailleurs, l'existence de propriétés industrielles et commerciales sur tout ou partie du produit font que toute intervention ne peut être confiée qu'à un spécialiste, voire au détenteur du procédé.



(Figure IV.1) : les Réparations et des dégradations

IV.2 GÉNÉRALITÉS SUR LES OPÉRATIONS D'ENTRETIEN :

Compte tenu des particularités qui font l'objet du § 3.3 ci-dessus, on fera la distinction entre l'entretien courant, qui est de la compétence de n'importe quelle entreprise disposant d'un minimum de matériel approprié, de l'entretien spécialisé qui est à confier uniquement au détenteur du procédé à réparer.

Dans le cas de l'entretien courant, les opérations sont précisées par type de joint dans les colonnes 2 et 3 du tableau. On distinguera les opérations de la compétence du personnel du gestionnaire de l'ouvrage chargé de l'entretien (colonne 2) des opérations nécessitant l'intervention de personnels ayant la compétence et l'habitude de mettre en œuvre des produits spéciaux ou particuliers (décrites dans la colonne 3). Pour tout le reste, il s'agit d'un entretien spécialisé. Le tableau, colonne 4, en donne quelques exemples.

1. Type de joint	2. Exemples d'opérations d'entretien courant	3. Exemples d'opérations d'entretien courant par des spécialistes	4. Exemples d'opérations d'entretien spécialisé	5. Commentaires
1) Joints sous tapis.				
	Nettoyage superficiel.	Nettoyage et remplissage de la fissure par un mastic pâteux (travail à faire de préférence en hiver quand le joint est ouvert). Voir ci après.*		*La technique de scellement de fissure ne peut se faire que par des spécialistes disposant des produits et du matériel d'application adaptés.
2) Joints à revêtement amélioré				
		En présence d'orniérage, l'entretien consistera, pour éviter tout risque à l'usager, à raboter les excédents ou les bourrelets et à combler les trous. En présence de fissures(s), provisoirement, on peut réaliser des scellements de fissures*.		*La conception du produit visant à éviter une fissuration du revêtement, la présence de fissure est une inaptitude et la seule opération d'entretien est de reposer un nouveau joint (de même technique ou mécanique selon les conclusions de l'analyse des causes).
2) Les joints mécaniques				
Partie solin				
a) En asphalte gravillonné		A faire reprendre par		Technique de plus en plus rare.

		un asphalteur.	
b) en béton de ciment (cas de joints dont le solin ne fait pas partie du procédé)		A faire reprendre si les désordres sont importants ou risquent de s'étendre. Utilisation de mortier de résine (pour les épaufrures) quand le désordre reste localisé.	
c) en béton de ciment (cas de joints dont le solin fait partie du procédé)			A faire reprendre si les désordres sont importants ou risquent de s'étendre. Ex : WR50, Beta B30/50, GTA 30/50, ...
d) en mortier de ciment à liant amélioré par des résines.			*En général, il s'agit de produits dont la longrine fait partie du procédé (ex : JEP3/5, BETA30/50, GTAR 30/50, ...)
Parties métalliques des joints à hiatus	Vérification de la tenue des éléments métalliques (par sondage au marteau),		
Profilé d'étanchéité des joints à hiatus	Vérification de la tenue des profilés en caoutchouc. Il est conseillé de prévoir un nettoyage périodique (au minimum une fois par an, au printemps). Enlèvement d'éventuels corps étrangers pouvant empêcher le mouvement du joint.		Si le changement du profilé est facile, procéder au changement. Remise en place d'un profilé éventuellement sorti de ses rainures.
Joints autres que les hiatus	Il est conseillé de prévoir un nettoyage périodique (au minimum une fois par an, au printemps) du système de récupération des eaux. Cette périodicité est cependant fonction du type. Enlèvement d'éventuels corps étrangers pouvant empêcher le mouvement du joint.		Réparation des pièces usées, avec, si nécessaire, échange standard. Remplacer les pièces manquantes (capots couvre ancrage, par ex.)
Sur le système de récupération des eaux.*	Nettoyage selon les errements habituels pour ces systèmes.		Démontage et réparation des systèmes détériorés.* *s'il est indépendant du produit. **s'ils sont partis intégrantes du produit

(Tableau IV.1) : l'entretien des opérations nécessaire

IV. 3 La mise en œuvre :

Même si le dimensionnement est bien fait et les matériaux utilisés d'excellente qualité, une mauvaise mise en œuvre se traduira par un ouvrage de qualité inférieure aussi bien dans le maintien de l'intégrité de la structure que dans la sécurité et le confort des usagers. Ainsi, divers défauts de mise en œuvre peuvent conduire à des dégradations aux conséquences variées :

- Défaut de compacité de l'assise et de la plateforme : conséquence, tassements différentiels conduisant à des ornières, des nids de poule ou des pelades.
- Poches de points faibles en couche de base : cassure du revêtement et une formation de nids de poule ou de flaches.
- mauvaise mise en œuvre des bandes de revêtement : risque de fissure longitudinale déjoint.
- Mauvais accrochage du revêtement sur la couche de base : risque de décollement ; risque de faïençage précoce de la chaussée et ou de pelade du revêtement.
- Défauts de compacité aux accotements : affaissement sous la charge des poids lourds.

IV .4 L importance de l'entretien :

- Augmentation des couts
- Budgets restreints
- Meilleure gestion des fonds disponibles
- Prolonger la vie de la chaussée
- Meilleur état de la chaussée
- Satisfaction des usagers
- Sécurité d'usagers

IV. 5 Les types d'entretiens :

IV. 5.1 Entretien Préventif :

- ✓ appliquer lorsque la chaussée est encore relativement en bon état et ne présente véritablement aucun dommage structural
- ✓ vise à augmenter la durée de vie utile de la chaussée
- ✓ regroupe l'ensemble des traitements dont l'application prévient la dégradation prématurée de la chaussée ou ralenti sa détérioration
- ✓ fait l'objet d'une planification qui tient compte de l'évolution de la déficience constatée sur la chaussée
- ✓ (U.S. Fédéral Highway Administration, 2000).
- ✓ les activités de base
- ✓ l'imperméabilisation
- ✓ scellement de fissures
- ✓ resurfaçage en couche mince
- ✓ enrobé chaud
- ✓ traitement de surface
- ✓ enrobé coulé a froid
- ✓ le drainage
- ✓ nettoyage de l'ensemble du système d'évacuation d'eau

IV. 5. 2 L'entretien correctif (réactif) :

- ✓ interventions localisées de défauts de la chaussée pour assurer la conservation et la sécurité des usagers du réseau
- ✓ traitements pour corriger les faiblesses potentiellement dangereuses et réparer les imperfections qui ont une incidence importante sur la durabilité de la chaussée.
- ✓ interventions partielles qui se réalisent sur le revêtement et la fondation en temps réel
- ✓ l'entretien d'urgence
- ✓ les techniques de base (rapiéçage)

IV. 5. 3 l'entretien palliatif :

- ✓ solution d'attente visant à maintenir le revêtement de la chaussée, jusqu'à ce qu'on procède à une réhabilitation plus importante ou permanente .

IV. 5. 4 La réhabilitation :

- ✓ Des traitements visant à prolonger la durée de vie d'une chaussée, en rétablissant ses capacités structurales initiales, et à augmenter son support structurale.
- ✓ Il existe deux types de réhabilitations de chaussées.
- ✓ Les réhabilitations mineures, visant à rétablir la surface du pavage sans intervention structurale.
- ✓ Les réhabilitations majeures visant à rétablir la structure du pavage afin d'éviter une reconstruction totale.
- ✓ Les techniques de base
- ✓ Réhabilitations mineures
- ✓ Planage / Pavage
- ✓ Planage / Pavage avec membrane
- ✓ Réhabilitations majeures
- ✓ Recyclage du pavage existant
- ✓ En centrale
- ✓ En place
- ✓ Stabilisation en profondeur
- ✓ Émulsion ou bitume moussé

IV. 6 Les Réparations et entretien des dégradations

IV. 6 .1 Affaissement :

CAUSES :

Fatigue de la chaussée due à une épaisseur ou une qualité des matériaux ou calage en rive insuffisants. Dégradation souvent aggravée par la présence d'eau en rive qui reste piégée dans la cuvette.

IV. 6 .1.1 Les Solutions et Réparations :

IV. 6 .1.2 : 1 er cas : Affaissement de l'ordre de 2 à 5 cm

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Reprofilage avec des matériaux ; bitumineux | <ul style="list-style-type: none">• Surveillance• Reprofilage si un enduit est programmé l'année suivante. |
|--|---|

2ème cas : Affaissement de l'ordre de 5 à 10 cm

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Reprofilage avec des matériaux bitumineux. | <ul style="list-style-type: none">• Reprofilage localisé, |
|--|---|

Purge profonde s'il y a présence d'argile.



(Figure IV.2): les Réparations Affaissement

IV. 6 .2 Flache :

CAUSES

Pour les chaussées souples : fatigue due à un défaut de portance localisé du sol (poche d'argile humide).

Pour les chaussées traitées aux liants hydrauliques (ciment, laitier, etc.) : mauvaise qualité localisée des matériaux de l'assise.

IV. 6 .2.1 Les Solutions et Réparations :

IV. 6 .2.2 1 er cas : Flache de 2 à 5 cm

• Purge superficielle sur l'épaisseur des matériaux désagrégés et pollués

- Surveillance
- Reprofilage si un enduit est programmé l'année suivante.

IV. 6 .2.3 2ème cas : Flache de plus 5 cm

Purge superficielle sur l'épaisseur

- Reprofilage localisé des matériaux dégradés.

Purge profonde s'il y a présence d'argile.

Dans tous les cas, vérifier l'assainissement et le drainage

Voir techniques de purge page 81 et reprofilage page 9]



(Figure IV.3): les Réparations les Flache

IV. 6. 3 Orniérage :

CAUSES

Soit fatigue de la chaussée par tassement des couches inférieures due à un défaut de portance du sol. (Orniérage grand rayon)

Soit mauvaise stabilité d'un enrobé mou dans les fortes pentes ou rampes ou dans les zones de freinage, (orniérage petit rayon).

IV. 6 .3.1 Les Solutions et Réparations :

IV. 6 .3.2 1 er cas : Orniérage de 2 à 5 cm

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Surveillance, pas d'entretien courant• L'intervention relève de l'entretien général programmé. | <ul style="list-style-type: none">• Surveillance.• Reprofilage si un enduit est programmé. |
|---|---|

IV. 6 .3.3 2ème cas : Orniérage de plus de 5 cm

- Sans autre dégradation.

- Reprofilage dans les ornières
avec des matériaux bitumineux.

-Avec d'autres dégradations (burrelet, faïençage, ressuage) :

Pas d'entretien courant, rechargement général nécessaire. Dans ce cas en attendant le rechargement, reprofilage dans les ornières aux matériaux bitumineux ou fraisage des burrelets.



(Figure IV.4) : les Réparations Orniérage

IV. 6 .4 Les Fissures :

CAUSES

Il existe plusieurs causes possibles :

- fatigue de la chaussée due à une structure insuffisante vis-à-vis duc trafic, ou d'une portance insuffisante du sol.
- défauts de construction par exemple : élargissement, ou Joints défectueux d'enrobé, ou mouvements du sol (tassement, glissement).
- retrait du sol argileux à la suite d'une longue période de sécheresse.

IV. 6 .4.1 1 er cas : Fissures fines (moins de 2 mm d'ouverture)

- Pas d'entretien courant : suivre l'évolution

IV. 6 .4.2 2ème cas : Fissures larges (plus de 2 mm d'ouverture)

a) Sans désordre secondaire

- Pontage à chaud avec mastic spécial.

b) Avec désordres secondaires (ramifications des fissures, faïençage, départs de matériaux ...)

- Imperméabilisation localisée de la surface.

- Imperméabilisation de surface localisée si aucun traitement général de la chaussée n'est envisagé



(Figure IV.5) : Les Réparations des Fissures

IV. 6. 5 Nid de poule :

.

• CAUSES

Désagrégation et départ de matériaux dus à une mauvaise qualité de la chaussée, à une pollution par remontée d'argile dans le corps de la chaussée, à une forte perméabilité de la couche de roulement.

IV. 6 .5.1 Les Solutions et Réparations :

' Intervention d'urgence :
bouchage avec enrobés à froid ou
spéciaux conditionnés.

I Entretien ultérieur si nécessaire :

.

purge superficielle aux enrobés
à chaud. •

Intervention d'urgence : bouchage immédiat.

Entretien ultérieur : imperméabilisation de surface
si la réparation a tenu ou purge superficielle



(Figure IV.6) : Les Réparations Nid de poule

IV. 6 .6 Ressuage :

CAUSES :

Surdosage de bitume sur des emplois partiels à l'émulsion ou sur des enduits.

Enfoncement des granulats dans un support bitumineux trop «mou» ou trop «gras» (enrobé trop riche en mastic).

Délai insuffisant entre les réparations localisées à l'émulsion et la réalisation de l'enduit.

IV. 6 .6.1 Les Solutions et Réparations :

• Intervention d'urgence (ressuage lors de fortes chaleurs) :

Gravillonnage au 4/6, 6/10. Ne jamais employer de sable fillérisé 0/2 ou 0/4 (risque d'arrachement).

• **Entretien ultérieur :**

- cloutage avec des granulats chauds ;
- enduit pré gravillonné ;
- fraisage superficiel.



(Figure IV.7) : Les Réparations Ressuage

IV. 7 Le choix des matériaux dépend :

- du niveau de service visé
- de la classification de la route à entretenir (I^{er} ou I^{er}^ groupe)
- de leur disponibilité et des habitudes locales
- de leur coût et des moyens financiers disponibles.

IV. 8 Conclusion

Prévenir les dégradations des chaussées nécessitent l'application des techniques pouvant éviter l'infiltration et le séjour de l'eau dans la chaussée, donc assurer un bon drainage et d'assainissement.

Pour éviter les retentions d'eaux, les couches de fondation doivent être toujours réalisées de façon qu'elles soient plus perméables que les couches qu'elles supportent.

Les actions d'entretiens préventifs aident à ralentir le rythme de détérioration de la chaussée et conserver une qualité de roulement.

Eviter le sous dimensionnement de la chaussée, et bien exécuter les essais géotechniques pour s'assurer de la nature et de la portance de sols supports, de la qualité et rigidité des matériaux utilisés, afin de préserver la pérennité de la chaussée.

Chapitre V

EXEMPLE PRATIQUE

Chapitre V

Exemple pratique

V.1 INTRODUCTION

Dans le cadre du marché N° 29/2021 signé entre la **Direction des Travaux Publics (DTP)** de la wilaya de Naama et le laboratoire des travaux publics du sud relatif l'étude de renforcement de la RN119 du PK 43+900 au PK 79+900 sur 36Km; le Laboratoire des Travaux Publics du Sud a procédé à cette étude et présente ce rapport qui englobe l'ensemble des résultats de notre intervention.

V.2 PRESENTATION DU PROJET

La route nationale N°119 en Algérie est un axe routier permettant la liaison entre la route nationale N°6 dans la wilaya d'El-Naama et la route nationale 06A dans la wilaya d'El Bayadh.

Une partie de cette route assure la liaison entre les villes de Mechria (wilaya d'El-Naama) et



(Figure V.1) : La route nationale N°119 en Algérie

Tousmouline, elle permet aussi le désenclavement des villages et localités dans les deux wilayas.

La partie de la RN119 sujet de notre étude se trouve entre le PK 43+900 (la limite entre la wilaya de El Bayadh et la wilaya de Naama) et le PK 79+900 (intersection avec la RN06).

La route dans cette section est une chaussée bidirectionnelle de 7m de largeur avec accotement sur les deux côtés.

V.3 PROGRAMME DE L'ETUDE

- Selon le contrat passé dans le cadre de la présente étude, le programme arrêté par le maître de l'ouvrage est le suivant :
 - Auscultation visuelle de la chaussée avec relevée de dégradations et des données géométrique et dépendances;
 - Auscultation de la structure de chaussée à l'aide de HWD (Mesure des déflexions) ;
 - Comptage de trafic automatique et manuel ;
 - Sondages sous chaussées et sous accotements et prélèvement d'échantillons ;
 - Analyse des matériaux constituant le corps de chaussée ainsi que le sol support ;
 - Calcul de renforcement ;
 - Rédaction du présent rapport.

V.4 PRESENTATION DES RESULTATS DE L'INTERVENTION SUR SITE

V.4.1 AUSCULTATION VISUELLE DE LA CHAUSSEE

V.4.2 RELEVÉ VISUELLE DE DEGRADATION :

V.4.2.1 TYPE DE DEGRADATION

L'auscultation visuelle de la section 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.

Les dégradations sont divisées en 4 familles :

V.4.1 LES FISSURES :

Elles sont définies comme étant une cassure du revêtement suivant une ligne avec ou sans rupture du corps de chaussée. On distingue :

- ♦ **Les Faiënçages** : cassures en mailles du revêtement, elles sont dites à mailles fines ou peaux de crocodiles lorsque le côté varie de 10 à 40 cm. Au-delà de 40 cm de côté, ce sont les faiënçages à mailles larges.
- ♦ **Les Fissures Longitudinales et Transversales** : fissures suivant l'axe ou la rive, en dents de scie pour les longitudinales, et perpendiculaires à l'axe pour les transversales.

V.4.2 LES ARRACHEMENTS :

Il s'agit de désordres affectant en général la couche de roulement, par une perte de matériaux de revêtement. On y distingue :

- ♦ **Les Nids De Poule** : cavité de taille variée et de forme arrondie à bords francs, créées à la surface de la chaussée par enlèvement des matériaux.
- ♦ **Les Epaufrures** : cassure du revêtement au bord de la chaussée.
- ♦ **Les Pelades** : arrachements par plaques plus ou moins grandes de la couche de roulement.
- ♦ **Le Plumage, Peignage, Dés enrobage** : arrachements de gravillons du revêtement.

V.4.3 Les Déformations :

Ce sont des dégradations entraînant en général une modification de la route donnant à la surface de la chaussée un aspect différent de celui désiré. Ces déformations prennent naissance dans le corps de chaussée, en général les couches inférieures pour atteindre ensuite la couche de roulement. Elles peuvent se distinguer selon leur forme ou leur localisation comme suit :

- ◆ **Les Affaissements** : variation du niveau du profil longitudinal aussi bien suivant l'axe que la rive ou transversal. Ils peuvent être localisés ou généralisés.
- ◆ **Les Ornières** : dépression longitudinale se développant sous le passage des roues.
- ◆ **Tôles Ondulées** : ondulations régulières et rapprochées perpendiculaires à l'axe de la chaussée.
- ◆ **Tassements** : abaissement du niveau de la chaussée.

V.4.4 Les Mouvements De Matériaux :

Il s'agit d'apparition en surface de remontées des couches inférieures d'eau, de liant ou de sel.

V.5 Résultats de Relève Visuelle De Dégradations

On peut résumer les constatations obtenues comme suit :

V.5.1 Du PK 44 au PK 45+400:

Sur ce tronçon ; la route est jugée en général très dégradée, elle est affectée généralement par des dégradations type, Faïençage à mailles fines généralisés en grande ampleur, orniérage, quelques défauts de l'uni et quelques réparations des dégradations mal réalisés localisées. Le niveau de service est considéré mauvais.



(Figure V.2) : Du PK 44 au PK 45+400

V.5.2 Du PK 45+400 au PK 49+600:

Sur cette section ; la route présente dans l'ensemble un état dégradé, elle est affectée par faïençage à mailles fines et à maille large moyen et en grande ampleur, faible orniérage et des érosions des accotements au niveau des passages d'eau. Le niveau de service est considéré mauvais



(Figure V.3) : Du PK 45+400 au PK 49+600

V.5.3 Du PK 58+000 au PK 60+800:

(Figure V.4) : Du PK 58+000 au PK 60+800

V.5.4 Du Pk 66+600 au Pk 76+300 :

Sur cette section; la route est jugée très dégradée, elle est affectée par des dégradations type, faïençage à mailles fines généralisé et en grande ampleur, épaufrure, départs des matériaux départ des matériaux et des ornières. Le niveau de service est considéré mauvais.



(Figure V.5) : Du Pk 66+600 au Pk 76+300

V.5.5 Du Pk 76+300 au Pk 79+900:

Sur cette section; la route est jugée moyennement dégradée, elle est affectée par des dégradations types, fissures longitudinales et transversales de faible ampleur, quelques emplois partiels, des faïençages localisés de faible ampleur Le niveau de service est considéré moyenne



(Figure V.6) : Du Pk 76+300 au Pk 79+900

V.6 CONCLUSION :

A la lumière des résultats des différentes interventions, effectuées dans le cadre de l'étude de l'expertise de la RN119 sur 36 Km entre le PK43+900 et le PK 79+900, nous pouvons conclure ce qui suit:

Un état très dégradée, dont lequel la chaussée est affectée par des dégradations types, faïençage à mailles fines généralisé et en grande ampleur, épaufrures, départs des matériaux, des orniérages et des érosions des accotements ou niveau des passages d'eau avec un niveau de service mauvais, ces dégradations signifiant un corps de chaussée épuisé, ils affectés à la fois la couche de roulement et le corps de la chaussée ;

Un état dégradé ou moyennement dégradé, dont lequel la chaussée est affectée par des dégradations types, fissures longitudinales et transversales (fissure de retrait et de fatigue), faïençage à mailles fines et à maille large en moyen ampleur, épaufrures localisés, départs des matériaux, des faible orniérages et des érosions des accotements ou niveau des passages d'eau ces dégradations en générale affectés la couche de roulement et probablement la couche de base, le niveau de service de ces sections est considéré moyen.

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

Conclusion Générale

Conclusion générale

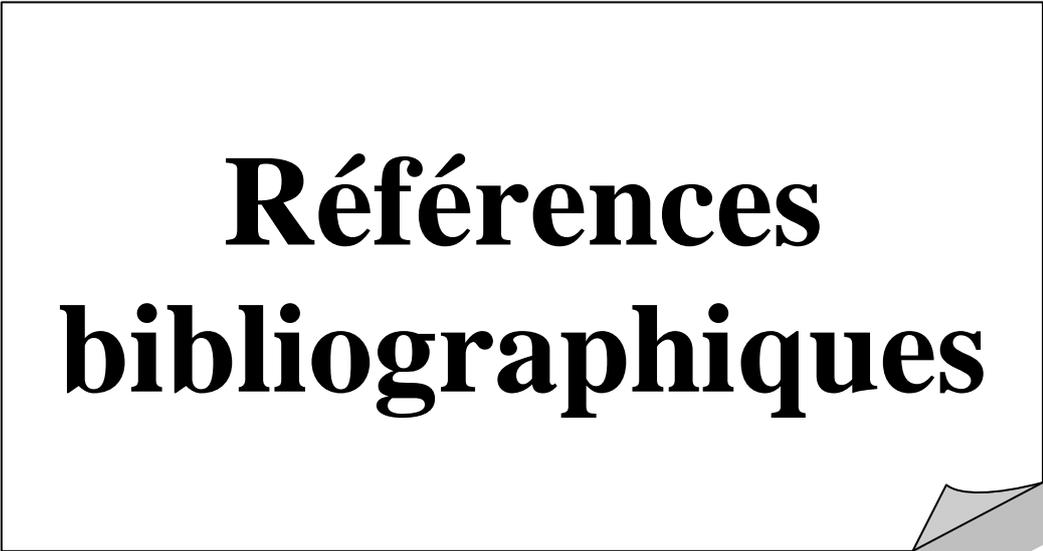
Cette étude avait parmi ses objectifs, entre autre de constituer un recueil où toutes les dégradations susceptibles de se produire SUT les chaussées du Algériens devraient être retrouvées et classées suivant leur mode d'apparition. L'étude devait aussi permettre de situer géographiquement chaque dégradation suivant la fréquence d'apparition dans chaque région.

Pour y arriver, une recherche bibliographique assez étendue a été nécessaire. La consultation de rapports d'inspections ainsi que des descentes SUT le terrain ont aussi été déterminantes.

Au final, nous avons pu établir un document dans lequel on a pu décrire toutes les dégradations les plus fréquemment rencontrées. TI ne s'agit aucunement de prétendre que les dégradations proposées dans ce rapport, sont les seules existantes, mais on peut se féliciter du fait qu'à l'exception des remontées de fines, des indentations et du peignage, toutes les dégradations listées ont pu êtres accompagnées d'illustrations prises sur le réseau. Et ce manque est juste dû à un problème de temps qui n'a pas permis d'effectuer plus de descentes, notamment en saison des pluies pouts bien apprécier les phénomènes de remontées de fines.

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;



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- [1]: Association des ingénieurs municipaux du Québec (AIMQ), « Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples.» Québec 2002.
- [2]: FRANCO OLIVIER, manuel Mais in imchoot pratique de formation pour cadre des techniques de bureau d'études, Genève, 1999, tome 1.
- [3] SURDA, manuel de gestion des routes dessert agricole projet 1999- 2002 paris
- [4]: « Annexe au Bulletin CRR n° 72 », (Trimestriel: juillet – août – septembre 2007)!
- [5] Frédéric VISA : Cours route Module C5 IUT St Pierre –Département Génie civil Année universitaire 2008-2009
- [6]. Catalogue des structures-types de chaussées neuves, SETRA, LCPC, 1998.
- [7]: Mademoiselle SEBAA Nacéra (*LES ROUTES NON REJETUES EN ALGERIE*)
DIRECTION DES ROUTES Février 2006 p 5
- [8] Mademoiselle SEBAA Nacéra (*LES ROUTES NON REJETUES EN ALGERIE*)
DIRECTION DES ROUTES Février 2006 p 6
- [9]: Mademoiselle SEBAA Nacéra (*LES ROUTES NON REJETUES EN ALGERIE*)
DIRECTION DES ROUTES Février 2006 p 7
- [10]: Mademoiselle SEBAA Nacéra (*LES ROUTES NON REJETUES EN ALGERIE*)
DIRECTION DES ROUTES Février 2006 p 12 – 13 -14
- 11] Banque des données de l'organisme nationale de **Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP) – Algérie.**
- [12] **Association des ingénieurs municipaux du Québec (AIMQ)**, « Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples.» Québec 2002.
- [13] **Georges Jeuffroy** « Conception et construction des chaussées » cours de l'école nationale des ponts et chaussées. Tome I, édition Eyrolles 1978.
- [14] **Arsenie Iona Maria** « Interprétation en contraintes effectives du comportement réversible des matériaux granulaires compactés non saturés sous sollicitations triaxiales cycliques.» Thèse de doctorat en génie civil. École nationale supérieure de géologie, INSA. Strasbourg.
- [15]**Ministère des Transports du Québec (MTQ)** Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples, 2002, 57p.

[16] **LCPC : Méthode d'essai n°52, complément à la méthode d'essai n°38-2**

Catalogue des dégradations de surface des chaussées. République Française, Ministère de l'équipement, des transports et du logement, version 1998, 98p.

[17] **LCPC : Documentation technique** La maîtrise de la fissuration des graves hydrauliques. Supplément routes n ° 77 - septembre 2001, 10p.

[18] **Service technique des bases aériennes**

Techniques anti-remontées des fissures. Guide d'emploi en chaussées aéronautiques, Avril 1999, 35p.

[19] Bonaventure LOKO, *Analyse des dégradations des chaussées revêtues et proposition d'une structure adaptée : cas du tronçon Akassato-Allada de la RNIE 2*, in *Génie civil* 2011-2012, EPAC. p. 152.

[20]: Démarche SURE – Présentation et management – *Guide méthodologique* - (document à l'étude)

[21]: Démarche SURE - Etude d'enjeux pour la hiérarchisation des itinéraires - *Guide méthodologique* – (document à l'étude)

[22]: **Contrôle technique des travaux publics (CTTP)** « guide de l'entretien routier » Algérie 1995

[23]: Démarche SURE – Plan d'actions et réalisation des actions – *Guide méthodologique* - (document à l'étude)

[24]: Contrôle de sécurité des projets routiers - Réalisation des bilans de sécurité après mise en service. *Guide*

méthodologique – SETRA, juillet 2003 – Réf. E0311-2 en téléchargement sur le site http://catalogue.setra.equipement.gouv.fr/2_prod/telechargement.shtml

[25]: Amélioration de la sécurité des virages – des routes principales en rase campagne - *Savoir et agir* - SETRA, 2002, 33p. – Réf. E0214

[26]: Paysage et lisibilité. Approches "paysage et sécurité routière". *Recueil d'expériences* SETRA, septembre 2003, 124p. – Réf. B0313

[27]: Sécurité des routes et des rues (SRR). *Document d'information technique*. - SETRA, CETUR, septembre 1992, 436p. - Réf. SETRA E9228 ; Réf. Certu OU07400792

- [28] : Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération. *Guide technique*. SETRA, 2002, 131 p. - Réf. E0233
- [29] : Scénarios-types d'accidents de la circulation dans le département des Bouches du Rhône. Contribution à l'élaboration d'un diagnostic pour le plan départemental d'actions de sécurité routière - *Rapport MA 9611- 2* – INRETS, 1996, 73p.
- [30] Mesure de l'uni des couches de chaussées avec l'analyseur de profil en long type APL 25. *Méthode d'essai n°5* – LCPC,
- [31] Mesure et interprétation du profil en travers. *Méthode d'essai n°49* – LCPC, septembre 2001, 47p.
- [32] Mesure de l'adhérence des chaussées routières et aéronautiques. *Méthode d'essai n° 50* – LCPC, septembre 2002
- [33] Relevé de la géométrie des tracés routiers . *Méthode d'essai*. LCPC (à l'étude)
- [34] Relevés des objets routiers à partir d'images de la route et de son environnement. *Méthode d'essai* . LCPC (en projet)
- [35] Bulletin des laboratoires de Ponts et Chaussées. *Numéro spécial adhérence n° 255 Avril-mai-juin 2005*. LCPC, 2005, 197p.
- [36] ALERTINFRA – *Guide méthodologique* - CETE de Lyon, octobre 2003
- [37] Rapport RE-06-919-FR "Scénarios types d'accidents de la circulation urbaine n'impliquant pas de piétons", INRETS, 2005
- [38] CEBTP, *Les routes dans les zones tropicales et désertiques : entretien et gestion des routes*. 2ème ed, ed. Ministère de la Coopération et du Développement 1991: Routes et villes.
- [39] LCPC, *Catalogue des dégradations de surface des chaussées*. Méthode d'essai N°52 : complément à la méthode d'essai N° 38-2 : Relevé des dégradations de surface des chaussées, ed. IFSTTAR1998.
- [40] LCPC, VIZIR, in *Méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins en entretien d'un réseau routier*1991. p. 62.
- [41] Bonaventure LOKO, *Analyse des dégradations des chaussées revêtues et proposition d'une structure adaptée : cas du tronçon Akassato-Allada de la RNIE 2*, in *Génie civil* 2011-2012, EPAC. p. 152.
- [42] Bonaventure LOKO, *Analyse des dégradations des chaussées revêtues et proposition d'une structure adaptée : cas du tronçon Akassato-Allada de la RNIE 2*, in *Génie civil* 2011-2012, EPAC. p. 152.

- [43]. Roméo MICHAÏ, *Portance résiduelle des structures des routes revêtues : contribution à l'étude de détermination des critères de déflexion sur le réseau routier béninois*, in *Génie civil*, EPAC. p. 195.
- [44] CEBTP, *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*, Ministère des relations extérieures coopération et du développement, Editor 1984. p. 160.
- [45] Fadel ABOUBAKAR, *Etude de réhabilitation des routes revêtues : Détermination des seuils critiques de déflexions à partir de l'évaluation des chaussées. Cas du tronçon Pahou-Ouidah de la RNIE 1*, in *Génie civil*, EPAC. p. 202.
- [46] Lo, S. and E. Ndiaye, *Elaboration d'un catalogue des dégradations des chaussées au Sénégal*, in *Génie Civil 2009*, Ecole Supérieure Polytechnique. p. 125.
- [47]. Axel MOUZOUN, *Dimensionnement et étude technico-économique d'une structure*.
- [48] *Chaussée de classe T5 : Cas de la section Bohicon - Dassa-Zoumè*, in *Genie civil*, ESGCVéréchaguine A. K. p. 123.
- [49] LCPC : VIZIR Méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins en entretien d'un réseau.
- [50] Steve M. S. AKOFFODJI, *Etude des possibilités de constructions de routes en milieux marécageux : difficultés et choix du type de structure. Application au tronçon Possotomè-Bopa*, in *Genie civil*, EPAC. p. 185.