



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

Faculté de Génie civil et d'Architecture

Département de Génie civil

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Djoudi Walid Yacine / Bensalem Mohammed Imad Eddin

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Travaux Publics

OPTION : Voies et Ouvrages d'arts

Thème

**Pathologies des chaussées, Diagnostic et
Techniques de réparation – Application sur un
tronçon de la RN23**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr Boukhelkhal Aboubakeur	MCA	Président
Mr. Bederina Madani	Professeur	Examineur
Mme. Damene Zineb	MCA	Encadrant

Promotion : 2022 - 2023

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

A tous sans exception

Djoudi walid Yacine

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

Bensalem Mohammed Imad Eddin

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu pour nous avoir guidés durant toutes les années d'études et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour sans le soutien actif de certaines personnes que nous tenons à remercier personnellement. Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

*Nous remercions notre encadreur Madame « **Zineb Damene** » d'avoir accepté d'être notre encadrant et pour avoir dirigé ce travail, ainsi que pour la confiance qu'elle nous a prodiguée durant la réalisation de ce travail.*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent également aux membres de jury « **Mr Bederina Madani** et **Mr Boukhelkhal Aboubakeur** » pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre étude en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nos plus grands remerciements vont à l'ensemble du personnel de la Direction des Travaux Publics de Laghouat (**D.T.P**).*

Et enfin, que tous ceux qui ont contribué à notre formation morale et scientifique et dont les noms ne figurent pas ici, trouvent à travers ce travail l'expression de notre profonde gratitude.

RESUME

Ce travail consiste à étudier la détérioration des chaussées en vue 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 chaussées pour comprendre leur fonctionnement, les matériaux utilisés dans leur construction et leurs dimensions.

Ensuite, nous avons répertorié et discuté les différents types de détérioration et leurs causes. Cela a permis de connaître les moyens d'entretien nécessaires et d'éventuelles préventions. Pour appliquer l'acquis théorique, nous avons pris le cas de la RN23 du PK 353+000 au PK 367+000 sur une portée de 14 km (Wilaya de Laghouat) comme cas d'étude. 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, réparation.

الملخص

يتمثل هذا العمل في دراسة تدهور الطرقات لتحديد أكثر أسبابه احتمالا، ووسائل الوقاية المناسبة وكيفية اقتراح الحلول الموثوقة في حالة التدخل لمعالجة هذه العيوب. للقيام بذلك، بدأنا أولاً بدراسة هياكل الطرقات المختلفة لفهم كيفية عملها. والمواد المستخدمة في بنائها وأبعادها.

بعد ذلك، قمنا بإدراج ومناقشة الأنواع المختلفة من التلف وأسبابه. هذا جعل من الممكن معرفة الوسائل اللازمة للصيانة. لتطبيق النظرية قمنا بدراسة حالة الطريق الوطني رقم 23 وتحديدا بين النقطة الكلومترية 353 الي النقطة 367 على طول 14 كلم في ولاية الاغواط من اجل التحقق من حالة الطريق ودراسة التشوهات الموجودة لمعرفة الأسباب واقتراح حلول لمعالجة المشاكل والحد منها.

أخيراً، الدراسة التي أجريناها وبعد تحليل النتائج التي حصلنا عليها وتشخيصها أتاحت لنا اقتراح حلول للحد من ظاهرة تدهور الطرق وتقديم الحلول.

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

Abstract

This work consists in studying the deterioration of roads 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 deal with these defects. To do this, we first started by studying the different pavement structures to understand how they work, the materials used in their construction and their dimensions.

Next, we have listed and discussed the different types of spoilage and their causes. This made it possible to know the necessary means of maintenance and possible prevention. To apply the theoretical knowledge, we took the case of the RN23 from PK 353+000 to PK 367+000 over a range of 14 km (Wilaya Laghouat) as a case study. 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

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Chapitre I Généralités sur la structure des chaussées et leurs pathologies fréquentes	
I.1-Introduction	3
I.2-Définition d'une route	3
I.3- Structure d'une chaussée	3
I.3.1- Différentes couches d'une chaussée	4
I.3.2- Les différents types de structure de chaussée	6
I.3.2.1. Les chaussées souples.....	6
I.3.2.2. Les chaussées rigides.....	8
I.3.2.3. Les chaussées semi-rigides	9
I.3.3. Principes de fonctionnement des couches de structures de chaussée	10
I.3.4. Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée	11
I.3.4.1- C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	11
I.3.4.2. Notion de l'épaisseur équivalente :	11
I.3.4.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)	12
I.3.4.4. Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves «SETRA» :	13
I.4 Les pathologies fréquentes des chaussées	14
I.4.1. Les dégradations structurelles (Type A).....	15
I.4.2 Les dégradations non structurelles (Type B).....	15
I.4.3 Processus de dégradation des chaussées souples	15
I.4.4 Les déformations.....	16
I.4.4.1 Les affaissements.....	16
I.4.4.2 Soulèvement différentiel.....	18
I.4.4.3 Désordre du profil.....	20
I.4.4.4 Ornière	21
I.4.5 Les fissurations.....	23
I.4.5.1 Fissures transversales	23
I.4.5.2 Fissures longitudinales	25
I.4.5.3 Fissures longitudinales (hors-piste de roues).....	26
I.4.5.4 Fissures de gel.....	27

I.4.5.5 Fissures en carrelage	28
I.4.5.6 Fissures en rive :	29
I.4.5.7 Faïençage	30
I.4.6 Les arrachements	32
I.4.6.1 Désenrobage	32
I.4.6.2 Pelade	33
I.4.6.3 Nid de poule	34
I.4.6.4 Ressuage.....	35
I.4.7 Les Fissuration autour des regards et des puisards :	36
I.4.7.1 Causes probables :	36
I.4.7.2 Niveau de sévérité	36
I.4.8 Coupe et tranchée :	37
I.4.8.1 Causes probables.....	37
I.4.8.2 Niveau de sévérité	37
I.4.8.3 Procédure de mesurage	38
I.4.9 Dénivellation des regards et des puisards :.....	38
I.4.9.1 Causes probables.....	38
I.4.9.3 Procédure de mesurage	39
I.5 Conclusion	39

Chapitre II Entretien préventif et remèdes des pathologies routières

II.1 Introduction	40
II.2 Prévention contre l'eau	40
II.2.1 Assainissement routier	40
II.2.1.1 Drainage vertical :	42
II.2.1.2 Drainage horizontal.....	42
II.3 Etude géotechnique	43
II.3.1 Le compactage	43
II.3.1.1 Objectifs du compactage.....	43
II.3.1.2 Facteurs qui influencent le compactage :	44
II.3.2 Essai Proctor	44
II.3.3 L'indice portant californien CBR : Essai CBR	46
II.3.4 Limite d'ATTERBERG (Selon NF P94-051)	47
II.3.5 Essai à la plaque (selon NF P 94 117-1)	49
II.4 Remèdes des pathologies routières	51

II.4.1 Les fissures	51
II.4.1.1 Fissure longitudinale et transversales :	51
II.4.2.2 Faiénçage.....	51
II.4.2.3 Fissure de rive.....	51
II. 4.2 Les déformations	51
II. 4.2.1 Ornières de faible et grand rayon	51
II. 4.2.3 Affaissement.....	52
II. 4.3 Les arrachements	52
II 4.3.1 Désenrobage et arrachement.....	52
II. 4.3.2 Pelade.....	52
II.4.3.3 Nid-de-poule.....	52
II.4.4 Les remontées	52
II.4.4.1 Ressuage	52
II. 5 Les techniques de réparation	53
II .5. 1 Technique de nettoyage du support.....	53
II.5.1.1 Soufflage à l’air comprimé	53
II.5.1.2 Brossage mécanique :	53
II.5.1.3 Décapage et séchage à la lance thermo-pneumatique :	53
II. 5.2 Point-à-temps automatique (PATA).....	53
II .5.3 L’enrobé stockable à l’émulsion	55
II. 5.4 Procédé par projection.....	56
II.5.5 Le pontage.....	56
II. 6 Entretien des chaussées rigides	58
II .6.1 Scellement de joint et fissure	58
II.6.2 Matériaux.....	58
II. 6.3 Stabilisation de dalle	59
II. 6.4 Rapiécage	59
II. 7 Entretien des chaussées souples et semi-rigides.....	59
II.7.1 Entretien Préventif	59
II.7.1.1 Les activités de base	59
II.7.2 L’entretien correctif (réactif)	60
II.7.2.1 Les techniques de base (rapiécage)	60
II.7.3 L’entretien palliatif	60
II.7.3.1 La réhabilitation.....	60
II.8 Conclusion.....	61

Chapitre III : Élaboration du diagnostic pathologique du tronçon de route (RN23)

III.1 Introduction	62
III.2. Présentation du tronçon de route	62
III.2.1 Facteurs climatiques et environnementaux	63
III.3 Programme D'intervention	63
III.3.1 Auscultation Visuelle	63
III.3.2 Constats des pathologies sur le tronçon de route	64
III.4 Analyse des Dégradations	66
III.4.1 Causes des arrachements	66
III.4.2 Causes des fissures	66
III.4.3 Causes des déformations	67
III. 4.4 Campagne de Carottage	67
III. 4.5 Dimensionnement du corps de Chaussée	68
III.5 Solutions envisagées	70
III.6 Entretien proposé et recommandations	71
III.6.1 les interventions	71
III.6.2 Les recommandations	71
III.6.3 Stratégies d'entretien	72
III.7 Conclusion	73
Conclusion général	74
Références bibliographiques	

Annexes

Liste des figures

Figure I.1 : coupe transversale type d'une chaussée souple

Figure I.2 : Transfert de charge dans la structure granulaire

Figure I.3 : Schéma de fonctionnement d'une structure de chaussée sous l'application d'une charge roulante

Figure I.4 : Répartition des contraintes dans une chaussée souple

Figure I.5 : Section transversal de chaussée rigide.

Figure I.6 : Section transversal de chaussée semi-rigide

Figure I.9 : affaissements (d'après AIMQ 2002)

Figure I.10 : Affaissements Règle de 3 m

Figure I.11 : soulèvement différentiel (d'après AIMQ 2002)

Figure I.12 : Soulèvements différentiels

Figure I.13 : Désordre du profil (d'après AIMQ 2002)

Figure I.14 : Schématisation d'une ornière

Figure I.15 : Ornières à petits rayons (d'après AIMQ 2002)

Figure I.16 : ornières à grands rayons (d'après AIMQ 2002)

Figure I.17 : Ornières à grands rayons Règle de 1,8 m

Figure I.18 : Fissures transversales (d'après AIMQ 2002)

Figure I.19 : Fissures longitudinales en piste de roues (d'après AIMQ 2002)

Figure I.20 : Fissures longitudinales hors-piste de roues (d'après AIMQ 2002)

Figure I.21 : Fissures de gel (d'après AIMQ 2002)

Figure I.22 : Fissures en carrelage (d'après AIMQ 2002)

Figure I.23 : Fissures en rive (d'après AIMQ 2002)

Figure I.24 : Faïençage (d'après AIMQ 2002)

Figure I.25 : Fissure franche

Figure I.26 : Fissure érodée

Figure I.27 : Fissures multiples

Figure I.28 : Désenrobage (d'après AIMQ 2002)

Figure I.29 : Pelade (d'après AIMQ 2002)

Figure I.30 : Nid de poule (d'après AIMQ 2002)

Figure I.31 : Ressuage (d'après AIMQ 2002)

Figure I.32 : Fissuration autour des regards et des puisards (d'après AIMQ 2002)

Figure I.33 : Coupe et tranchée (d'après AIMQ 2002)

Figure I.34 : Dénivellation des regards et des puisards (d'après AIMQ 2002)

Figure I.35 : Dénivellations des regards et des puisards

Figure II.1 : Distinction entre les fonctions de drainage et d'assainissement routier

Figure II.2 : Essai Proctor

Figure II.3 : L'indice CBR

Figure II.4 : Pénétrromètre à cône

Figure II.5 : La coupelle de CASAGRANDE

Figure II.6 : Coupelle de Casagrande pour la détermination de la limite de liquidité.

Figure II.7 : Essai de charge sur plaque

Figure II.8 : Pointe à temps automatique

Figure II.9 : Pointe à temps automatique

Figure II.10 : Procédé par projection

Figure II.11 : PONTAGE DE FISSURES

Figure III.1 : Carte du réseau routier de la wilaya de Laghouat

Figure III.2 : Une section dégradée de la RN 23 au PK 356+400

Figure III.3 : Fissures transversales et longitudinales au PK 361+100

Figure III.4 : Faiençages à mailles fines au PK 364+400

Figure III.5 : Fissures au bord de la chaussée et fissures transversales au PK 358+200

Figure III.6 : Section déformée avec Faiençages à mailles fines au PK 366+400

Liste des tableaux

Tableau I.1. : Eléments indicatifs pour le choix de la couche de roulement.

Tableau I.2 : Les coefficients d'équivalence.

Tableau I.3 : Classement du trafic suivant le catalogue.

Tableau I.4 : Classe de sols.

Tableau II.1 Conditions des essais Proctor normal et Modifié.

Tableau II.2 : Choix des techniques d'entretien.

Tableau III.1 : Compagne de carottage.

Tableau III.2 : Coefficients d'équivalence.

Tableau III.3 : épaisseurs d'équivalence.

Tableau III.4 : le cas de moyen terme, avec une épaisseur équivalente.

Introduction générale

Les chaussées au cours de leur exploitation, sont soumises aux actions des intempéries et de trafic lourd. Ces actions entraînent dans le corps de chaussées des contraintes dont les applications répétées provoquent des désordres visibles à la surface de la chaussée qu'on appelle **dégradations**.

Au cours du temps ces dégradations peuvent passer du stade faible au stade majeur, qui lorsqu'il est atteint, une intervention de réfection ou de correction devait être envisagée dans les meilleurs délais possibles.

Dès la mise en service de la route, en plus du trafic, de nombreux agents destructeurs qui la menacent commencent à se manifester. Les opérations d'entretien doivent prendre le relais de la construction. L'organisation, le personnel et le matériel doivent être en place et préparés à leur tâche.

L'entretien des routes c'est l'ensemble des actions entreprises pour conserver et ou rehausser les qualités des ouvrages (infrastructures) afin d'assurer aux usagers les conditions de confort et de sécurité définies en tenant compte de l'environnement. Il vise donc au maintien ou à l'amélioration du « niveau de service » et concerne les chaussées, les accotements, les dépendances et tous les équipements.

Les chaussées souples sont des structures qui comportent une couverture bitumineuse relativement mince (inférieur à 15 cm) parfois réduite à un simple enduit superficiel reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités. Ce sont ces types de chaussées qui seront l'objet de notre étude.

L'objectif de notre travail est de trouver les réponses aux interrogations suivantes :

Quelle sont **les causes** les plus probables de ces dégradations ?

Quels moyens faut-il pour **prévenir** ces dégradations ?

Comment proposer des **solutions fiables** en cas d'une intervention ?

Et pour répondre à nos questions : on a divisé notre mémoire en trois chapitres :

- Le premier chapitre consiste en une étude théorique sur la structure et les pathologies fréquentes des chaussées.
- Dans la deuxième, on a exposé les différents procédés d'entretien préventifs et quelques techniques de traitements de pathologies routières.
- En troisième chapitre, on a essayé de traiter un cas d'étude et de donner une stratégie d'entretien, il s'agit du tronçon de route (**RN23**) endommagé sur 14km et qui a fut l'objectif de notre stage au sein du bureau

Chapitre I

Généralités sur la structure des chaussées et leurs pathologies fréquentes

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, les matériaux utilisés, et quelques notions sur le dimensionnement.

I.2-Définition d'une route

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].

« 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.

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].

I.3- Structure d'une chaussée

Une chaussée est une structure constituée de couches superposées de matériaux traités au-dessus du sol de fondation naturel, dont la fonction principale est de répartir les charges de véhicule appliquées sur le sol de fondation. La structure de la chaussée doit être en mesure de fournir une surface de qualité de roulement acceptable, une résistance au dérapage adéquate, des caractéristiques géométriques assurant un confort et une sécurité aux usagers. L'objectif ultime est de s'assurer que les contraintes transmises dues à la charge des roues sont suffisamment réduites, afin qu'elles ne dépassent pas la capacité portante de la plate-forme.

Les chaussées peuvent être classées en fonction des performances structurelles en trois, chaussées souples, chaussées semi-rigides et chaussées rigides. Dans les chaussées souples, les charges de roue sont transférées par contact grain à grain de l'agrégat à travers la structure granulaire. La chaussée souple, ayant moins de résistance à la flexion, agit comme une feuille

souple (par exemple route bitumineuse). Au contraire, dans les chaussées rigides, les charges des roues sont transférées au sol de fondation par la résistance à la flexion de la chaussée et la chaussée agit comme une plaque rigide (par exemple, les routes en béton de ciment). La chaussée semi-rigide quant à elle, a un comportement mécanique intermédiaire entre celui des chaussées rigides et celui des chaussées souples ; la répartition des charges sur le support est bonne mais des contraintes de traction se développent à la base des couches (condition déterminante pour le dimensionnement de ces couches). En plus de ceux-ci, des chaussées composites sont également disponibles. Une fine couche de chaussée flexible sur une chaussée rigide est une chaussée idéale avec les caractéristiques les plus souhaitables. Cependant, ces chaussées sont rarement utilisées dans les nouvelles constructions en raison du coût élevé et des analyses complexes requises [3].

I.3.1- Différentes couches d'une chaussée

Une chaussée souple est composée : d'une couche de surface, une couche d'assise et d'une plateforme support de chaussée. (**Figure I.1**).

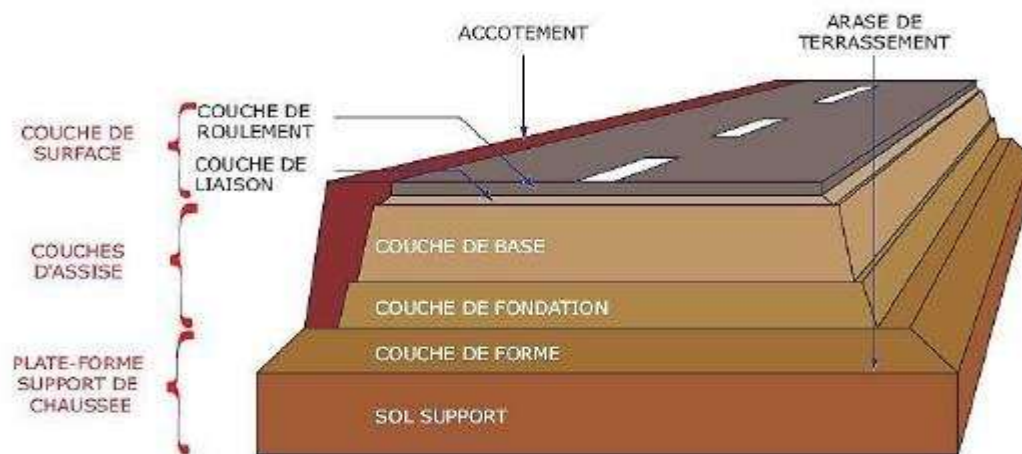


Figure I.1 : Coupe transversale type d'une chaussée souple [4].

A. La couche de surface comprend :

1. **La couche de roulement** : Elle est directement en contact avec les charges de trafic et contient généralement des matériaux de qualité supérieure. Ils sont généralement construits avec du béton bitumineux dense (AC). Les fonctions et les exigences de cette couche sont :

- Elle fournit des caractéristiques telles que le frottement, la douceur, le drainage, etc. Elle empêchera également l'entrée de quantités excessives d'eau de surface dans la couche de base, de fondation et la sous-couche sous-jacentes,
 - Elle doit être solide pour résister à la déformation sous la circulation et fournir une surface de roulement lisse et antidérapante,
 - Elle doit être étanche pour protéger l'ensemble de la couche de base et de fondation de l'effet affaiblissant de l'eau.
2. **Couche de liaison** : Elle permet de spécialiser la couche de roulement au confort et à la sécurité des usagers.

B. La couche d'assise : Elle est généralement constituée de deux couches :

1. **Couche de base** : qui est la couche de matériau immédiatement sous la surface de la couche de liant, elle fournit une répartition de charge supplémentaire et contribue au drainage souterrain. Elle peut être composée de pierre concassée, de laitier concassé et d'autres matériaux non traités ou stabilisés.
2. **Couche de fondation** : C'est la couche de matériau sous la couche de base et dont les fonctions principales sont de fournir un support structurel, d'améliorer le drainage et de réduire l'intrusion de fines de la couche de fondation dans la structure de la chaussée.

C. Plateforme support de chaussée : Elle contient :

A. Couche de forme : Cette couche doit présenter des caractéristiques minimales de :

- Traficabilité, pour assurer, pendant l'exécution des travaux de chaussée, la circulation des engins approvisionnant les matériaux de l'assise ;
- Nivellement, pour garantir la régularité de l'épaisseur des couches de la chaussée terminée.
- Déformabilité, pour permettre le compactage correct des couches de chaussée
- Résistance, vis-à-vis du gel si nécessaire.

A long terme (pendant l'exploitation de l'ouvrage), ses fonctions se rapportent au comportement de la chaussée au service, à savoir :

- L'homogénéisation de la portance.
- Le maintien dans le temps d'une portance minimale de la plate-forme.
- La contribution au drainage de la chaussée.

B. Sol support : Le sol support est désigné dans sa partie supérieure par le terme « *Partie Supérieure des Terrassements* » (PST). Sa surface constitue l'arase de terrassement (AR). Il peut être en remblai, ou en déblai.

Tableau I.1. : Eléments indicatifs pour le choix de la couche de roulement [5]

Objectifs	Caractéristiques	ES	ECF	BBTM	BBD _r	BBM	BB	BBME
Sécurité	Epaisseur (cm)	≈ 1	< 1,5	2 à 3	3 à 4	3 à 5	5 à 9	5 à 9
	Adhérence initiale	++	0 à +	+	+	+	0	0
	Adhérence à 5 ans	0 à +	0 à -	+	+	0	0 à -	0
Confort	Amélioration de l'uni	-	--	0	+	+	+	+
	Silence	- à --	0	+	++	0 à +	0 à +	0 à +
Apport structurel	Imperméabilité	+	-	+	--	+	++	++
	Anti remontée de fissures	-	--	-	0	0	+	+
	Orniérage			+	++	0	0	++

000++: Très bon, +: bon, 0: moyen, -: médiocre, --: mauvais.

I.3.2- Les différents types de structure de chaussée

I.3.2.1. Les chaussées souples

Les chaussées souples transmettront les contraintes de charge des roues aux couches inférieures par transfert de grain à grain à travers les points de contact dans la structure granulaire (Figure I.2). La charge de roue agissant sur la chaussée sera répartie sur une zone plus large et la contrainte diminue avec la profondeur (**Figure I.2, Figure I.3**).

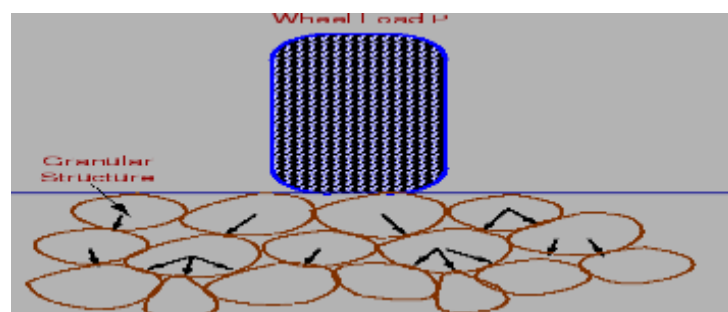


Figure I. 2 : Transfert de charge dans la structure granulaire [7]

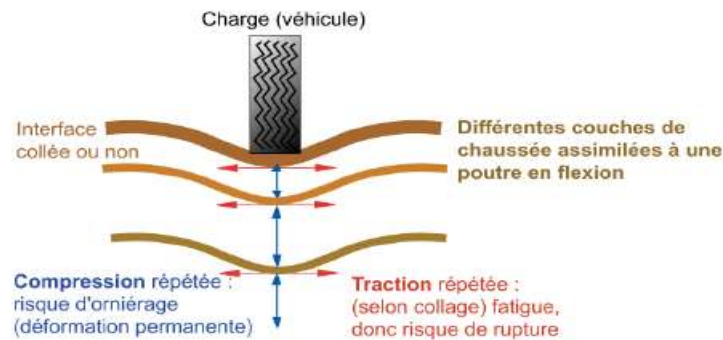


Figure I.3 : Schéma de fonctionnement d'une structure de chaussée sous l'application d'une charge roulante [7]

Profitant de cette caractéristique de répartition des contraintes, les chaussées souples comportent normalement de nombreuses couches. Par conséquent, la conception d'une chaussée souple utilise le concept de système en couches. Sur cette base, une chaussée souple peut être construite en plusieurs couches et la couche supérieure doit être de la meilleure qualité pour supporter une contrainte de compression maximale, en plus de l'usure. Les couches inférieures subiront une contrainte de moindre ampleur et des matériaux de mauvaise qualité peuvent être utilisés. Les chaussées souples sont construites avec des matériaux bitumineux. Ceux-ci peuvent être soit sous forme de traitements de surface (comme les traitements de surface bitumineux que l'on trouve généralement sur les routes à faible débit) ou, couches de surface en béton bitumineux (généralement utilisées sur les routes à fort trafic telles que les routes nationales). Les couches de chaussée flexible reflètent la déformation des couches inférieures sur la couche de surface (par exemple, s'il y a une ondulation dans le sol de fondation, elle sera transférée à la couche de surface). Dans le cas d'une chaussée souple, la conception est basée sur les performances globales de la chaussée souple, et les contraintes produites doivent être maintenues bien en deçà des contraintes admissibles de chaque couche de chaussée [6].

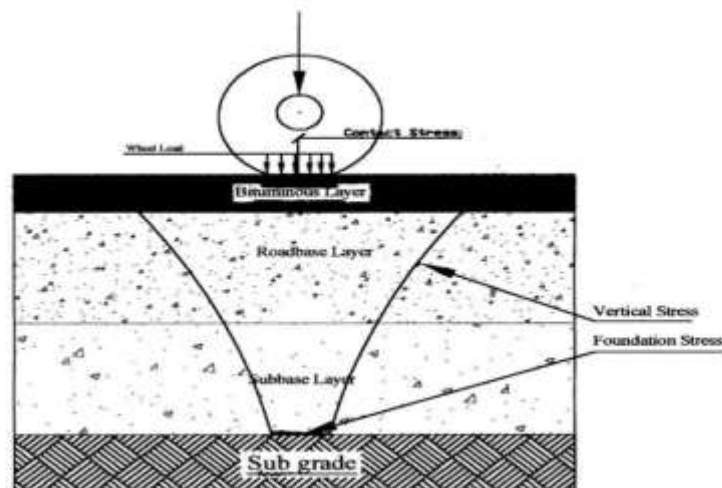


Figure I.4 : Répartition des contraintes dans une chaussée souple [7]

I.3.2.2. Les chaussées rigides

La chaussée rigide est construite avec du béton de ciment portland (PCC) et des agrégats et se compose généralement de deux couches principales et parfois de trois couches, comme illustrée dans la figure I.5. Les chaussées rigides ont une résistance à la flexion suffisante pour transmettre les contraintes de charge des roues à une zone plus large en dessous.

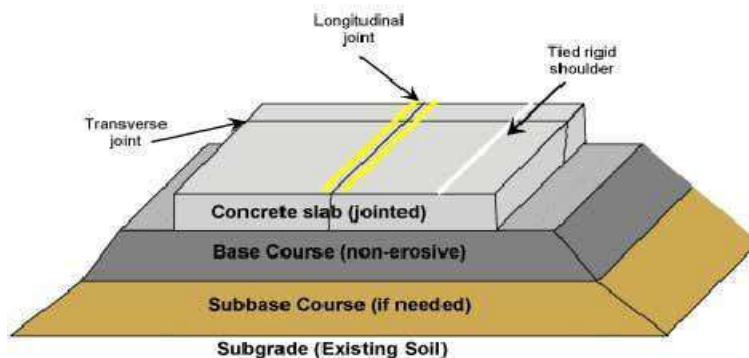


Figure I.5 : Section transversale de chaussée rigide.

Au regard du module d'élasticité élevé du béton armé, les sollicitations déterminantes sont celles de traction par flexion dans la dalle.

- Ces structures sont sensibles à la fissuration produite essentiellement par retrait. La dalle se déséquilibre et bouge au passage du trafic, ce qui amplifie le phénomène ;

- Les variations journalières de la température ambiante créent dans les dalles des gradients thermiques. Les dalles ont alors tendance à se déformer. Il s'ensuit une modification des conditions d'appui sur le support conduisant à majorer l'effet du trafic.

A. Types de chaussées rigides

Les chaussées rigides peuvent être classées en quatre types :

- Chaussée en béton uni (JPCP).
 - Chaussée jointive en béton armé (JRCP).
 - Chaussée continue en béton armé (CRCP).
 - Chaussée en béton précontraint (PCP).
- ✚ **Chaussée en béton simple jointé** : Sont des chaussées en béton de ciment simples construites avec des joints de contraction rapprochés. Des goudons ou des verrouillages d'agrégats sont normalement utilisés pour le transfert de charge à travers les joints. Ils ont normalement un espacement entre les joints de 5 à 10 m.
- ✚ **Chaussée en béton armé jointif** : Bien que les renforts n'améliorent pas de manière significative la capacité structurelle, ils peuvent augmenter considérablement l'espacement des joints jusqu'à 10 à 30 m. Des goudons sont nécessaires pour le transfert de charge. Les renforts aident à maintenir la dalle ensemble même après des fissures.
- ✚ **Chaussée continue en béton armé** : L'élimination complète des joints est obtenue par renforcement [6].

I.3.2.3. Les chaussées semi-rigides

Chaussée avec une couche de surface hydrocarbonée reposant sur une ou plusieurs couches traitées aux liants hydrauliques jouant un rôle structurel déterminant (ou couches traitées aux liants hydrocarbonés qui par leur rigidité ou épaisseur ne peuvent être considérées structurellement comme souples comme montre la **Figure I.6**.

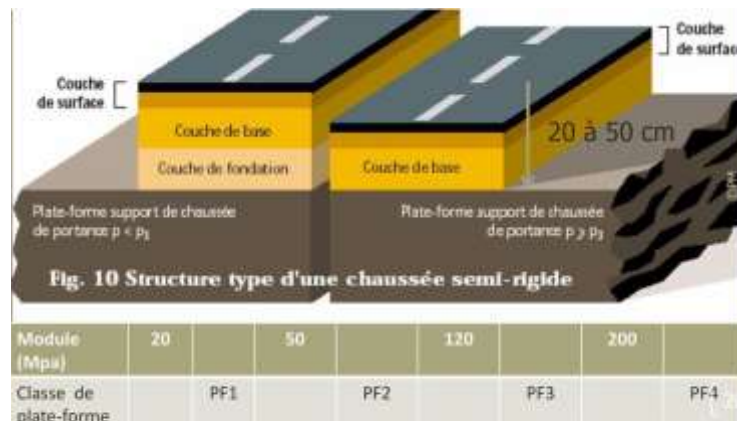


Figure I.6 : Section transversal de chaussée semi-rigide.

- Compte tenu de la grande rigidité des matériaux traités aux liants hydrauliques, les contraintes verticales transmises au support de chaussée sont faibles. En revanche, l'assise traitée subit des contraintes de traction-flexion qui sont déterminantes pour le dimensionnement de ces chaussées ;
- Lorsque l'adhérence entre la couche de base et la couche de fondation assure la continuité des déplacements, la contrainte maximale de traction est observée à la base de la couche de fondation ;
- Les assises traitées aux liants hydrauliques sont sujettes aux retruits thermiques qui peuvent provoquer des fissurations transversales qui remontent à travers la couche de roulement. Ces fissures apparaissent en surface de la chaussée avec un espacement assez régulier (entre 5 et 15 m).
- La fissuration de retrait favorise la pénétration de l'eau, ce qui provoque la dégradation de la chaussée [6].

I.3.3. Principes de fonctionnement des couches de structures de chaussée

Le fonctionnement mécanique d'une structure de chaussée dépend de celui des couches qui la compose. Ces couches peuvent être réalisées suivant deux types :

- Les couches composées de matériaux granulaires peu liés entre eux : les GNT
Ces couches fonctionnent comme un empilement de billes, elles seront désignées sous le terme de couches souples.
- Les couches composées de matériaux granulaires liés entre eux de manière plus ou moins fortes : Graves traitées, Graves bitumineuses, béton... Ces couches fonctionnent comme des plaques en flexion, elles seront désignées sous le terme de couches rigides. Suivant le type de liant utilisé, cette rigidité sera plus ou moins importante.

I.3.4. Méthodes de dimensionnement du corps de chaussée

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches. Le corps de chaussée est dimensionné en général avec les méthodes suivantes :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP.
- Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves « SETRA » [6].

I.3.4.1- C.B.R (California – Bearing – Ratio)

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

L'épaisseur sera obtenue en appliquant la **Formule I.1**

$$e = \frac{100 + P \times [75 + 50 \times \log(\frac{N}{10})]}{I_{CBR} + 5} \dots (I.1).$$

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

- I_{CBR} : indice CBR.
- N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
- log : logarithme décimal.
- e : épaisseur équivalent.

I.3.4.2. Notion de l'épaisseur équivalente :

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient « a » appelé coefficient d'équivalence.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des équivalents des couches calculé suivant la **Formule I.2** :

$$E_{eq} = \sum e_i (\text{réelle}) \times a_i \dots (\text{I.2})$$

Avec $i=1, 2$ et 3

- e_1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- e_2 : épaisseur réelle de la couche de base.
- e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.
- a_1, a_2, a_3 : sont Les coefficients d'équivalence des matériaux des couches e_1, e_2 et e_3 .

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le **Tableau I.2**.

Tableau I.2 : Les coefficients d'équivalence [8] :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.6 à 0.7
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

I.3.4.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu, caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux).

- **Matériaux** : traités au bitume (GB, BB), non traités (GNT, TVO...)
- **Trafic** : classé selon le nombre de (Pl /j/sens) à l'année de la mise en service.

- **Portance du sol support** : selon l'indice CBR (voir le tableau).
- **Climat** : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

I.3.4.4. Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves «SETRA» :

Le catalogue des structures type neuf est établi par « SETRA ». Il distingue les structures de chaussée suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB). Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance. [6]

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20^{ème} année T_i .
- Les caractéristiques du sol (S_i).

A. Détermination de la classe du trafic :

La classe de trafic est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau I.3.

Tableau I.3 : Classement du trafic suivant le catalogue [9] :

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T1	$T < 105 \times 7.3$
T2	$105 \times 7.3 < T < 106 \times 2$
T3	$106 \times 2 < T < 106 \times 7.3$
T4	$106 \times 7.3 < T < 107 \times 4$
T5	$T \geq 107 \times 4$

On commence par la détermination du trafic poids lourds cumulé sur 20 ans et définir à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la **Formule I.3** :

$$T_c = T_{PL} \times \left(1 + (1 + \tau)^{n+1} - \frac{1}{\tau} \right) \times 365 \quad \dots (I.3)$$

- T_{PL} : Trafic poids lourds à l'année de mise en service.
- n : Durée de vie
- τ : Taux de croissance du trafic.

B. Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur du CBR du sol support. Les différentes catégories de sol sont données par le tableau I.4.

Tableau I.4 : Classe de sols [9] :

Classe du sol	Indice CBR
S1	25 à 40
S2	10 à 25
S3	5 à 10
S4	<5

I.4 Les pathologies fréquentes des chaussées

Les pathologies des chaussées apparaissent sous l'action des charges de trafic, des conditions climatiques et du vieillissement des matériaux. Les dégradations routières peuvent être de différents ordres et sont la conséquence de problèmes d'origines diverses.

La dégradation est définie comme étant le délabrement qui résulte du manque de soin ou de l'action du temps, du trafic et variation de température.

L'évaluation des chaussées repose sur une série de mesures et d'observations visuelles qui permettent d'établir la condition de la structure, de diagnostiquer les causes des dégradations apparentes et de cibler les solutions les plus appropriées. Ces dégradations apparentes sont caractérisées par deux grandeurs importantes qui sont [1] [10] [11] [5] :

L'**étendue** qui permet de rendre compte de l'importance d'apparition du désordre, c'est la partie de la chaussée affectée par le défaut. Elle exprime la longueur endommagée par rapport à longueur total de la section du relevé pour les dégradations linéaires ou la surface endommagée par rapport à la surface totale, pour les dégradations bidimensionnelles.

La **gravité** pour signaler le degré de sévérité (**faible, moyen et majeur**) de la dégradation.

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

- **Faible** : il correspond au stade initial de la dégradation : les premiers indices apparaissent parfois de façon intermittente sur un segment de route et l'évaluateur doit être attentif pour y déceler les symptômes de détérioration. Ce niveau est souvent difficile à percevoir

pour un observateur se déplaçant en véhicule à une vitesse de l'ordre de 50 km/h. À la vitesse maximale permise, le confort au roulement n'est pas altéré ou l'est très peu

- **Moyen** : Ce niveau désigne une dégradation continue et facilement perceptible pour un observateur se déplaçant à une vitesse de l'ordre de 50 km/h. À la vitesse maximale permise, le confort au roulement est sensiblement diminué par la plupart des dégradations.
- **Majeur** : Ce niveau indique que la dégradation est accentuée et évidente, même pour un observateur se déplaçant à la vitesse maximale permise. Le confort au roulement est généralement diminué et, dans certains cas, la sécurité à la vitesse maximale permise peut-être compromise.

Les dégradations les plus couramment rencontrées se classent en deux grandes familles :
les dégradations structurelles et les dégradations superficielles.

Les premières apparaissent au sein de la structure de chaussée ou de son support et remettent en cause le patrimoine.

Les secondes prennent naissance dans la couche de surface de la chaussée et affectent d'abord ses qualités superficielles.

I.4.1. Les dégradations structurelles (Type A)

Elles caractérisent un état structurel de la chaussée, soit lié à l'ensemble des couches et du sol, soit seulement lié à la couche de surface. Ce sont des dégradations issues d'une insuffisance de capacité structurelle de la chaussée.

On y trouve essentiellement les **déformations** et les **fissurations** par fatigue.

I.4.2 Les dégradations non structurelles (Type B)

Encore appelées dégradations superficielles, elles engendrent des réparations qui généralement ne sont pas liées à la capacité structurelle de la chaussée.

Leur origine est soit un défaut de mise en œuvre, soit un défaut de qualité d'un produit, soit une condition locale particulière que le trafic peut accentuer. Dans les dégradations de type B, on distingue : Les **fissurations** (hors fatigue), les **arrachements** et les **mouvements de matériaux**

I.4.3 Processus de dégradation des chaussées souples

Les chaussées transmettent faiblement les contraintes engendrées par la circulation en ne les atténuant jusqu'à un niveau compatible avec la portance du sol. Dans ces conditions, la répétition de ces contraintes va entraîner une déformation plastique de l'assise granulaire et/ou

du sol et se traduit par des déformations permanentes en surface.

En période pluvieuse, on peut observer une élévation de la teneur en eau du support localisée sur les bords de chaussée. La faible rigidité de ces chaussées les rend sensibles à la réduction de portance due à l'élévation de la teneur en eau du support qui en résulte.

La couverture bitumineuse reposant sur un support peu rigide, est sollicitée à sa base par des efforts de traction-flexion. Leur répétition peut conduire à sa rupture.

Ainsi, le processus de dégradation de ces types de chaussées comportera donc :

- L'apparition de déformations permanentes (flaches, affaissements de rive et ornières) qui croissent en gravité et en étendue ;
- L'apparition d'une fissuration longitudinale dans les bandes de roulement, qui se ramifie, se dédouble et évolue vers un faïençage.

La fissuration favorise les infiltrations d'eau qui amplifient la réduction de portance du support en période pluvieuse, donc aggravent les déformations permanentes ; ces infiltrations d'eau accélèrent également l'évolution de la fissuration en provoquant l'épaufrure des bords de fissure, des arrachements puis des nids de poule.

En outre, quelle que soit la nature du revêtement (enduit superficiel ou tapis d'enrobés), cette dernière s'use sous le trafic et le temps.

Les efforts tangentiels engendrés par le trafic entraînent l'usure des couches de roulement hydrocarbonées par arrachement de gravillons ou du liant. Cette usure est aggravée par le vieillissement du liant sous l'effet du climat. Ce vieillissement fragilise le liant et le rend sujet à la rupture éventuellement sous le seul effet des variations de températures ; il peut se traduire par l'apparition d'une fissuration superficielle anarchique.

I.4.4 Les déformations

Les déformations sont des dépressions ou ondulations de la route qui prennent généralement naissance dans le corps de chaussée ou dans le sol support et qui se manifestent sur la couche de roulement. On les différencie suivant leur forme et leur localisation. Dans ce type de dégradations, on distingue : les **affaissements**, les **ornières** et plus rarement les tôles ondulées [12].

I.4.4.1 Les affaissements

Ce sont des dépressions très prononcées et souvent assez étendues, localisées soit à la partie comprise entre le bord et la bande de roulement de rive (Affaissements de rives) ou à gauche ou dans la bande de roulement de rive (Affaissements hors rives). Ces derniers prennent le nom de *flaches* lorsqu'ils présentent une forme circulaire.

I.4.4.1.1 Les Causes probables

- ❖ Manque de support latéral et instabilité du remblai.
- ❖ Présence de matériaux inadéquats ou mal compactés.
- ❖ Zone de déblai argileux ou secteurs marécageux.
- ❖ Affouillement ou assèchement du sol support (milieu urbain).
- ❖ Mauvais état des réseaux souterrains (milieu urbain).
- ❖ Présence d'eau consécutive à la perméabilité des couches supérieures.
- ❖ 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 (cas de l'affaissement de rive)
- ❖ Défaut de surfacage lors de la mise en oeuvre de la couche de roulement.
- ❖ Défaut de compactage de la couche de roulement ou de la couche de base ponctuellement insuffisant.
- ❖ Tassement des couches inférieures en un point sensible (présence de matériaux sans consistance...).
- ❖ Drainage et assainissement déficient.

A. Affaissement de rives :

Tassement de la chaussée en rive formant parfois une cuvette accompagnée **sur le bord de la chaussée** d'un bourrelet de matériaux.

B. Affaissement hors rive (Flaches) :

Une dépression localisée en creux de la surface de la chaussée, généralement de forme arrondie avec une longueur inférieure à 5 m.

I.4.4.1.2 Les niveaux de sévérité

Faible : 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 : Dénivellation dont la profondeur se situe 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 : 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 I.9 : affaissements (d'après AIMQ 2002)

I.4.4.1.3 Procédure de mesurage

La règle de 3 m simule le prolongement théorique du profil existant. Le H mesuré donne le niveau de sévérité.

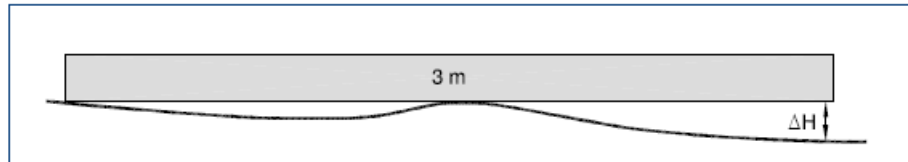


Figure I.10 : Affaissements Règle de 3 m

I.4.4.2 Soulèvement différentiel

Le soulèvement différentiel est défini par le gonflement localisé de la chaussée en période de gel, aussi bien parallèle que perpendiculaire à l'axe de la chaussée.

I.4.4.2.1 Causes probables :

- ❖ Infrastructure gélive, phénomène hivernal récurrent.
- ❖ Matériaux sensibles à l'humidité, phénomène permanent.
- ❖ Nappe phréatique élevée et présence d'eau aux abords de la chaussée.
- ❖ Hétérogénéité des matériaux ou transition inadéquate dans la chaussée.
- ❖ Conduites souterraines à faible profondeur (milieu urbain).

I.4.4.2 Niveaux de sévérité :

Faible : Dénivellation progressive dont la hauteur est inférieure à 50 mm. À la vitesse maximale permise, la sécurité n'est pas compromise et l'effet sur le confort au roulement est négligeable.

Moyen : Dénivellation progressive dont la hauteur se situe entre 50 et 100 mm. À la vitesse maximale permise, la sécurité est peu compromise et le confort au roulement est modérément diminué.

Majeur : Dénivellation progressive dont la hauteur est supérieure à 100 mm ou dénivellation brusque quelle que soit sa hauteur. À la vitesse maximale permise, la sécurité est compromise et le conducteur doit ralentir. Le confort au roulement est fortement diminué.

Etendue : % totale de la zone touchée par ce type de dégradation par rapport à la surface totale de la section du relevé.



Figure I.11 : soulèvement différentiel (d'après AIMQ 2002)

I.4.4.2.3 Procédure de mesurage :

Pour chaque segment successif de 20 m et dans chaque sentier de roue, on détermine d'abord la valeur du soulèvement de chacun des points à l'aide des élévations estivales et hivernales d'une série de points espacés d'un mètre. Par sentier de roue on retient ensuite l'écart maximal et l'écart minimal entre les élévations estivales et hivernales de chacun de ces points. Le soulèvement différentiel est égal à la différence entre l'écart maximal et l'écart minimal. La hauteur du soulèvement différentiel est exprimée en millimètres.

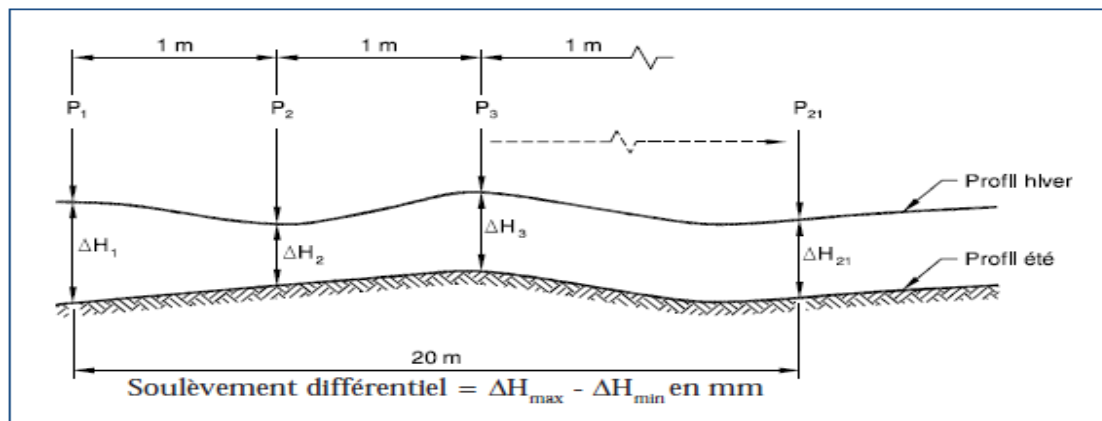


Figure I.12 : Soulèvements différentiels

I.4.4.3 Désordre du profil

Le désordre de profil est observé en cas des pentes et géométrie inappropriées favorisant l'accumulation des eaux de ruissellement en flaques sur la surface de la chaussée.

I.4.4.3.1 Causes probables :

- ❖ Points bas non drainés.
- ❖ Affaissement le long des bordures (milieu urbain).

I.4.4.3.2 Niveau de sévérité :

Faible : Accumulation d'eau sur une profondeur de moins de 20 mm.

Moyen : Accumulation d'eau sur une profondeur de 20 à 40 mm.

Majeur : Accumulation d'eau sur une profondeur de plus de 40 mm.

Etendue : % de la surface totale touchée par ce type de dégradation par rapport à la surface totale de la section du relevé.



Figure I.13 : Désordre du profil (d'après AIMQ 2002)

I.4.4.4 Ornière

C'est une dépression localisée apparaissant sous le passage des véhicules et pouvant affecter, soit la couche de roulement, soit le corps de chaussée et pouvant s'étendre sur d'assez grandes longueurs. Dans certaines conditions, une ornière profonde est dangereuse, la circulation y devenant risquée. Le phénomène est aussi fonction de la vitesse des véhicules, des types de pneus, de l'usure des pneus, de la pente transversale de la chaussée...

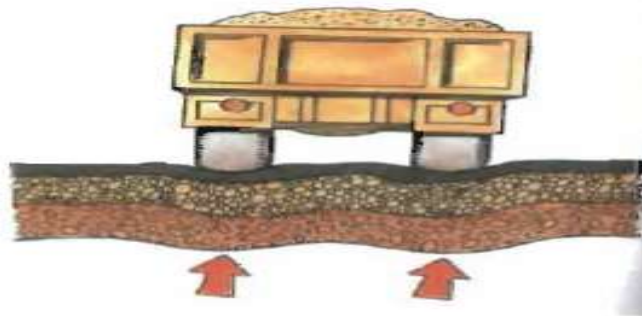


Figure I.14 : Schématisation d'une ornière [12]

Ornière à faible rayon :

L'orniérage à petit rayon est en général dû à une mauvaise stabilité d'un enrobé mou dans les fortes pentes ou rampes ou dans les zones de freinage. Si rien n'est fait, cette déformation peut évoluer vers une augmentation de sa profondeur.

Ce type de déformation nécessite une surveillance et un reprofilage si une évolution de la profondeur est constatée.



Figure I.15 : Ornières à petits rayons (d'après AIMQ 2002)

Ornière à grand rayon :

L'orniérage à grand rayon est en général dû à la fatigue de la chaussée par tassement des couches inférieures due à un défaut de portance du sol. Si rien n'est fait, cette déformation peut évoluer vers un faïençage dans les ornières et l'apparition de bourrelets en rive de l'ornière.

Ce type de déformation nécessite un fraisage des bourrelets et un reprofilage au droit de l'ornière avec des matériaux bitumineux.

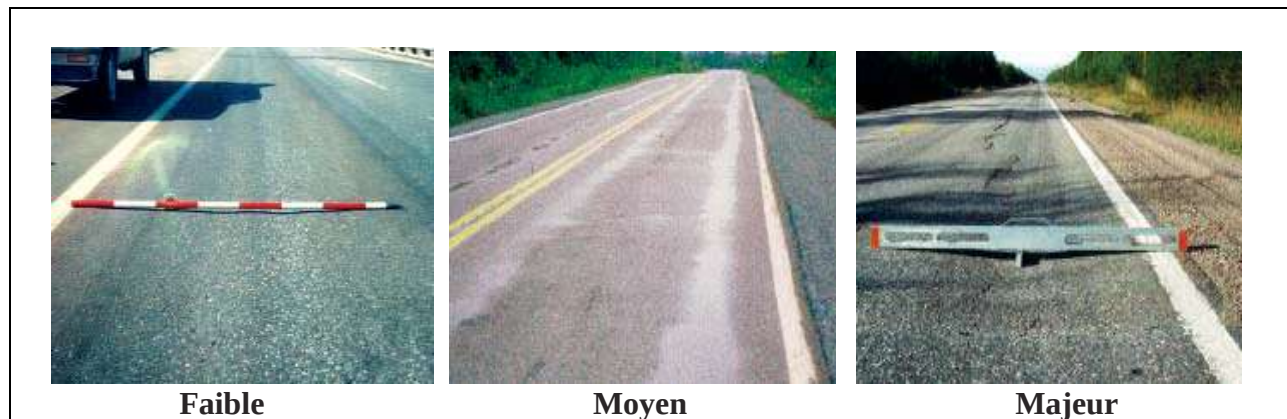


Figure I.16 : Ornières à grands rayons (d'après AIMQ 2002)

I.4.4.4.1 Causes probables des ornières

Pour les ornières à faible rayon les causes peuvent être :

- ❖ Enrobé à stabilité réduite par temps chaud (ex. : bitume trop mou ou surdosage).
- ❖ Enrobé trop faible pour bien résister au trafic lourd (ex. : fluage).
- ❖ Compactage insuffisant de l'enrobé lors de la mise en place (post compactage).
- ❖ Usure de l'enrobé en surface (abrasion).

Et pour les ornières à grand rayon les causes peuvent être :

- ❖ Vieillissement (accumulation des déformations permanentes).
- ❖ Compactage insuffisant dans les couches de granulaire à la construction.
- ❖ Capacité structurale insuffisante de la chaussée.
- ❖ Mauvais drainage des matériaux granulaires de la chaussée (ex. : période de dégel).
- ❖ Usure (milieu urbain ou secteur avec circulation peu canalisée).

I.4.4.4.2 Niveau de sévérité

Faible : Profondeur de l'ornièrre inférieure à 10 mm.

Moyen : Profondeur de l'ornièrre de 10 à 20 mm.

Majeur : Profondeur de l'ornièrre supérieure à 20 mm.

Etendue : représente le % de la longueur totale des zones atteintes par rapport à la longueur totale de la section du relevé.

I.4.4.4.3 Procédure de mesurage

Chaque mesure d'orniérage correspond à la hauteur maximale en millimètres mesurée entre une règle de 1,8 m et la surface du revêtement. Pour les relevés en mode réseau, ces mesures se font généralement à l'aide d'outils à grand rendement et sont équivalentes aux mesures manuelles avec une règle de 1,8 m. Les mesures ponctuelles sont prises par exemple à tous les 10 m dans chaque piste de roue.

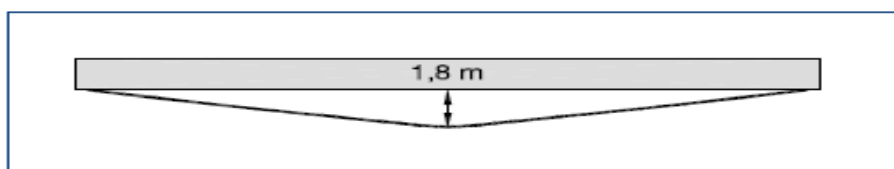


Figure I.17 : Ornières à grands rayons Règle de 1,8 m

I.4.5 Les fissurations

Les fissures sont considérées comme un des plus grands modes de dégradation des chaussées. Une fissure est une ligne de rupture apparaissant à la surface de la chaussée, aussi elle est définie comme une dégradation qui consiste en de petite fente, dont l'importance est caractérisée par :

- ✓ Surface couverte (m^2).
- ✓ La longueur, la largeur, et la profondeur.
- ✓ La forme.
- ✓ L'espacement entre elles.

I.4.5.1 Fissures transversales

Ce sont des fissures sensiblement perpendiculaires à l'axe de la chaussée, isolées ou périodiques, d'espacement variable (de 5 à 20 m), intéressant tout ou une partie de la largeur de la chaussée. On distingue les fissures de retrait, les fissures de joints et les fissures de fatigue.

I.4.5.1.1 Causes probables

- ❖ Un défaut de mise en oeuvre de la couche de roulement (arrêt et reprise des travaux de pose d'enrobé).
- ❖ Le vieillissement du liant ou une sensibilité du bitume aux variations thermiques.
- ❖ La fatigue avancée de la chaussée due à la répétition des efforts ou un sous dimensionnement d'une ou de plusieurs couches.
- ❖ La diminution de portance du sol support.
- ❖ L'infiltration d'eau dans le sol.

I.4.5.1.2 Niveau de sévérité

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.

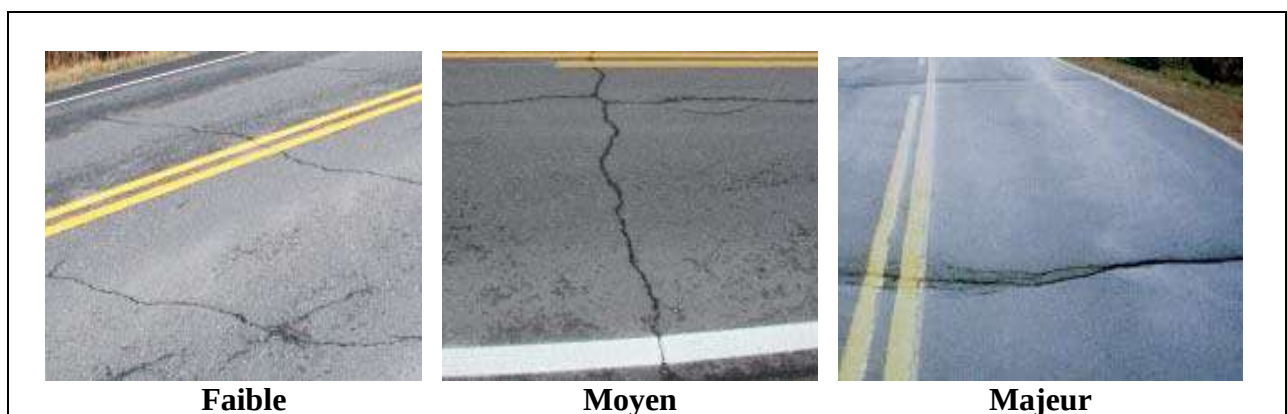


Figure I.18 : Fissures transversales (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.2 Fissures longitudinales

Elles sont des fissures caractérisées par une ligne de rupture apparaissant à la surface de la chaussée sensiblement parallèle à l'axe de la route, situé dans les pistes des roues. Dans cette famille de fissures nous pouvons citer les fissures longitudinales de joint et les fissures longitudinales de fatigue. Les fissures longitudinales de fatigue sont les plus souvent uniques et discontinuent à l'origine, puis elles évoluent vers des fissures continues avec quelques fois des ramifications avant de se multiplier dans les passages des roues jusqu'à devenir très serrées.

I.4.5.2.1 Causes probables

- ❖ Mauvaise construction du joint longitudinal entre deux bandes d'enrobés.
- ❖ Mouvement différentiel dans le cas d'élargissement de la chaussée.
- ❖ Fatigue de la chaussée due à une structure insuffisante vis-à-vis du trafic ou une portance du sol support insuffisante.
- ❖ Les caractéristiques du sol : tassement, retrait du sol argileux à la suite d'une longue période de sécheresse.

I.4.5.2.2 Niveau de sévérité

Faible : Ce niveau faible est défini par fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 5 mm. Les bords sont en général francs et bien définis.

Moyen : Le niveau moyen se caractérise par 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 : On parle de niveau majeur quand on est en présence des 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. On note la présence de fissures en carrelage. Le confort au roulement est diminué par les déformations de surface.

Etendue : c'est le pourcentage de la longueur affectée par rapport à la longueur de section du relevé.



Figure I.19 : Fissures longitudinales en piste de roues (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.3 Fissures longitudinales (hors-piste de roues)

Elles sont définies par la rupture du revêtement relativement parallèle à la direction de la route, en dehors des pistes de roue.

I.4.5.3.1 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.

I.4.5.3.2 Niveau de sévérité :

Faible : Il se définit par des fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 5 mm. Les bords sont en général francs et bien définis.

Moyen : Ce niveau moyen fait état des 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.

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.

Etendue : c'est le pourcentage de la longueur affectée par rapport à la longueur de section du relevé.



Figure I.20 : Fissures longitudinales hors-piste de roues (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.4 Fissures de gel

Rupture du revêtement générant une fissure active sous l'effet du gel, soit rectiligne et localisée au centre de la voie ou de la chaussée, soit d'apparence lézardée sans localisation précise sur la chaussée.

I.4.5.4.1 Causes probables :

- ❖ Infrastructure gélive et soulèvements différentiels.
- ❖ Comportement gélif différentiel (ex. : transition aux coupes de roc).
- ❖ Remblai instable.
- ❖ Drainage inadéquat.

I.4.5.4.2 Niveau de sévérité :

Faible : Fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 10mm. Les bords sont en général francs et bien définis. Les fissures avec scellement en place en bonne condition sont incluses dans ce niveau de sévérité ou elles peuvent aussi être comptabilisées à part selon l'usage qui sera fait de l'information.

Moyen : Fissures simples ou fissures multiples le long d'une fissure principale, celle-ci étant ouverte de 10 à 25 mm. Les bords sont parfois érodés et un peu affaissés. Sans être inconfortable, la fissure est perceptible par l'utilisateur.

Majeur : Fissures généralement simples ou fissures multiples le long d'une fissure principale, celle-ci étant ouverte de plus de 25 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 : pourcentage de la longueur affectée par rapport à la longueur de section du relevé



Figure I.21 : Fissures de gel (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.5 Fissures en carrelage

Rupture du revêtement sur des superficies plus ou moins étendues, formant un patron de fissuration à petites mailles polygonales dont la dimension moyenne est de l'ordre de 300 mm ou moins.

I.4.5.5.1 Causes probables :

- ❖ Fatigue (ex. : épaisseur de revêtement insuffisante).
- ❖ Vieillissement de la chaussée (oxydation et fragilisation du bitume dans l'enrobé).
- ❖ Capacité portante insuffisante.

I.4.5.5.2 Niveau de sévérité

Faible : Maillage composé de fissures simples aux bords francs.

Moyen : Maillage composé de fissures simples aux bords faiblement détériorés.

Majeur : Maillage composé de fissures simples aux bords détériorés.

Etendue : elle est définie par le pourcentage de la somme des surfaces des zones endommagées par rapport à la surface totale de la section du relevé



Figure I.22 : Fissures en carrelage (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.6 Fissures en rive :

Rupture en ligne droite ou en arc de cercle, le long de l'accotement ou de la bordure, ou décollement du revêtement le long de la bordure.

I.4.5.6.1 Causes probables :

- ❖ Manque de support latéral (ex. : accotement étroit et pente de talus abrupte).
- ❖ Discontinuité dans la structure (ex. : élargissement).
- ❖ Apport latéral d'eau de ruissellement dans la structure de la chaussée (milieu urbain).
- ❖ Assèchement du sol support (milieu urbain).

I.4.5.6.2 Niveau de sévérité :

Faible : Fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 5 mm. Les bords sont en général francs et bien définis. Les fissures avec scellement en place en bonne condition sont incluses dans ce niveau de sévérité ou elles peuvent aussi être comptabilisées à part selon l'usage qui sera fait de l'information.

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.

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.

Etendue : pourcentage de la longueur totale touchée par la dégradation par rapport à la longueur totale de la section du relevé.



Figure I.23 : Fissures en rive (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.7 Faïençage

C'est une fissuration à mailles plus ou moins fines se produisant dans les couches de surface. Les mailles ayant la forme de polygones ou de rectangle dont la plus grande maille inférieure à 3 m. Le faïençage est une traduction d'un phénomène de fatigue intense de la chaussée, notamment des couches supérieures en matériaux bitumineux, ou à un manque d'imperméabilité de la couche de surface ou des remontées d'eau dans le corps de la chaussée.

I.4.5.7.1 Causes probables

- ❖ Couche de roulement rigide sur une couche de base très déformable.
- ❖ Mauvais accrochage de la couche de surface à la couche de base.
- ❖ Vieillissement et fatigue de la chaussée.
- ❖ Effets thermiques dans la couche de roulement.
- ❖ Durcissement et retrait de l'enrobé.

I.4.5.7.2 Niveau de sévérité

Le niveau de sévérité du faïençage 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.

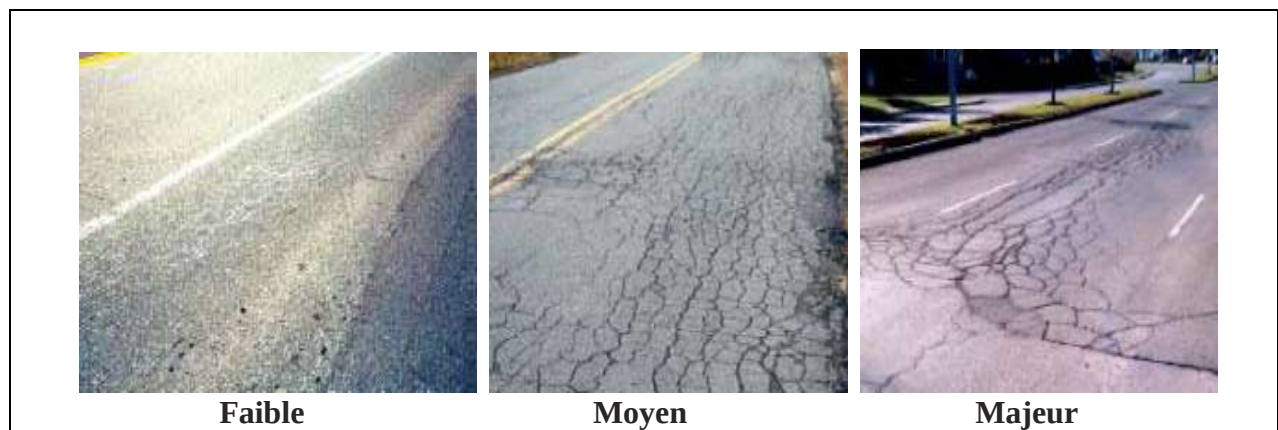


Figure I.24 : Faïençage (d'après AIMQ 2002)

I.4.5.7.3 Procédures de mesure :

Une des difficultés dans l'évaluation de la fissuration est de bien définir l'ouverture et la sévérité de chaque fissure. Idéalement, dans un relevé détaillé, on doit enregistrer le type, la position, la longueur ainsi que la sévérité de chaque fissure.

Les croquis qui suivent visent à uniformiser la compréhension de la mesure d'ouverture des fissures et de leur niveau de sévérité.

L'ouverture d'une fissure franche est simple à évaluer en un point donné.

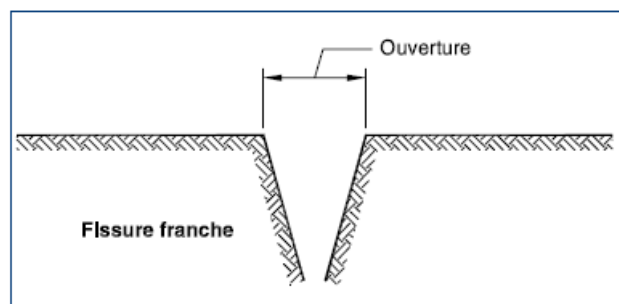


Figure I.25 : Fissure franche

L'évaluation de l'ouverture d'une fissure aux bordures érodées doit prendre en compte l'érosion et l'affaissement local pour en arriver à une valeur représentative.

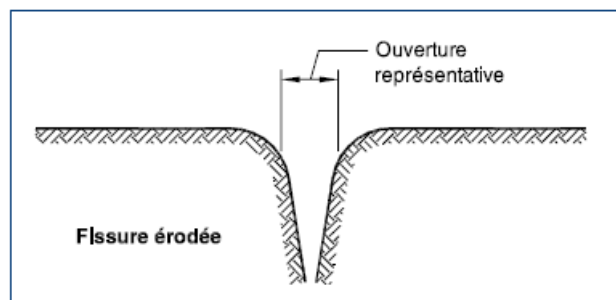


Figure I.26 : Fissure érodée

Dans le cas de fissures multiples comprenant une fissure principale et des fissures secondaires, la sévérité de la fissuration détectée est égale à la sévérité de la fissure principale.

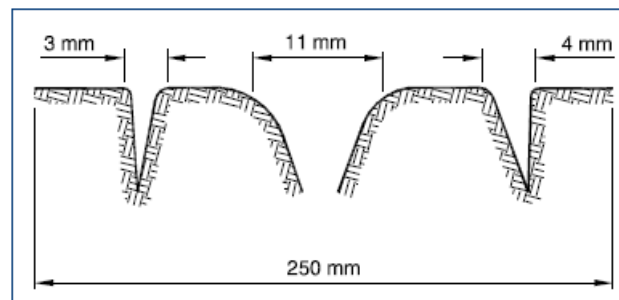


Figure I.27 : Fissures multiples

I.4.6 Les arrachements

Ce sont des phénomènes de rupture d'adhésion entre éléments ou parties de la route suivies 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 : le désenrobage, le plumage, le peignage, la pelade, l'indentation et le glaçage, les nids de poule, les dentelles de rives et les réparations.

I.4.6.1 Désenrobage

Le désenrobage est l'érosion et perte des gros granulats en surface produisant une détérioration progressive du revêtement.

I.4.6.1.1 Causes probables :

- ❖ Usure par trafic intense.
- ❖ Sous-dosage du bitume ou mauvais enrobage.
- ❖ Utilisation d'agrégats hydrophiles ou bitumophobes.
- ❖ Compactage insuffisant.
- ❖ Surchauffe ou vieillissement de l'enrobé (oxydation et fragilisation).
- ❖ Sollicitations accrues en zone de virage et de freinage (milieu urbain).

I.4.6.1.2 Niveau de sévérité :

Faible : Perte tout juste observable du mastic ou des gros granulats, principalement dans les pistes de roues.

Moyen : Perte facilement observable du mastic laissant les gros granulats très apparents ou perte des gros granulats laissant un patron régulier de petites cavités généralisées à toute la surface.

Majeur : Surface entièrement érodée et dégradation accentuée dans les pistes de roues (début d'orniérage par usure).

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



Figure I.28 : Désenrobage (d'après AIMQ 2002)

I.4.6.2 Pelade

Il s'agit d'un décollement du revêtement par plaques plus ou moins grandes.

I.4.6.2.1 Causes probables :

- ❖ Mauvaise adhérence de la couche de surface (ex. : manque de liant d'accrochage, incompatibilité chimique, saleté entre les couches).
- ❖ Épaisseur insuffisante de la couche de surface.
- ❖ Chaussée fortement sollicitée par le trafic.

I.4.6.2.2 Niveau de sévérité

Faible : Pelade dont la surface d'arrachement est inférieure à 0,5 m carré.

Moyen : Pelade dont la surface d'arrachement est de 0,5 à 1,0 m carré.

Majeur : Pelade dont la surface d'arrachement est supérieure à 1,0 m carré.

Etendue : le pourcentage de la surface affectée par rapport à la surface de la section du relevé.

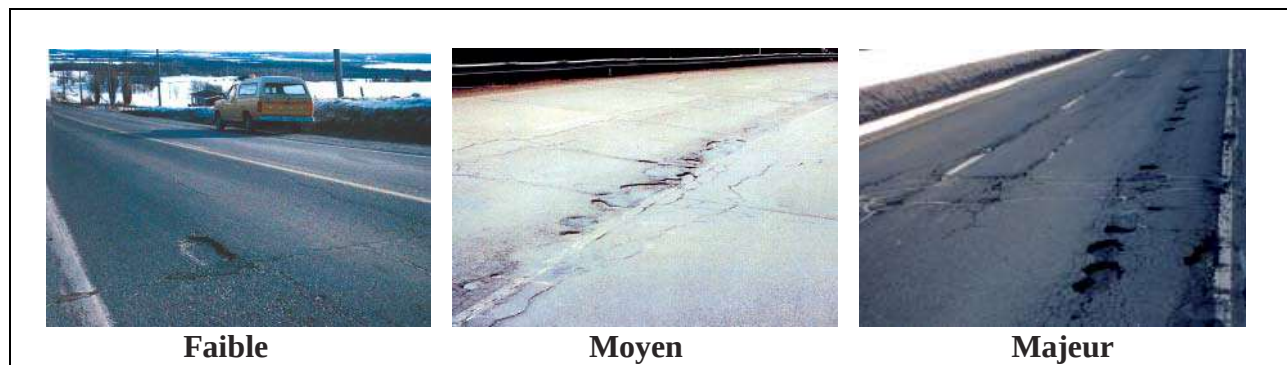


Figure I.29 : Pelade (d'après AIMQ 2002)

I.4.6.3 Nid de poule

Ce sont des désagrégrations localisées du revêtement sur toute son épaisseur formant des trous de forme généralement arrondie, au contour bien défini, de tailles et de profondeurs variables. Ils représentent le stade final d'un faïençage, d'une flache, d'un plumage ou d'une pelade. Plus qu'une gêne, ils constituent souvent en fait un danger sérieux pour la circulation et présentent un réel inconvénient pour l'assainissement. Us sont présentés comme étant l'une des dégradations les plus fréquentes en Algérie.

I.4.6.3.1 Causes probables :

- ❖ Mauvais drainage ou drainage inexistant.
- ❖ Faiblesse ponctuelle de la fondation.
- ❖ Épaisseur insuffisante du revêtement.
- ❖ Chaussée fortement sollicitée par le trafic lourd.

I.4.6.3.2 Niveau de sévérité

Faible : Nid-de-poule de diamètre de moins de 200 mm.

Moyen : Nid-de-poule de diamètre de 200 à 300 mm.

Majeur : Nid-de-poule de diamètre de plus de 300 mm.

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



Figure I.30 : Nid de poule (d'après AIMQ 2002)

I.4.6.4 Ressuage

Ce phénomène est caractérisé par la remontée du liant à la surface de la chaussée, recouvrant particulièrement ou totalement les granulats et donnant un aspect noir brillant.

Lorsqu'il est très prononcé, il peut se former des plaques glissantes très dangereuses pour la circulation.

I.4.6.4.1 Causes possibles :

- ❖ Surdosage en liant.
- ❖ Bitume trop mou (liant mal adapté).
- ❖ Sur-compactage.
- ❖ Effet combiné de la température élevée du revêtement et des sollicitations du trafic.

I.4.6.4.2 Niveau de sévérité

Faible : Le ressuage est surtout détectable dans les pistes de roues par l'apparition d'une bande de revêtement plus foncée et lorsque moins de 25 % de la surface de la chaussée est affectée. On distingue encore bien les gros granulats.

Moyen : Les pistes de roues sont bien délimitées par la couleur noire du bitume et moins de 50 % de la surface de la chaussée est affectée. Les gros granulats sont difficilement visibles.

Majeur : 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 I.31 : Ressuage (d'après AIMQ 2002)

I.4.7 Les Fissuration autour des regards et des puisards :

Rupture du revêtement suivant un tracé circulaire et/ou radial

I.4.7.1 Causes probables :

- ❖ Consolidation ou tassement de la chaussée.
- ❖ Cycles de gel et de dégel.
- ❖ Désagrégation de la cheminée par la saumure.
- ❖ Impacts dynamiques.
- ❖ Perte de matériaux autour de la structure.

I.4.7.2 Niveau de sévérité

Faible : Fissures simples et intermittentes dont les ouvertures sont inférieures à 5 mm. Les bords sont en général francs et bien définis. Les fissures avec scellement en place en bonne condition sont incluses dans ce niveau de sévérité ou elles peuvent aussi être comptabilisées à part selon l'usage qui sera fait de l'information.

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 : nombre totale de regards ou de puisards par section du relevé et par niveau de sévérité.



Figure I.32 : Fissuration autour des regards et des puisards (d'après AIMQ 2002)

I.4.8 Coupe et tranchée :

Fissuration ou affaissement dans la tranchée ou dans son voisinage.

I.4.8.1 Causes probables

- ❖ Compactage insuffisant des matériaux de remblayage de la tranchée.
- ❖ Hétérogénéité des matériaux (tranchées/chaussées existantes).
- ❖ Relâchement des contraintes (perte de support latéral dans la tranchée).
- ❖ Remblayage incomplet sous les bords du revêtement.
- ❖ Manque d'étanchéité du joint de coupe.

I.4.8.2 Niveau de sévérité

Faible : Dénivellation inférieure à 20 mm et/ou fissure simple dont l'ouverture est inférieure à 5 mm et dont les bords sont en général francs et bien définis. Coupes ou tranchées en bonne condition.

Moyen : Dénivellation de 20 à 40 mm et/ou fissure simple 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.

Majeur : Dénivellation de plus de 40 mm et/ou fissure simple ou fissures multiples le long d'une fissure principale, celle-ci étant ouverte de plus de 20 mm.

Les bords sont souvent érodés.

Etendue : superficie touchée sur la section du relevé.

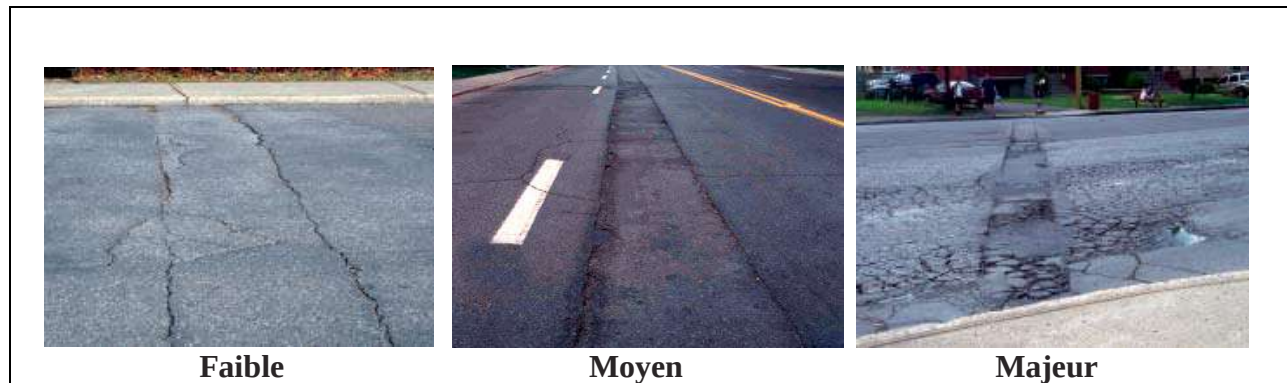


Figure I.33 : Coupe et tranchée (d'après AIMQ 2002)

I.4.8.3 Procédure de mesurage

Perpendiculairement à la tranchée ou à la coupe, on mesure la hauteur entre la règle de 3 m et le point le plus bas de l'affaissement (ligne théorique du profil moyen adjacent).

I.4.9 Dénivellation des regards et des puisards :

Inégalité entre la surface du revêtement et le dessus d'un puisard ou d'un regard.

I.4.9.1 Causes probables

- ❖ Consolidation ou tassement de la chaussée.
- ❖ Cycles de gel et de dégel engendrant des déformations permanentes.
- ❖ Désagrégation de la cheminée en présence de saumure.
- ❖ Impacts dynamiques cumulant des déformations permanentes.
- ❖ Perte de matériaux autour de la structure.

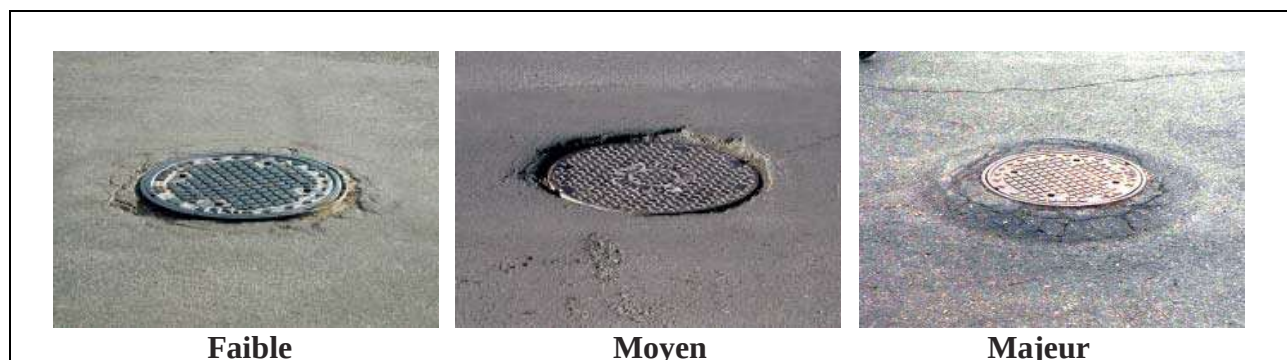


Figure I.34 : Dénivellation des regards et des puisards (d'après AIMQ 2002)

I.4.9.3 Procédure de mesurage

À au moins 4 points également répartis autour du regard ou du puisard, on mesure la hauteur maximale sous la règle ou la hauteur maximale sur un des côtés du regard.

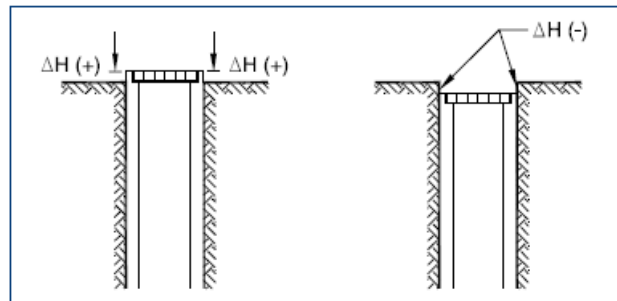


Figure I.35 : Dénivellations des regards et des puisards

I.5 Conclusion

Les chaussées constituent la structure de support de base du transport routier. Chaque couche de chaussée a une multitude de fonctions à remplir qui doivent être dûment prises en compte lors du processus de conception. En effet la chaussée subit au cours de sa vie divers types de sollicitation, le trafic des véhicules, les variations thermiques et les conditions climatiques. Toutes ces sollicitations représentent les principales causes de dégradation d'une route, ces dernières participent à la dégradation de la couche de roulement, ce qui conduit à moins de confort et moins de sécurité pour les usagers.

D'une manière générale notre synthèse bibliographique est utile pour établir un diagnostic pathologique de chaussée dans lequel, le relevé des dégradations de surface est un élément de base de l'appréciation de l'état des chaussées pour définir les opérations de remise en état, il peut quelquefois suffire à lui seul. Sinon l'information est à compléter par des résultats d'essais permettant de quantifier les caractéristiques mécaniques de la structure et les caractéristiques de surface.

Dans ce chapitre on s'intéresse particulièrement aux dégradations observées dans les chaussées souples. Celles-ci peuvent être répertoriées en quatre principales familles.

Chapitre II

Entretien préventif et remèdes des pathologies routières

II.1 Introduction

Qu'il s'agisse d'usure naturelle ou de pathologies résultant d'un affaissement, d'un affaiblissement, de fissures, si elles ne sont pas traitées à temps, les dégradations des chaussées peuvent entraîner de lourds travaux jusqu'à une réfection complète de la chaussée.

Dans ce présent chapitre nous étudions la relation entre l'eau et la chaussée, l'intérêt de l'étude géotechnique, les mesures de prévention et d'entretien ainsi que certaines techniques de réparations de pathologies courantes.

II.2 Prévention contre l'eau

L'eau est l'une des principales causes des dégradations des chaussées voire le premier «ennemie» de la chaussée. C'est pourquoi toutes les dispositions doivent être prises afin de minimiser le plus possible son infiltration.

Pour ce faire :

- ❖ On évite par exemple d'implanter une chaussée au niveau du sol si les écoulements sont difficiles et le terrain humide ou proche d'une nappe.
- ❖ Imperméabiliser la surface de la chaussée : les chaussées souples comportent à leur surface, soit un enduit superficiel, soit une couche de surface plus ou moins épaisses en enrobés. L'enduit superficiel utilisé sur des chaussées les moins circulées, s'il repose sur des matériaux peu déformables et s'il est assez fréquemment renouvelé (au moins tous les sept ans), est en générale imperméable. Mais le vieillissement de liant, le décrochage de certains gravillons le rendent cependant peu à peu poreux, d'où la nécessité d'un renouvellement. Pour des chaussées plus circulées on utilise souvent en technique de couche de surface des enrobés à chaud. Ces matériaux sont considérés comme étanches quand la teneur en vide ne dépasse pas 5 à 6% soit une compacité de l'ordre de 95%.
- ❖ Imperméabiliser les accotements : la pente transversale de l'accotement est en générale de 4% pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales [13].

II.2.1 Assainissement routier

Les termes « drainage » et « assainissement » sont utilisés pour traiter indifféremment de l'évacuation des eaux de ruissellement ou de l'élimination des eaux internes. Pour éviter toute confusion dans la finalité et la conception des dispositifs, les fonctions spécifiques des systèmes

de drainage interne des chaussées sont clairement différenciées de celles de l'assainissement de surface.

Le drainage routier correspond à la collecte et à l'évacuation des eaux présentes dans le sol support et dans les chaussées. Il constitue l'un des trois volets du domaine de l'assainissement routier avec la collecte et l'évacuation des eaux de surface (assainissement superficiel) et le rétablissement des écoulements naturels.

Le drainage participe de façon essentielle au bon comportement mécanique de la chaussée et contribue ainsi largement à la pérennité des ouvrages routiers.

Les eaux internes à drainer proviennent :

- Des infiltrations au travers de la chaussée, vers les interfaces couches de chaussée et chaussée/sol support ;
- Des infiltrations depuis les accotements, vers les interfaces couches de chaussée et chaussée/sol support, alimentées par la plate-forme ;
- Des venues d'eau issues de l'environnement latéral, vers les interfaces chaussée/sol support et le sol support, et qui ont pour origines les bassins versants, les déblais et les émergences de nappe phréatique.
- Même si les réseaux de drainage et d'assainissement rejoignent souvent des exutoires communs, il est indispensable de les différencier car ils remplissent des fonctions distinctes : en particulier, le réseau de drainage qui véhicule une eau dite « propre » (non souillée) ne doit en aucun cas être perturbé par les eaux de ruissellement, souvent polluées (boues, huiles, végétation, etc.) et de débit plus conséquent (pour éviter une mise en charge).

Il existe deux types de drainage des chaussées :

Le drainage vertical et le drainage horizontal. Le premier consiste en l'installation, en bordure de chaussée, d'un dispositif drainant. Le deuxième consiste en l'installation d'un dispositif drainant sur l'ensemble de la surface de l'infrastructure. Ce dernier est généralement constitué d'une géo synthétique ou autres matériaux drainants

Ces deux méthodes sont normalement employées pour l'amélioration du drainage de la fondation et donc pour la réduction de l'affaiblissement de la capacité structurale de la fondation et de la portance de l'infrastructure. Il est important d'analyser de façon globale la problématique de drainage avant de spécifier la technique de drainage applicable. Cette étape est essentielle afin

que le système de drainage soit fonctionnel et bénéfique au comportement de la chaussée. On doit prendre les précautions applicables pour éviter d'endommager le système de drainage lors d'excavations ultérieures dans la chaussée [14].

II.2.1.1 Drainage vertical :

- Excavation de la tranchée ;
- Pose du dispositif drainant dans la tranchée ou sur les parois de l'excavation ;
- Raccordement du dispositif drainant au système d'évacuation d'eau ;
- Mise en place et compactage des matériaux de remblayage de la tranchée ou de reconstruction de la chaussée [14].

II.2.1.2 Drainage horizontal

- Excavation des fondations de la chaussée ;
- Nivelage, compactage et travaux connexes à la préparation de la surface exposée ;
- Pose de la couche drainante ;
- Raccordement de la couche drainante au système d'évacuation d'eau ;

Mise en place et compactage des matériaux de reconstruction de la structure de la chaussée [14].

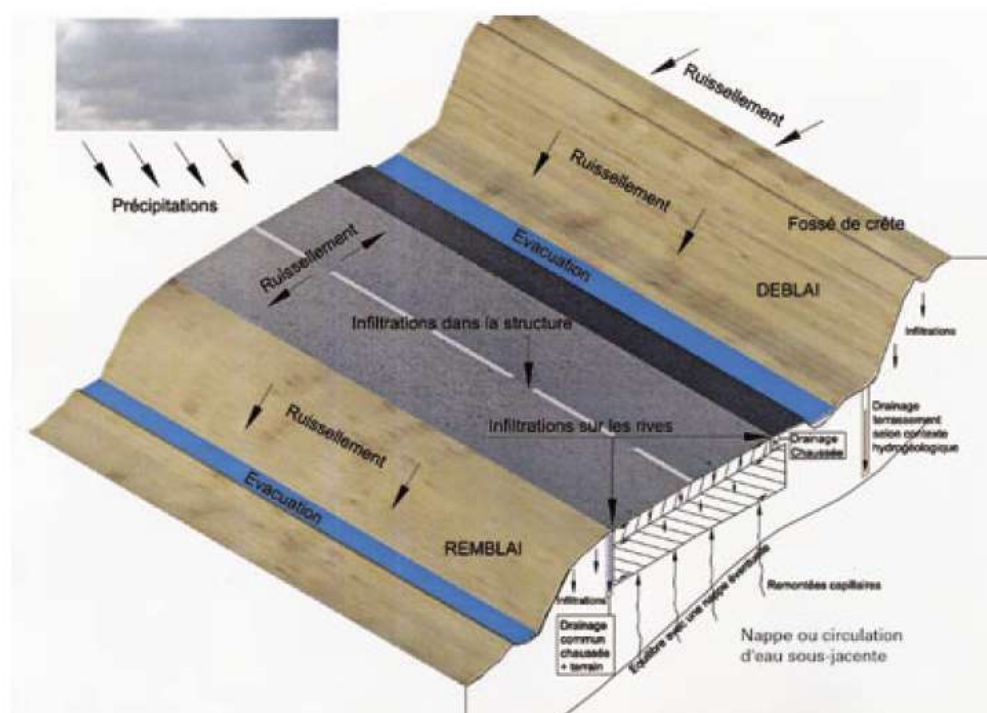


Figure II.1 : Distinction entre les fonctions de drainage et d'assainissement routier [14]

II.3 Etude géotechnique

L'étude géotechnique se rapporte aux sols et aux eaux souterraines en tant qu'éléments intervenant dans la stabilité et le bon comportement des constructions provisoires ou définitives. Elle est destinée à fournir au maître d'oeuvre les données relatives au comportement du sol qui lui sont nécessaires pour la conception et la construction des ouvrages et celles relatives à leur incidence sur l'environnement [15].

II.3.1 Le compactage

Le compactage est l'ensemble des procédés mécaniques (charge, vibration, chocs), qui mènent à la diminution du volume et l'amélioration la densité d'un sol. La texture du sol est ainsi resserrée ce qui élève la compacité du sol, améliore sa capacité portante et limite les déformations et tassements. Les ouvrages couramment concernés par le compactage sont les plates-formes et remblais routiers, les digues des barrages en terre et les pistes d'atterrissage.

Si un compactage est mal exécuté ou impropre, des affaissements ou autres défauts sont à craindre, avec pour conséquence des travaux de rénovation et/ou d'entretien très importants [16].

II.3.1.1 Objectifs du compactage

L'Objectifs du compactage consiste à assurer la compacité exigée des chaussées par les normes, standards, et cahiers des prescriptions spéciales (CPS) durant la réalisation des travaux. Cette qualité consiste essentiellement dans la résistance à l'orniérage et la faible déformabilité, pour chaque couche élémentaire de la plate-forme, pour assurer une bonne traficabilité des véhicules roulants. Elle consiste également à supprimer les tassements différés soit sous l'effet du poids propre du matériau considéré, soit sous l'effet de charges roulantes répétées. A diminuer la perméabilité de la couche traitée afin de s'opposer à l'intrusion d'eau de pluie dans les couches sous-jacentes. Et en l'amélioration des caractéristiques mécaniques qui en résultent généralement : portance et module de déformation, résistance à la compression et au poinçonnement etc. Cet intérêt du compactage doit être connu et bien estimé. Durant la phase d'exploitation de la route, afin d'assurer une qualité de service satisfaisante sans entretien prohibitif. Les qualités recherchées sont alors multiples et dépendent de la nature de l'ouvrage, des techniques utilisées du trafic et des conditions météorologiques. Pour les remblais, le tassement doit rester faible dans son ensemble, et surtout ne pas se manifester de façon différentielle. Le compactage, au voisinage des ouvrages d'art devra donc être particulièrement soigné et devra être le plus homogène possible pour une couche de remblai donnée. Les ouvrages

se classent donc dans l'ordre des degrés de liberté décroissants, en matière d'emprunts, ce qui, rejaillit sur les techniques de traitement [16].

II.3.1.2 Facteurs qui influencent le compactage :

➤ Teneur en eau :

Lorsque le sol est très sec le compactage devient difficile, d'où la nécessité d'arrosage, si le sol a une bonne teneur en eau, il ya facilité de compactage. Par contre si le sol est trop humide, il ya difficulté de compactage. Il faut donc l'assécher par aération.

➤ Nombre de passes du compacteur :

La masse volumique du sol augmente avec une augmentation du nombre de passes, et atteint un maximum. Un trop grand nombre de passes peut avoir pour effet de briser les particules, donc de produire des fines susceptibles d'augmenter la capillarité des matériaux.

Ceci a également pour effet de faire augmenter les coûts du compactage.

➤ Vitesse du compacteur :

Avec les compacteurs vibrants pour un nombre de passes données, la masse volumique sera plus grande avec une faible vitesse. Par contre, si cette vitesse est trop faible, ceci a pour effet de faire augmenter les coûts du compactage.

➤ L'épaisseur de la couche compactée :

Etant donné que la masse volumique dans une couche compactée de grande épaisseur décroît normalement du haut vers le bas, elle doit être plus élevée en surface qu'à la base. En réduisant l'épaisseur des couches, le surplus de compactage dans la partie supérieure peut être évité ; cette différence est plus appréciable dans les sols cohérents que granulaires [17].

II.3.2 Essai Proctor

L'essai Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximale.

L'essai consiste à compacter dans un moule normalisé, à l'aide d'une dame normalisée, selon un processus bien défini, l'échantillon de sol à étudier et à mesurer sa teneur en eau et son poids spécifique sec après compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à différentes teneurs en eau.

On définit ainsi plusieurs points d'une courbe ($\gamma_d / \gamma_w ; \omega$).

On trace cette courbe qui représente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau optimale et l'ordonnée la densité sèche optimale.

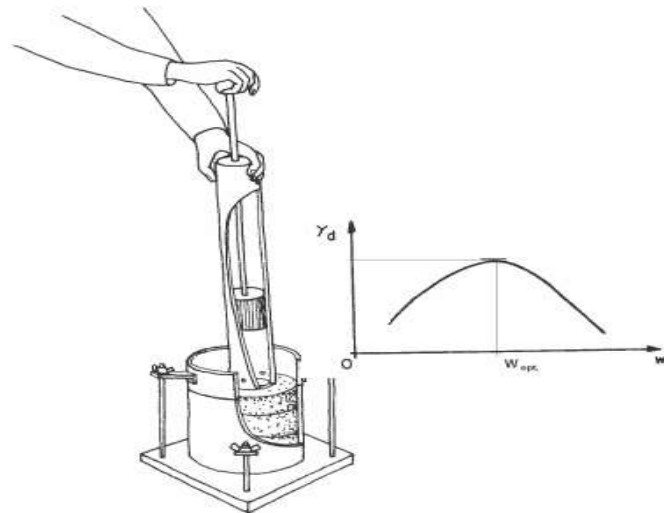


Figure II.2 : Essai Proctor

On utilise pour ces essais deux types de moules de dimensions différentes :

- Le moule Proctor ($\Phi_{\text{moule}} = 101,6 \text{ mm}$ / $H_{\text{de sol}} = 117 \text{ mm}$) lorsque le matériau est suffisamment fin (pas d'éléments supérieurs 5mm),
- Le moule CBR (California Bearing Ratio) pour des matériaux de dimensions supérieures à 5mm et inférieures à 20mm ($\Phi_{\text{moule}} = 152 \text{ mm}$ / $H_{\text{de sol}} = 152 \text{ mm}$).

Avec chacun de ces moules, on peut effectuer (énergie normalisée de compactage choisie) respectueusement l'essai Proctor normal (pour Tx de compactage en bâtiment et/ou de barrage) et l'essai Proctor modifié (pour Tx de compactage routier essentiellement [18]).

Ci-dessous on précise les conditions de chaque essai

Tableau II.1 Conditions des essais Proctor normal et Modifié (Norme NF P 94-093) :

	Masse de la dame (Kg)	Hauteur de chute (cm)	Nombre de coups par couche	Nombre de couches	Energie de compactage KJ/dm ³
Essai Proctor	Normal 2,490	30,50	25 (moule Proctor)	3	0.59
			55 (moule CBR)	3	0.53
	Modifié 4,540	45,70	25 (moule Proctor)	5	2.71
			55 (moule CBR)	5	2.41

II.3.3 L'indice portant californien CBR : Essai CBR

L'Indice Portant Californien est un nombre sans dimension exprimant en pourcentage le rapport entre les pressions produisant un enfoncement donné dans le matériau à étudier d'une part (avec ou sans immersion au préalable) et dans un matériau type d'autre part. Il caractérise implicitement la tenue au poinçonnement d'un sol.

Le matériau à étudier est placé dans un moule dans un état donné de densité et de teneur en eau.

Il est ensuite poinçonné par un piston de 19,3 cm² de section, enfoncé à la vitesse constante de 1,27mm/min.

L'indice de portance ou CBR exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part. Par définition c'est indice est pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes [19] :

$$\frac{\text{Pression à 2.5mm d'enfoncement}}{0.7 \text{ (bar)}} \dots \text{ (II.1).}$$

$$\frac{\text{Pression à 5mm d'enfoncement}}{1.05 \text{ (bar)}} \dots \text{ (II.2).}$$

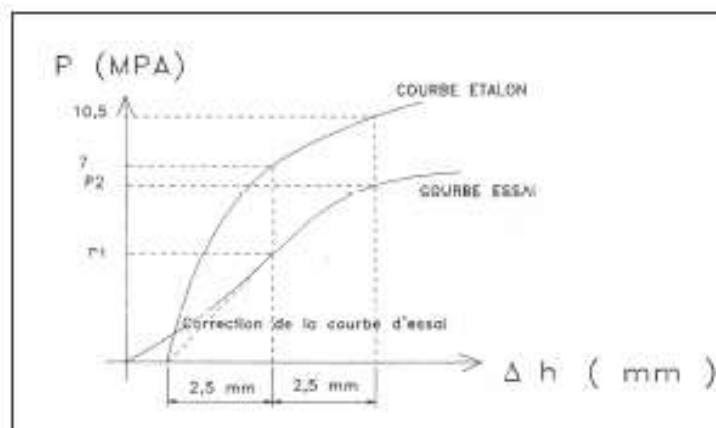


Figure II.3 : L'indice CBR [20]

II.3.4 Limite d'ATTERBERG (Selon NF P94-051)

La consistance d'un sol dépend de sa teneur en eau. Deux sols ayant la même teneur en eau peuvent avoir des consistances très différentes, l'un plastique et l'autre friable par exemple. Un mélange de sol sec et d'eau peut se présenter sous la forme soit d'une boue liquide soit d'une pâte plastique, soit d'un solide humide, soit d'un solide à l'aspect sec, ceci pour les sols dits plastiques. Pour les sols pulvérulents on n'obtiendra jamais la consistance plastique ou la consistance solide, mais les sols plastiques ou sols plus ou moins argileux sont les plus fréquemment rencontrés et leur étude a depuis longtemps préoccupé les ingénieurs routiers. C'est le suédois ATTERBERG qui a proposé une classification des états d'un sol et la définition des limites entre ces états. Ces limites sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état.

On définit les états suivants :

- L'état liquide dans lequel le sol a la consistance, d'une boue
- L'état plastique dans lequel le sol a la consistance d'une pâte à modeler
- L'état solide avec retrait dans lequel les sols a la consistance d'un solide mais présente du retrait lorsqu'il se dessèche
- L'état solide sans retrait dans lequel le sol a la consistance d'un solide mais sans retrait par dessiccation.

La limite de liquidité **WL** est la teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états liquide et plastique. La limite de plasticité **WP** est la Teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états plastique et solide. L'indice de plasticité **IP** représente la différence entre les limites de liquidité et de plasticité. La limite de retrait **LR** est la teneur en eau à laquelle le retrait cesse de manifester.

$$IP = WL - WP \dots (II.3).$$

A partir de la limite de plasticité en règle générale, l'état d'un sol fin est voisin de la saturation. De ce fait l'indice de plasticité qui est une variation de la teneur en eau, est à très peu près une variation de volume. Un sol ayant un indice de plasticité élevé aura donc une variation de volume importante lorsqu'il passera de la limite de plasticité à limite de liquidité.

Ces paramètres sont déterminés de la manière suivante :

La limite de liquidité est déterminée par la méthode à la coupelle de **CASAGRANDE** qui consiste à déterminer la teneur en eau pour laquelle une rainure pratiquée dans un sol placé dans une coupelle soumis à des chocs répétés est fermé sur une distance donnée. Elle peut être aussi appréciée par la méthode du cône de pénétration qui consiste à mesurer l'enfoncement d'un cône dans un échantillon de sol après un temps fixé.

- La limite de plasticité est appréciée à l'aide de la méthode au rouleau qui consiste à déterminer la teneur en eau pour laquelle un rouleau de sol, de dimension fixée et confectionné manuellement, se fissure.
- La limite de retrait est peu utilisée en technique routière. la mesure est directement déduite de sa définition c'est-à-dire la teneur en eau pour laquelle le retrait cesse. On part d'un échantillon à une teneur en eau voisine de la limite de liquidité de volume V1 et de poids P1. On le dessèche complètement à l'étuve et on mesure son nouveau volume V2 et son poids P2.

Comme le sol à sa limite de liquidité est saturé, la diminution du volume entre les deux opérations est égale à la perte d'eau. Le poids d'eau initial est P1-P2, la perte d'eau est V1-V2, la teneur en eau au moment ou le retrait cesse est donc égale à : [17]

$$100 \times [(P1 - P2) - (V1 - V2)]/P \dots (II.4).$$

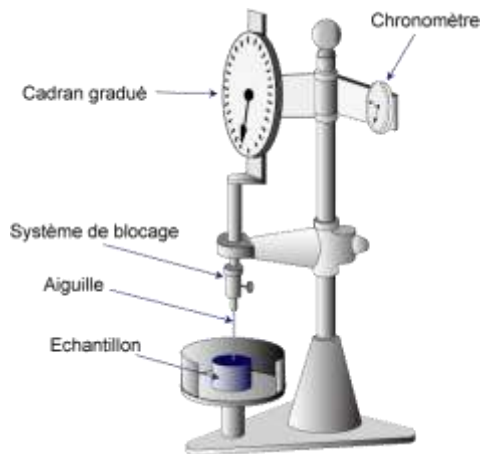


Figure II.4 : Pénétromètre à cône



Figure II.5 : La coupelle de CASAGRANDE

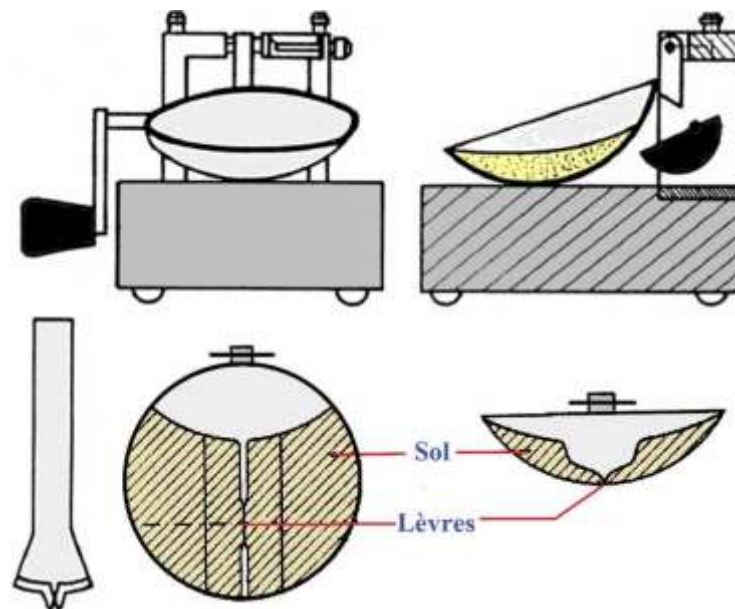


Figure II.6 : Coupelle de Casagrande pour la détermination de la limite de liquidité.

II.3.5 Essai à la plaque (selon NF P 94 117-1)

L'essai s'applique aux plates-formes d'ouvrages de terrassement et d'assainissement destinées à la construction d'infrastructures routières, ferroviaires, aéroportuaires. Cet essai consiste à mesurer les tassements d'une plaque circulaire sous l'action d'une charge croissante et de définir des modules de déformation pour des cycles de chargement-déchargement. Pour une application de contrôle de compactage, l'essai permet de déterminer le module de déformation statique à la plaque d'une plate-forme. L'essai consiste à charger une plaque circulaire rigide à l'aide d'un vérin qui, généralement, prend réaction sur un véhicule lesté. L'enfoncement de la plaque est mesuré par trois comparateurs. La plaque possède un diamètre de 600 mm et la mesure peut être réalisée comme suit :

- Soit en un point seulement, situé à moins de 2 cm du centre de la plaque
- Soit en trois points sur la périphérie de la plaque disposés à $120^\circ \pm 10^\circ$ et à égale distance du centre de la plaque (à ± 5 mm)

On applique une pression de 0.25 MPa, puis on mesure l'enfoncement de la plaque dans le sol par l'intermédiaire des comparateurs (**Soit $Z'0$.**). On annule ensuite la charge ; on recharge pour appliquer une pression de 0.20 MPa puis on mesure l'enfoncement de la plaque dans le sol (**Soit $Z'1$**) et on annule de nouveau la charge ; Le module de déformation (en MPa) à la plaque est donné par la formule suivante :

$$E_{vi} = \frac{\pi \cdot (1 - \mu^2) \cdot q \cdot \phi}{4 \cdot Z_i} = \frac{0.74 \cdot \phi \cdot q}{Z_i} \quad \dots (II.5).$$

- Z_i : déformation du sol (en mm), moyenne des lectures sur les trois comparateurs.
- μ : coefficient de Poisson pris égal à 0.25.
- ϕ : diamètre de la plaque en mm
- q : contrainte appliquée en (MPa)



Figure II.7 : Essai de charge sur plaque

II.4 Remèdes des pathologies routières

II.4.1 Les fissures

II.4.1.1 Fissure longitudinale et transversales :

Les solutions préconisées dans le cas de ce type de fissure sont :

- ❖ L'imperméabilisation localisée du revêtement ou colmatage des fissures (pour les fissures superficielles et les fissures du corps de chaussée) qui est destinée à éviter que l'eau ne pénètre à l'intérieur du corps de chaussée et à empêcher le départ des matériaux de surfaces.
- ❖ La réparation localisée du corps de chaussée (en cas de grave fissuration sur le corps de chaussée). L'application d'un enduit superficiel ou de tapis d'enrobé est aussi une alternative.

II.4.2.2 Faïençage

Dans le cas où le corps de chaussée n'est pas affecté, les solutions préconisées sont :

- ❖ La réparation localisée ou la réalisation d'un enduit superficiel qui permet de rétablir l'imperméabilité de la couche de surface.
- ❖ On peut aussi procéder au décapage de la couche de roulement et à la mise en oeuvre d'une couche d'enrobé à chaud (après couche d'accrochage).

Dans le cas contraire, il faut se résigner à une reprise de la partie concernée.

II.4.2.3 Fissure de rive

Des solutions préventives visant à retarder le phénomène doivent être prise durant la mise en oeuvre. Il s'agit de veiller au bon compactage des couches mais surtout du sol support notamment dans les accotements. Aussi, une attention particulière doit être accordée à la protection des accotements contre les effets de l'eau particulièrement l'érosion et du trafic. Dans les solutions curatives, on retiendra la réparation localisée du corps de chaussée et la reprise des conditions de drainage (mise en place de butées) [6].

II. 4.2 Les déformations

II. 4.2.1 Ornières de faible et grand rayon

Les principales techniques d'entretien sont :

- ❖ Le reprofilage : Il s'agit de redonner à la chaussée un profil en travers correct afin d'évacuer l'eau et un profil en long régulier pour sécuriser et améliorer le confort des usagers, généralement par rapport des matériaux. Pour les ornières avec des matériaux bitumineux (ornières inférieures à 5 cm) et le rechargement (ornière supérieure à 5cm).

II. 4.2.3 Affaissement

Les principales solutions préconisées sont :

- ❖ Le deflachage (pour les affaissements de moins de 5cm) et la réaction localisée du corps de chaussée (pour les affaissements de forte hauteur).
- ❖ Distorsion du profil en bordure de la chaussée ou au voisinage de conduite souterraines.

II. 4.3 Les arrachements

II 4.3.1 Désenrobage et arrachement

La solution préconisée est la méthode dite des emplois partiels. Elle permet de traiter aussi bien les plumages que les pelades. Elle consiste, après délimitation et balayages de la zone à traiter, à deux options au choix : L'imperméabilisation, l'application d'enrobé.

II. 4.3.2 Pelade

Lorsque les surfaces concernées ne sont pas importantes, l'entretien consiste en un bouchage aux enrobés adaptés, précédé d'une couche d'accrochage à l'émulsion. Cependant, si la dégradation se généralise, on procédera par reprofilage en enrobé à chaud avec toujours une couche d'accrochage. Une autre solution consiste en l'application d'enduit superficiel.

II.4.3.3 Nid-de-poule

La technique d'entretien la plus connue est le bouchage de nid de poule. En plus, quand les nids de poule atteignent certains niveaux de gravité, la réfection localisée du corps de chaussée est plus préconisée [6].

II.4.4 Les remontées

II.4.4.1 Ressuage

Les solutions préconisées sont : l'application d'un enduit superficiel ou un sablage suivi d'un cylindrage léger.

Sablage : est un répondage d'un sable grossier (jusqu'à 6mm) sur la surface et à l'étaler à l'aide d'un balai pour que la surface soit recouverte de manière uniforme, Le cylindrage consiste alors à compacter légèrement la surface ainsi recouverte [6].

II. 5 Les techniques de réparation

Les solutions techniques envisageables pour la réparation des dégradations routières [21] :

- L'enduit superficiel.
- L'enrobé coulé à froid.
- L'enrobé coulé à émulsion.
- Les graves émulsions.
- L'enrobé stockable à émulsion.
- Le point-a-temps automatique à l'émulsion (PATA) ou bi-réparateur.
- Le procédé par projection.

II .5. 1 Technique de nettoyage du support

II.5.1.1 Soufflage à l'air comprimé

Cette technique permettra d'éliminer tous les éléments non adhérents et instables. En cas d'utilisation d'air à température ambiante, la condensation d'humidité sur les fissures peut survenir et diminuer l'adhérence d'un mastic de pontage.

II.5.1.2 Brossage mécanique :

Cela permet d'éliminer tous les éléments non adhérents et également les salissures adhérentes.

II.5.1.3 Décapage et séchage à la lance thermo-pneumatique :

Ce type de nettoyage est le plus performant. Il permet un décapage énergétique tant en surface des chaussées qu'à l'intérieur des fissures. Il permet également de réduire les arrêts de travail dus aux intempéries.

Le séchage au chalumeau à flamme directe est à proscrire.

II. 5.2 Point-à-temps automatique (PATA)

Un PATA, appelé également « point à temps automatique », est un camion autonome né du regroupement d'une épandeuse de liant bitumineux et d'un gravillonneur, installés sur un même châssis. Ces deux éléments fonctionnent de manière synchronisée. Un PATA est équipé :

- D'un bac de reprise qui reçoit les gravillons en provenance de la benne, puis les distribue sur un rouleau qui assure leur projection au sol d'une cuve calorifugée qui sert à stocker et chauffer l'émulsion
- D'une (parfois deux) rampe(s) de projection dotée(s) de buses qui répandent le liant bitumineux destiné à « coller » les gravillons sur la chaussée
- D'un ordinateur central qui définit le dosage en liant
- D'un régulateur automatique de vitesse maintient le porteur à une moyenne de 4 km/h afin que le dosage de gravillons sur la chaussée soit juste suffisant



Figure II.8 : Pointe à temps automatique [22]

Un PATA fonctionne en marche avant. L'émulsion de bitume (le liant) est projetée par une rampe installée derrière les roues qui sont à l'arrière du porteur, juste avant la lame de distribution des gravillons. Les systèmes les plus récents sont désormais équipés de vidéo et d'un pupitre de commande qui permet au conducteur de surveiller l'épandage pour pouvoir le réguler en temps réel si nécessaire.



Figure II.9 : Pointe à temps automatique [22]

Le PATA dispose également d'un jet mono buse manuel, qui permet de répandre de l'émulsion dans les endroits difficiles d'accès ou pour assurer les finitions du revêtement [22].

II .5.3 L'enrobé stockable à l'émulsion

Ces enrobés sont, soit ouverts (teneur en vides > 18%) de granularité 2/4, 2/6 ou 4/6, soit semi-denses (teneur en vides comprise entre 10 et 15%), de granularité 0/4, 0/6 ou 0/10. Ils contiennent souvent un mélange de sable roulé et de sable concassé. L'émulsion de bitume employée contient une proportion non négligeable d'huile de fluxage, dont le dosage est fonction de la saison d'emploi et de la stockabilité recherchée.

Ils sont utilisés en entretien curatif ponctuel : bouchage de nid-de-poule, comblement d'affaissement de rive, de flache, d'ornière et également pour des usages des spécifiques :

Rebouchage des tranchées, terrains de sport, aires de jeux, etc.

Du fait de la présence de fluxant, les performances mécaniques sont très évolutives et les risques de fluage et de plumage au jeune âge sont importants. Il convient donc d'éviter les sections à fort trafic et fortes contraintes de cisaillement. La fiche technique doit préciser les modalités de stockage et d'usage.

Bien qu'aujourd'hui la compacité des enrobés stockables ait augmenté, la porosité du matériau peut conduire à un risque de sous-dosage relatif par absorption de liant lors de réalisation d'un futur enduit superficiel.

La mise en oeuvre est interrompue par de pluie ou lorsque la température sous abris est inférieure à 5 C [23].

II. 5.4 Procédé par projection

Les domaines d'application de cette technique sont les mêmes que ceux des point-à-temps ou des enrobés stockables: nid-de-poule, dégradation de surface, faïençage, fissures, joints défectueux.

Dans le cas de bouchage des nids-de-poule et du traitement des affaissements localisés des chaussées, la procédure est la suivante :

- Nettoyage à l'air comprimé à l'aide d'une lance flexible.
- Projection de la couche d'accrochage
- Projection de l'émulsion et des granulats en même temps avec la même lance. Si nécessaire, ajout de granulats en surface toujours à l'aide de la même lance pour donner une certaine rugosité.

Dans le cas de traitement des fissures et du faïençage, la procédure est la suivante :

- Projection de l'émulsion pour colmater les fissures
- Projection du mélange émulsion +sable (2/4 ou 1/2) pour le scellement de la surface [23].



Figure II.10 : Procédé par projection [23]

II.5.5 Le pontage

Le pontage des fissures vise à rétablir l'étanchéité à la surface de la couche de roulement au droit des « ligne de rupture » constituées par les fissures. Le traitement d'une fissure ou d'un joint nécessite un support absolument propre, sec et non cohésif.

La température du support doit être supérieure à 5°C. On a souvent recours au traitement thermo pneumatique qui consiste à souffler et sécher le support. Le réchauffement localisé du support permet une meilleure liaison avec le mastic de scellement. Une macro rugosité élevée améliore l'adhérence des mastics, le support ne doit donc pas être trop lisse.



Figure II.11 : PONTAGE DE FISSURES [23]

Tableau II.2 : Choix des techniques d'entretien [24]

/	Enrobé stockable	Grave-émulsion	PATA	Enduit superficiel	ECF	Béton bitumineux à l'émulsion	Procédé par projection	Pontage
Flashes	X	X					X	
Affaissement de rives	X	X					X	
Orniérage		X				X		
Nids-de-poule	X						X	
Pelade	X		X				X	
Plumage			X	X	X	X		
Ressuage			X	X	X	X		
Glaçage (usure)				X	X	X		
Fissures longitudinale							X	X
Fissures transversales								X
Faïençage			X	X	X	X	X	
Joints défectueux	X				X			

II. 6 Entretien des chaussées rigides

Concernant l'entretien des chaussées rigides, les interventions courantes permettent de maintenir ou entretenir les chaussées en état de service minimum, afin d'améliorer le niveau de service.

Ces interventions se distinguent en cela, des travaux de réfection et de renforcement. L'entretien peut être classé selon les objectifs :

- Préventif tendant à ralentir le processus de dégradation de la chaussée et à retarder le recours à des techniques plus lourdes de réfection.
- Curatif visant à redonner à la chaussée des caractéristiques fonctionnelles suffisante.

Il est naturellement préférable de prévenir les dégradations des chaussées existantes que les curer toujours. Cette attention préventive portera essentiellement sur la qualité des joints et sur le phénomène de battements de dalles. La réalité de ce dernier sera confirmée par une campagne de mesures, elle-même déclenchée par les premières apparitions de fissures caractéristiques ou par des remontées de fines au travers des joints [25].

II .6.1 Scellement de joint et fissure

Bien que la plupart des joints de chaussée rigides soient scellés au temps de nouvelle construction, la vie du produit de garnissage est limitée. Il est courant d'admettre comme durée de vie des joints, une période de 2 à 3 ans durant laquelle leur état physique et leur efficacité doivent être suivie. Les produits de garnissage étanches sont utilisés pour remplir des joints et fissures dans le but de prévenir l'infiltration de l'eau à travers les fissures et/ou les joints et pour éviter l'entrée des corps étrangers incompressibles

Il est nécessaire de remarquer que l'apparition de la fissuration étendue ou prématurée est un symptôme de plus grand problème tel que, faible portance du support, structure de chaussée non adaptée au trafic ou défaut de mise en oeuvre, lequel ne peut pas être réparé par un simple scellement de la fissure [6].

II.6.2 Matériaux

Il y a trois familles de produits de garnissage de joints [6] :

- Les produits coulés à chaud.
- Les produits coulés à froid.
- Les produits préformés ou profilés.

II. 6.3 Stabilisation de dalle

La stabilisation du bloc cherche à remplir des vides causés par le pompage sous la dalle. S'il n'y a pas de réparation, ces vides qui sont souvent tout à fait petits (sur l'ordre de 3 mm (0.125 pouces) profond), peuvent causer d'autres problèmes tels que fractures localisées, fissures en coin. Les vides sont remplis typiquement par injection de coulis de ciment à travers des trous forés sur la dalle. Cette stabilisation est faite comme une maintenance préventive et corrective du support de la dalle pour prévenir des dégradations sérieuses telles que la fracture de fissure en coin [6].

II. 6.4 Rapiéçage

Le rapiéçage est utilisé pour traiter ou réparées les dégradations localisées telles que écaillages, morcellement, etc. ; et des autres dégradations en surface comme détérioration de joints, fracture en coin. Si la dégradation est de faible profondeur, on va procéder au rapiéçage sur une profondeur partielle, sinon du rapiéçage sur toute l'épaisseur de la dalle est recommandé.

II. 7 Entretien des chaussées souples et semi-rigides

Une amélioration structurale ou fonctionnelle d'une chaussée qui produit une extension substantielle de la durée de vie, en renouvelant nettement l'état de la chaussée et de la qualité de roulement [26].

II.7.1 Entretien Préventif

- Appliqué 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 [27].

II.7.1.1 Les activités de base

- L'imperméabilisation
- Scellement de fissures
- Resurfaçage en couche mince

- Enrobé chaud
- Traitement de surface
- Enrobé coulé à froid
- Le drainage
- Nettoyage de l'ensemble du système d'évacuation d'eau

II.7.2 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 [27]

II.7.2.1 Les techniques de base (rapiéçage)

- Rapiéçage à chaud
- Rapiéçage à froid
- Rapiéçage mécanisé
- Thermo rapiéçage ou régénération

II.7.3 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.

II.7.3.1 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 structural.

Il existe deux types de réhabilitations des chaussées [27] :

- 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 sont :

- 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

II.8 Conclusion

Prévenir les dégradations des chaussées nécessite 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 III

Élaboration du diagnostic pathologique du cas de tronçon de route (RN23)

III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons essayer d'élaborer un diagnostic de pathologie d'une chaussée dégradée, analyser les causes et envisager les solutions à préconiser.

L'objectif de notre étude est la détermination de l'état du corps de chaussée des sections dégradées ; il s'agit d'un tronçon de la route nationale RN 23 sur 14 Km du PK 353+000 au PK 367+000. Suite au diagnostic nous pouvons proposer le remède adéquat pour les différentes pathologies observées et les meilleures techniques de réhabilitations ou de réparation à adapter selon le type de dégradation.

III.2. Présentation du tronçon de route

La présente étude est relative à l'examen géotechnique des sections proposées au programme d'entretien des routes nationales des années 2023. Elle a pour objectif l'élaboration du diagnostic pathologique du tronçon de la route et proposer les solutions de réhabilitation ou de renforcement à adapter.

Ce tronçon de route se trouve à la ville de Laghouat, située au centre de l'Algérie à 400 km au sud de la capitale Alger.



Figure III.1 : Carte du réseau routier de la wilaya de Laghouat

- Facteurs climatiques et environnementaux

Le tracé de la route pour les sections sujettes de l'étude est situé dans un contexte aride ayant une pluviométrie inférieure allant de 100 à 300 mm, les précipitations surviennent fréquemment sous forme d'orages.

Sur toute l'année, les températures maximales moyennes mensuelles sont comprises entre 20 et 42°, les températures minimales moyennes mensuelles sont comprises entre 5° et 18°.

À la surface de la chaussée et en période estivale, la température peut atteindre 60° et plus.

En période hivernale, la température peut osciller entre -5° le matin et 20° (sous abri) entre 12 h 00 et 16 h 00 (Décembre, Janvier, Février).

Les chocs thermiques sont importants avec des écarts de températures pouvant atteindre 30°C et même plus.

Les vents sont très violents à dominance Nord-Nord-est pour des vitesses allant de 60 à 130 Km/h.

En plus de l'influence du contexte climatique, il y a aussi le trafic intense empruntant cet axe routier caractérisé par son taux élevé en poids lourds ainsi que Les convois exceptionnels (au poids extrêmement lourds) passant du Nord au Sud vers les zones pétrolières.

III.3 Programme D'intervention

Le **L.T.P.S** Laghouat a élaboré un plan d'intervention sur site pour avoir le maximum d'informations qui vont servir de données dans l'étude géotechnique. Afin de mener à bien notre élaboration de diagnostic, ces données vont nous permettre de se décider de la solution à adopter. Le programme d'intervention est comme suit :

- ✚ Auscultation visuelle suivie de relevé de dégradations avec prise de photos le long de tout le tracé.
- ✚ Réalisation d'une campagne de carottage le long du tracé, de façon alternative.

III.3.1 Auscultation Visuelle

Afin d'avoir une idée générale sur les différents tronçons de route à étudier, nous avons jugé utile d'effectuer à priori une traversée le long de la chaussée par véhicule à une vitesse très réduite afin de cerner de manière approximative la pathologie de cette route. Les premiers renseignements tirés de notre inspection sur site sont :

- ✓ Les multiples dégradations rencontrées se ressemblent le long de la chaussée.
- ✓ Les quasi-totalités des dégradations sont dues essentiellement à la fatigue du corps de chaussée.
- ✓ L'état actuel de la route ne présente pas un facteur de danger pour les usagers, néanmoins son état présente un confort médiocre pour les automobilistes.



Figure III.2 : Une section dégradée de la RN 23 au PK 356+400

III.3.2 Constats des pathologies sur le tronçon de route

Les pathologies observées sur le tronçon de route RN23, du PK 353 au PK 367 sont d'une intensité moyenne. On a localisé :

- Fissures aléatoires transversales à longitudinales prenant naissance au bord de la chaussée
- Faïençages à mailles fines et arrachements

Sauf pour la section du PK 248+800 au PK 249+200 en couche de roulement en BB 0/14 en bon état (réalisée en fin 2015)

Les désordres constatés sont illustrés sur les photos ci-dessous.



**Figure III.3 Fissures transversales et longitudinales
au PK 361+100**



**Figure III.4 Faïençages à mailles fines au PK
364+400**



**Figure III.5 Fissures au bord de la chaussée et
fissures transversales au PK 358+200**



**Figure III.6 Section déformée avec Faïençages à
mailles fines au PK 366+400**

III.4 Analyse des Dégradations

D'après le relevé de dégradations, nous pouvons conclure ce qui suit :

- Les dégradations rencontrées appartiennent aux familles de désordre des chaussées souples à savoir :
 - Les déformations
 - Les fissurations
 - Les arrachements
- La quasi-totalité des dégradations décelées le long de la route est d'intensité moyenne à forte, généralement superficielles à l'exception de quelques sections localisées qui présentent de faibles dégradations.
- Les accotements dans la plupart des sections sont en bon état.
- Les dégradations ont affecté le plus souvent la couche de roulement, telles que :

III.4.1 Causes des arrachements

L'enlèvement de la pellicule du liant enveloppant partiellement ou totalement à cause probablement de mauvaise adhésivité liant- agrégat, action de l'argile (granulats pollués), action mécanique des véhicules et érosion éolienne. On distingue :

1. **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.
2. **Les pelades :** arrachements par plaques plus ou moins grandes de la couche de roulement.
3. **Le plumage, peignage, désenrobage :** Arrachements de gravillons du revêtement.

III.4.2 Causes des fissures

Cassure de revêtement suivant une ligne avec ou sans rupture de chaussée, cette dégradation a été rencontrée le long de la route, d'une façon aléatoire, de gravité importante, elle est essentiellement due à la fatigue du corps de chaussée. On distingue :

1. **Les faïencages :** cassures en mailles du revêtement, elles sont dites à mailles fines ou peaux de crocodiles lorsque le côté varie de 10 à 40 cm et à mailles larges au-delà de 40 cm de côté.
2. **Les fissures transversales et longitudinales :** fissures suivant l'axe ou la rive et en dents de scie.

III.4.3 Causes des déformations

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

1. **Les affaissements** : Variation du niveau du profil longitudinal aussi bien suivant l'axe que la rive ou transversal. Ils peuvent être localisés ou généralisés.
2. **Les ornières** : Dépression longitudinale se développant sous le passage des roues.

En plus des dégradations sus-citées, on note le défaut d'uni très remarqué sur la totalité des sections auscultées, perturbant le comportement dynamique des véhicules, en provoquant divers mouvements affectants, selon les fréquences d'excitation, la sécurité et le confort de leurs passagers.

III. 4.4 Campagne de Carottage

Afin de pousser notre investigation et permettre d'avoir une idée plus précise sur la couche de roulement, nous avons effectué une campagne de carottage le long du tracé à étudier, comme illustré dans le tableau qui suit :

Tableau III.1 : Campagne de carottage

N° Lot	Section	N° de la carotte	PK	Position	Epaisseur (cm)	Type de revêtement
01	RN 23 du PK 353 au PK 367	Carotte N°01	353+300	droite	6.5	BB
		Carotte N°02	355+700	Axe	7.2	BB
		Carotte N°03	358+500	gauche	11.3	2 BB
		Carotte N°04	359+100	Axe	16.6	2 BB
		Carotte N°05	361+800	Droite	15.2	2 BB
		Carotte N°06	363+500	Axe	12.5	2 BB
		Carotte N°07	365+100	Gauche	7.3	BB
		Carotte N°08	366+800	Axe	13.4	2 BB

A la lumière des premières constatations, nous pouvons conclure que :

1. L'épaisseur moyenne au niveau de l'axe de la route est de 6.5 cm.
2. La couche de roulement existante est constituée de deux couche en béton bitumineux par sections, telles que :
 - L'ancienne couche a une épaisseur moyenne de 6.0 cm
 - La couche de renforcement a une épaisseur moyenne de 7.0 cm

III. 4.5 Dimensionnement du corps de Chaussée

Les différents paramètres intervenant dans le dimensionnement du corps de chaussée sont liés aux facteurs suivants :

- Trafic à supporter pendant une période prédéterminée ; appelée durée de service.
- Portance du sol support le long du tracé.
- Les matériaux utilisés en revêtement, couche de base et en couche de fondation.

Le trafic :

Nous estimons que le trafic avoisine les 10000 véhicules jour dont 6000 poids lourds.

Caractéristiques du sol support :

Elles sont déterminées à partir des essais en laboratoire effectués sur des échantillons des puits creusés le long du tracé.

Les matériaux :

Dans notre cas le corps de chaussée existe (couche de base et couche de fondation dont l'épaisseur totale est entre 30 et 50 cm).

■ Vérification du dimensionnement par la méthode CBR

Pour dimensionner le corps de chaussée de cette route existante, nous utiliserons la méthode dite " méthode CBR améliorée ", basée sur l'essai CBR (imbibition de 04 heures pour notre cas).

Il s'agit de caractériser le sol support par un indice portant moyen, en tenant compte des risques liés à l'imbibition, les conditions de mise en œuvre et le trafic à long terme.

La méthode CBR consiste à déterminer l'épaisseur équivalente de la chaussée à partir de l'indice portant Californien (I_{CBR}) du sol support d'après la formule suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} (100 + 50 \log N/10)}{I + 5}$$

Où :

e : épaisseur totale équivalente de la chaussée (cm)

P : charge maximale par roue = 6.50 Tonnes

I : indice portant CBR moyen

N : trafic journalier moyen

Calcul du trafic cumulé :

Les classes de trafic considérées pour le dimensionnement des structures sont celles définies à partir du trafic cumulé pour la durée de vie :

$$T_C = 365 \times T_{pl} \times \frac{(1+i)^N - 1}{i} \times A$$

T_c : Trafic cumulé pour la durée de vie ;

T_{pl} : trafic de poids lourd de la voie de circulation considérée 6000pl/j/sens ;

N : Durée de vie en 5, 10, 20 ans ;

i : Taux de croissance annuel = 4% ;

A : coefficient d'agressivité : $A = 0.6$

A cours terme ($N = 05$ ans) : $T_c = 7117048$ PL/sens.

A moyen terme ($N = 10$ ans) : $T_c = 15776025$ PL/sens.

A long terme ($N = 20$ ans) : $T_c = 39128395$ PL/sens.

Afin d'optimiser le dimensionnement et d'éviter tout désagrément ultérieur, on opte pour la valeur minimale qu'on a l'habitude de travailler avec dans la région de LAGHOUAT, soit un indice CBR à 04 jours d'imbibition de l'ordre de 12, elle nous servira de base de calcul de dimensionnement du corps de chaussée.

 Coefficient d'équivalence :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque type de matériau :

Tableau III.2 : Coefficients d'équivalence

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave bitume	1.50
Grave concassée ou gravier	1.00

III.5 Solutions envisagées

La méthode CBR amélioré nous a donné les épaisseurs équivalentes suivantes pour les sections en dégradations moyennes et fortes, en fonction de la durée de vie :

Tableau III.3 : épaisseurs d'équivalence

Durée de vie	Epaisseur équivalente
Cout terme 05 ans	11 cm
Moyen terme 10 ans	16 cm
Long terme 20 ans	27 cm

Tableau III.4 : le cas de moyen terme (10) ans, avec une épaisseur équivalente de 12 cm

Type de couche	Nature du matériau	Epaisseur équivalente (cm)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur réelle (cm)
Couche de roulement	Béton bitumineux BB 0/14	16	2.0	8
Total	/	16	/	8

Le renforcement du corps de chaussée sera par un apport d'une nouvelle couche de roulement en BB 0/14 après fraisage comme suit :

- Fraisage de l'ancienne couche de roulement en BB 0/14 mm sur 4 cm d'épaisseur.
- Couche de roulement en BB 0/14 mm sur 8 cm d'épaisseur.
- Rechargement des accotements en tuf sur une épaisseur variable de 10 à 15 cm d'épaisseur.

III.6 Entretien proposé et recommandations

III.6.1 les interventions

Les travaux d'entretien de la RN 23 sur 14 Km du PK 363+000 au PK 367+000

- Entre PK 370+000 et PK 372+000 (en double voie)
- Fraisage de l'ancienne couche de roulement en BB 0/14 mm sur 4 cm d'épaisseur et 7.5 m de large.
- Mise en œuvre Couche de roulement en BB 0/14 mm sur 8 cm d'épaisseur et 7.5 m de large.
- Rechargement des accotements en tuf sur une épaisseur variable de 10 à 15 cm et 1.5 m de large de part et d'autre de la chaussée.

III.6.2 Les recommandations

🚧 Les spécifications des agrégats destinés pour La couche de roulement :

- 1- Les classes granulaires rentrant dans la fabrication de l'enrobé bitumineux sont : 0/3, 3/8 et 8/15.
- 2- Les agrégats doivent être de la catégorie C ayant un coefficient $LA \leq 25\%$ et un autre $MDE \leq 20\%$
- 3- La granulométrie du mélange à blanc doit s'inscrire dans les fuseaux de spécification de BB0/14 ou GB0/20.

- 4- L'équivalent de sable de la fraction 0/2 du sable 0/3 doit être supérieur à 45%.
- ✚ La densité in situ de la couche de matériau mis en œuvre sur les accotements doit être supérieure ou égale à 95% de la densité de référence Proctor.
 - ✚ Les températures de l'enrobé :
 - 1- Température de fabrication, 150 à 170°C,
 - 2- Température de mise en œuvre, 145 à 165°C.
 - ✚ Le bitume qui sera utilisé dans la fabrication des enrobés bitumineux sera de grade 40/50.
 - ✚ La couche d'accrochage sera nécessaire deux couches d'enrobé, le liant utilisé est une émulsion cationique à 65%, à rupture rapide dosé à 300 à 500 g/m² en bitume résiduel.

III.6.3 Stratégies d'entretien

On entend par stratégie d'entretien, un ensemble d'opérations successives, interdépendantes, envisagés dans le long terme et destiné à satisfaire les objectifs définis précédemment. Une stratégie est dite optimale si elle minimise les coûts actualisés et cumulés de tous les agents économiques concernés.

L'élaboration de la stratégie doit permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les conséquences d'un choix effectué à un moment donné ?
- Quelle est l'incidence d'un choix initial sur le processus de maintenance ou d'exploitation de la route ?
- Ne pas réaliser une opération d'entretien sur une route donnée entraîne quelle conséquence ?
- A l'échelle du réseau quelle est la stratégie optimale pour différents niveaux de contraintes budgétaires ? Comment déterminer le programme (pluriannuel de travaux ?

Il existe généralement quatre (04) stratégies d'entretien :

Type I : Il s'agit de laisser se poursuivre le processus de dégradation des chaussées en cherchant à éviter si possible son accroissement. On répare ponctuellement les détériorations au fur et à mesure qu'elles apparaissent : réparations localisées. C'est le cas des contraintes budgétaires fortes. Le niveau de service est en permanence faible et l'uni est médiocre. Cette stratégie ne procure aucune amélioration structurelle de la chaussée. Elle nécessite de la part du technicien ou du gestionnaire, une surveillance permanente. Conclusion : ce type de stratégie doit être réservé aux routes de faible utilité. Type II : Rechargement progressif (routes revêtues). Elle consiste à effectuer des couches d'enrobe à intervalles régulières et rapprochées. Les interventions ponctuelles peuvent être nécessaires

Avantages : Investissement initial modéré, ce qui permet de remettre plus rapidement en étant un réseau en lui conférant des qualités d'homogénéité. - En absence de conditions climatiques particulières, le niveau de service offert est bon. - Les techniques utilisées sont bien et présentent une grande souplesse de programmation et d'exécution.

Inconvénients : - Sous-dimensionnement de la chaussée. - Intervention fréquente grogne des usagers

Type III : Renforcement de structure + entretien préventif. Cette stratégie consiste à consentir un investissement élevé afin de parvenir à une durée de vie plus élevée (15 ans). Dans le cas de renforcement, l'ancienne couche de base sera considérée comme une couche de fondation. Afin de maintenir le capital d'investissement, la stratégie prévoit de faire suivre la remise en état, d'entretien structurel de type préventif. Dans les conditions et sous réserve que l'intervention ait lieu à temps, il est possible de donner à la structure de la chaussée, une qualité supérieure ou plus accrue. Avantage : le niveau de service est en permanence élevé Inconvénients : Investissement initial élevé. On ne peut pas appliquer une telle stratégie sur une partie d'un réseau que sur une période assez élevée (repartir les budgets sur une longue durée).

Type IV : Renforcement + entretien, curatif. Elle consiste à renforcer une chaussée de type II puis à réparer les dégâts de type I. Lorsque la structure de la chaussée est atteinte on refait un renforcement.

III.7 Conclusion

D'après la campagne de relevé visuel des dégradations et d'investigation géotechnique réalisée sur le tronçon de la route étudié, on a pu conclure ce qui suit :

- Le relevé visuel des dégradations effectué du PK 353+000 au PK 367+000, dévoile la nature et l'intensité des dégradations apparues au niveau de ce tronçon d'étude, avec présence de dégradations de types faïençages, fissures longitudinales et transversales ainsi que des déformations de type affaissement et nids de poule, pelade et plumage localisés.
- Les causes probables sont dues à l'agressivité accrue du poids lourd, au vieillissement et à la fatigue du revêtement, probablement de mauvaise adhésivité liant- agrégat, action de l'argile (granulats pollués)

Sur la base des résultats du relevé visuel des dégradations et d'investigation géotechnique, nous recommandons des travaux de renforcements sur les sections présentant des dégradations et des insuffisances dans les épaisseurs des couches (BB).

Conclusion générale

Ce travail a pour finalité de :

- Déterminer les causes les plus probables des dégradations observées dans les chaussées souples en générale et en particulier celles des dégradations existantes dans le tronçon qui a été l'objet de notre étude ;
- De trouver des solutions à ces défauts ;
- De vérifier si ces solutions sont fiables ;

Pour ce faire l'étude théorique menée, nous a permis de comprendre que les dégradations des chaussées souples sont causées d'une manière générale 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.

Pour le cas du tronçon que nous avons choisi, l'étude que nous avons faite nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- L'auscultation visuelle du tronçon a permis de détecter un état de dégradation bon à moyen dans la chaussée avec quelques sous sections en état avancé (état mauvais) où il a été constaté des fissures longitudinales et transversales et des affaissements.
- L'auscultation par investigation géotechnique laisse apparaître un corps de chaussée constitué de TVO en couche de base et fondation, une couche de roulement de 6-8 cm d'épaisseur et un sol support argileux.
- L'auscultation par mesure de déflexions a permis d'obtenir un bassin de déflexion permettant de détecter les zones de mauvaises portances de la chaussée.

Sur la base des résultats du relevé visuel des dégradations et d'investigation géotechnique, nous recommandons des travaux de renforcements sur les sections présentant des dégradations et des insuffisances dans les épaisseurs des couches (BB).

Recommandation :

De façon générale pour chaque région, il faut mettre en place :

- ✓ Un système d'observations, suivi et relevés dont les résultats alimenteront une banque de données;
- ✓ Un ensemble de normes qui permettra de faire la programmation des travaux et harmoniser leur control.

Références bibliographiques

- [1] : **AIMQ** : Association des ingénieurs municipaux du Québec (**AIMQ**), « *Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples.* » Québec 2002.
- [2] : **FRANCO OLIVIER**, : « *manuel 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] **Bulletin CRR** : « Annexe au Bulletin CRR n° 72 », (*Trimestriel : juillet – août – septembre 2007*).
- [5] : **Amani Abdelkader, 2017** : « *modèle de chaussée routier* », *projet fin d'étude* Université Blida, 2017.
- [6] : **AMAIR Asmaa**, « *Étude bibliographique et analyse des pathologies* », Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 2021
- [7] : **Axel MOUZOUN**, « *Dimensionnement et étude technico-économique d'une structure de Chaussée de classe T5* »,
- [8] : **REZIGA.A, DEKKAR** : « » Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem , 2020
- [9] : Guide de l'entretien routier, Algérie1995.
- [10] : **Saliou.L et Massamba.N**, 2009. Elaboration d'un catalogue des dégradations des Sénégal. Projet de fin d'études. Ecole supérieure polytechnique Centre de Thiés. Sénégal, 2009.
- [11] : **Zoulkaëni.S** : « *Etude pratique de phénomène de fissuration sur des routes revêtues de Sénégal* ». Projet de fin d'étude. Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, 1995
- [12] : **Assainissement routier** - *Guide technique. Sétra, Réf. - apparu en 2006.*
- [13] : **SETRA** : guide technique de drainage routier, janvier 2009
- [14] : **LENPC** : « *etude geotechnique et reconnaissance des sols* » **revue française de geotechnique**, l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- [16] : **Dr. Hadji R**, Introduction à la Mécanique des sols , *Université Ferhat Abbes. Setif1*, 2020

- [17] : **Meziani Faroudja** « *Amélioration des caractéristiques mécaniques d'une couche de chaussée souple par des matériaux composites.*» Thèse de magistère en génie civil (option géotechnique et environnement) UMMTO 2
- [18] : **LE COMPACTAGE DES SOLS** (Chapitre III)
- [19] : **ARVOR Géotechnique.** « *Indice Portant Immédiat-Indice CBR Immédiat- Indice CBR après im-mersion (NF P 94-078)* ».
- [20] : **DR.BOUKHATEM GHANIA - UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA- FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ESSAIS GEOTECHNIQUES**
- [21] : **SETRA, 1996** : *service d'études techniques des routes et des autoroutes*, 1996
- [22] : <https://tpdemain.com/module/le-pata/> – 05/2023
- [23] : **PIARC, 1995** : *association internationale permanente des congrès de la route*, 1995.
- [24] : **Issam Khezami** : *Université libre de Tunis*, 2015
- [25] : **SETRA, 2002** : *entretien des chaussées en béton* ,2002
- [26] : **SETRA, 1996** : *l'entretien courant des chaussées*, 1996.
- [27] : **DAHAM Eddine et GHEZAL Amel**, *Dégradation des routes en Algérie Diagnostic – causes et solution - Université de Ghardaïa* 2022

Annexes

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 353+000 au PK 354+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
1	353+3530	1,4	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Aff	Faï+Aff	Faï+Or	Fis Lg	Faï+Or	Fis Tr+Epa	1,5	La largeur de la chaussée est 7.8 m Dégradations de degré 2
2	353+200	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or+Pel	Faï+NP	Fis Tr+Fis Lg	Faï	Faï+Pel	Faï+Or	Faï+Fis Tr	Faï+Des	Faï+Epa	1,8	
3	353+300	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Des+Aff+Fis Lg	Fis Lg+Faï+Des	Fis Tr+Fis Lg	Faï	Faï+Fis Lg	Fis Lg+Or	—	Or	Epa	1,6	
4	353+400	1,4	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Des+Aff	Fis Lg+Faï+Des	Fis Tr+Fis Lg	Faï	Faï+Fis Lg	Fis Lg+Or	—	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
5	353+500	1,3	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï+NP	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr	Faï+Fis Lg	Faï+Fis Lg	Faï+Aff	Faï+Or	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
6	353+600	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Pel	Fis Tr+Or	Faï+Des	Faï+Fis Lg	Faï+Fis Lg	Aff	Faï+Or	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
7	353+700	1,6	Faï+Fis Tr+Fis Lg+Des	Des+Aff	Fis Lg	Fis Lg+Des	Faï	Faï+Fis Lg	Faï+Fis Lg	Aff	Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
8	353+800	1,5	Ep+Fis Lg	Or+Pel	Des+Aff	Fis Lg+Des	Faï+Des	Faï+Fis Lg	Faï+Fis Lg	Faï	Fis Lg	Des+Faï	1,5	
9	353+900	1,5	Fis Lg	Or+Pel	Pel	Fis Lg+Des	Faï	Faï	Faï+Fis Lg	Faï+NP	Fis Lg	Des+Faï	1,5	
10	354+000	0,6	Fis Lg	Faï+Or	Faï	Faï+Des	Faï+Fis Tr	Faï	Faï+Or	Faï	Fis Lg	Des+Faï+Fis Tr	1,4	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 354+000 au PK 355+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
11	354+100	1,5	Fis Lg	Faï+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg+Des	Des+Aff	Fis Lg	Faï+Fis Lg	Faï+NP	Fis Lg	Des+Faï	Fis Lg	1,6	La largeur de la chaussée est 7.6 m Dégradations de degré 3
12	354+200	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	
13	354+300	1,4	—	—	—	—	—	-	-	—	—	—	1,5	
14	354+400	1,4	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Faï	Fis Lg	Faï	Faï	Faï	Faï	1,5	La largeur de la chaussée est 7.8 m Dégradations de degré 2
15	354+500	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï+Fis Tr	Faï+Fis Tr	Faï	Fis Lg	Faï+Or	Faï+Fis Tr	Faï+Fis Tr	Faï	1,5	
16	354+600	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï	Fis Tr	Faï	Fis Lg	Faï+Or	Faï	Faï+Fis Lg	Faï	1,5	
17	354+700	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Faï	Fis Tr	Faï	Faï	Faï+Or+Pel	Faï+Pel	Faï+NP	Fis Lg	1,5	
18	354+800	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Faï+Des	Fis Tr	Fis Tr	Faï	Faï	Aff	Fis Lg+Fis Tr	Faï+Des	Fis Tr	1,5	
19	354+900	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Faï	Faï	Aff	Fis Lg	Faï+Or	Fis Tr	1,4	
20	355+000	1,4	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Faï	Faï	Fis Tr+Fis Lg+Aff	Fis Lg+Fis Tr	Faï+Or	Fis Tr	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 355+000 au PK 356+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
21	355+100	1,4	Fis Tr+Faï	Faï+Or+Pel	Faï	Faï+Or	Faï	Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Des	1,5	La largeur de la chaussée est 7.7 m Dégradations de degré 2
22	355+200	1,4	Fis Tr+Faï	Faï+Or+Fis Tr+Pel	Fis Tr+Pel	Faï+Or+Fis Tr+Pel	Faï	Faï	Faï+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
23	355+300	1,6	Fis Tr+Faï	Faï+Or+Fis Tr+Pel	Fis Tr+Pel	Faï+Or+Fis Tr+Pel	Faï	Faï	Faï+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
24	355+400	1,0	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	Fis Tr	Faï+NP	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	
25	355+500	1,4	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	
26	355+600	1,4	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Des	Faï	Faï+NP	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	
27	355+700	1,3	Fis Lg+Des	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr+Faï	Faï	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	
28	355+800	1.61.4	Fis Lg+Des	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr	1,5	
29	355+900	1,4	Fis Lg+Des	Faï+Or	Faï+Des	Des+Aff	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Fis Tr+Faï	1,5	
30	356+000	1,5	Faï	Fis Lg+Fis Tr+Or	Fis Lg+Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Lg+Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 356+000 au PK 357+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
31	356+100	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or+Aff	Fis Tr	1,5	La largeur de la chaussée est 7.8 m Dégradations de degré 2
32	356+200	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Faï+Or	Fis Tr	1,5	
33	356+300	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg	—	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	1,5	
34	356+400	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Des	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	1,5	
35	356+500	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Epa	1,5	
36	356+600	1,5	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Aff	1,5	
37	356+700	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Lg+Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	1,5	
38	356+800	1,5	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Des	1,5	
39	356+900	1,5	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	Fis Tr	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	
40	357+000	1,5	Fis Lg+Des	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr	Or+Des	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 357+000 au PK 358+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
41	357+100	1,3	Faî+Fis Tr	Fis Tr+Des	Fis Tr+Des	Fis Tr+Des	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr+Aff	Epa+NP+Des	1,4	La largeur de la chaussée est 7.9 m Dégradations de degré 2
42	357+200	1,5	Des	Fis Tr+Or	Fis Tr +Fis Ls	Tr+Aff+De	Fis Lg	Fis Lg+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Lg+Or	Fis Tr	1,5	
43	357+300	1,6	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr +Fis Lg	Faï+Fis Lg	Fis Lg	Fis Lg+Or	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr +Fis Lg	Fis Lg+Or	Faï+Des+Aff	1,5	
44	357+400	1,5	Faî+Fis Tr	Faî+Fis Tr	Faî+Fis Tr	Faï+Fis Lg	Aff+Fis Lg	Fis Lg+Or	Faïs Tr+Des	Faï+Des	Fis Lg+Or	Fis Tr+Faï+Des+Aff	1,4	
45	357+500	1,6	Faî+Fis Tr+Epa	Faî+Fis Tr	Faî+Fis Tr	Faï+Fis Lg	Aff+Fis Lg	Faï+Fis Lg	Faï+Des+Aff	Aff+Fis Lg	Fis Lg+Faï	Fis Lg	1,5	
46	357+600	1,5	Faî+Fis Tr	Faî+Fis Tr	Faï+Des+Aff	Faî+Fis Tr	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr	Fis Lg+Or	Aff+Fis Lg	Fis Tr+Aff	Fis Lg+Epa	1,5	
47	357+700	1,6	Fis Lg+Des	Faî+Fis Tr	Faï+Des+Aff	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Aff+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Aff+Fis Lg	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Epa+NP+Des	1,4	
48	357+800	1,5	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Aff+Fis Tr+Faï	Aff+Fis Tr+Faï	Aff+Fis Tr+Faï	Aff+Fis Tr+Faï	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	1,3	
49	357+900	1,6	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï+Aff	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï+Des+Aff	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Or+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	1,4	
50	358+000	1,4	Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Des	Fis Tr+Faï+Aff	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Or+Faï	Fis Lg+Epa	1,6	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 358+000 au PK 359+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
51	358+100	1,5	Faï+Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Pel	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	Fis Tr+Des	Fis Tr+Res	Fis Tr+Or+Res	Fis Tr+Fis Lg+Des	1,6	La largeur de la chaussée est 7,9 m Dégradations de degré 2
52	358+200	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Pel	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Res	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Lg+Epa	1,5	
53	358+300	1,6	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Pel	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï	Epa+Faï	1,4	
54	358+400	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Des	1,5	
55	358+500	1,6	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Des	Fis Tr+Or	Fis Tr+Des	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Des	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Fis Lg	1,6	
56	358+600	1,3	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Des	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Lg+Epa	1,5	
57	358+700	1,6	Fis Lg+Epa	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Des	Fis Tr+Aff	Fis Tr+Aff	Fis Tr+Or	Fis Tr+Des	Fis Tr+Des	Fis Tr+Des	1,6	
58	358+800	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Des	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Des	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Aff	Fis Tr+Des	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Lg	1,5	
59	358+900	1,6	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	NP+Des+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr	Fis Tr	Des+NP	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Lg	1,6	
60	359+000	1,4	Fis Lg+Epa	Fis Tr+Or	Faï+Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Lg	1,4	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 359+000 au PK 360+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
61	359+100	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Faï	Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Faï	Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	1,5	La largeur de la chaussée est 7.4 m Dégradations de degré 3
62	359+200	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Fsi Lg	1,5	
63	359+300	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Faï	Faï	Faï+Or	Fis Tr+Faï	Faï+Or	Fsi Lg	1,5	
64	359+400	1,5	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Lg+Or	Fis Tr+Des	Faï	Faï	Faï+NP	Faï+NP	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	1,5	
65	359+500	1,5	Fis Tr	Faï+Or	Faï	Faï+Des	Faï+Aff+NP	Faï+Aff+NP	Faï+Aff+Or+NP	Faï+Aff+Fis Tr	Faï+Aff+Fis Tr+NP	Fsi Lg	1,5	
66	359+600	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Faï+Aff+NP	Faï+Aff+Or+NP	Faï+Aff+Fis Tr	Faï+Aff+Or+NP	Fsi Lg	1,5	La largeur de la chaussée est 7.8 m Dégradations de degré 2
67	359+700	1,5	Fis Tr	Des+Aff	Faï	Faï+Or	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï	Faï+Or+NP	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
68	359+800	1,5	Fis Tr	Des+Faï	Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Fis Lg	Faï+Or+NP	Fis Tr	Faï+Or+NP	Epa	1,5	
69	359+900	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Lg	Fis Tr+Des	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Epa	1,5	
70	260+000	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Faï	Fis Tr+Des	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Epa	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 360+000 au PK 361+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
71	360+100	1,5	Fis Tr	Des+Faï+ Fis Tr	Fis Tr	Or	Faï	Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Fis Tr+Faï	1,5	La largeur de la chaussée est 7,0 m Dégradations de degré 3 La chaussée est en remblai
72	360+200	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Faï	Faï	Faï+Or	Faï	Faï+Or	Fis Tr+Faï	1,5	
73	360+300	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Faï	Faï+Or	Fis Tr	Faï+Or	Fis Tr+Faï	1,5	
74	360+400	1,5	Fis Tr+Epa	Des+NP	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï	Des+Faï+ Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
75	360+500	1,5	Fis Tr+Faï	Faï+Des	Fis Tr	Faï+Or	Faï	Faï	Des+Faï+ Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
76	360+600	1,5	Fis Tr+Faï	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	Faï+Or	Faï	Faï	Des+Faï+ Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Faï	1,5	
77	360+700	1,5	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï+Or	Des+Faï+ Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
78	360+800	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Faï	Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr	1,5	
79	360+900	1,5	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Faï	Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Tr	1,5	
80	361+000	1,5	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DÉGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 361+000 au PK 362+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
81	361+100	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	La largeur de la chaussée est 7,8 m Dégradations de degré 3
82	361+200	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
83	361+300	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	OR	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
84	361+400	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
85	361+500	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	La largeur de la chaussée est 7,7 m Dégradations de degré 2
86	361+600	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
87	361+700	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
88	361+800	1,5	ND	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
89	361+900	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
90	362+000	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 362+000 au PK 363+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
91	362+100	1,5	OR	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	La largeur de la chaussée est 7,8 m Dégradations de degré 2
92	362+200	1,5	Fis Tr+Fis Lg	TASS	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
93	362+300	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	OR	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
94	362+400	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
95	362+500	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
96	362+600	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
97	362+700	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
98	362+800	1,5	ND	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
99	362+900	1,5											1,5	
100	363+000	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg					1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 363+000 au PK 364+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
101	363+100	1,5	N,P	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	La largeur de la chaussée est 7,8 m Dégradations de degré 2
102	363+200	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	TASS	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
103	363+300	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
104	363+400	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg				1,5	
105	363+500	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg				1,5	
106	363+600	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			Fis Tr+Fis Lg				1,5	
107	363+700	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	TASS	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
108	363+800	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg				1,5	
109	363+900	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	
110	364+000	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 364+000 au PK 365+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
111	364+100	1,5			Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	La largeur de la chaussée est 7,7 m Dégradations de degré 2
112	364+200	1,5			Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
113	364+300	1,5			Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
114	364+400	1,5			Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg			1,5	
115	364+500	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg				1,5	
116	364+600	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg				1,5	
117	364+700	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg		1,5	
118	364+800	1,5	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg		1,5	
119	364+900	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg		1,5	
120	365+000	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg		Fis Tr+Fis Lg		1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 365+000 au PK 366+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
121	365+100	1,5	Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr								1,5	La largeur de la chaussée est 7,8 m Dégradations de degré 2
122	365+200	1,5		Fis Tr	Fis Tr		Des+NP	Des+NP					1,5	
123	365+300	1,5		Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Des+NP	Des+NP					1,5	
124	365+400	1,5		Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Des+NP	Des+NP					1,5	
125	365+500	1,5		Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		1,5	
126	365+600	1,5		Fis Tr	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		1,5	
127	365+700	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg		1,5	
128	365+800	1,5	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg	Faï+Fis Tr+Fis Lg				1,5	
129	365+900	1,5		Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		1,5	
130	366+000	1,5		Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or	Fis Tr+Or		1,5	

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANTENNE LAGHOUAT

ETAT DE RELEVÉ DE DEGRADATION DE LA RN 23 SUR 14 KM DU PK 353 AU PK 367

Section du PK 366+000 au PK 367+000

Code inscrit sur la chaussée	PK	Coté gauche						Coté droit						Observations
		Largeur acct (m)	Bande 5	Bande 4	Bande 3	Bande 2	Bande 1	Bande 1	Bande 2	Bande 3	Bande 4	Bande 5	Largeur acct (m)	
			0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m	0.55 m	0.75 m	1.00 m	0.75 m	0.55 m		
131	366+100	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Lg+Faï	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr	1,5	La largeur de la chaussée est 7.8 m Dégradations de degré 2
132	366+200	1,6	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+N.Po	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	1,5	
133	366+300	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	Faï+N.Po	Faï+Des	Faï+Des	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr	1,3	
134	366+400	1,4	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Lg+Faï+N. Po	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr	1,4	
135	366+500	1,3	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Faï	Fis Lg+Faï+N. Po	Fis Tr+Faï	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Faï+Or	Fis Tr	1,6	
136	366+600	1,6	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Des	Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg+Faï+Or	Fis Tr	1,3	
137	366+700	1,4	Fis Tr+Fis Lg+Des	Fis Tr	Faï+Or	Faï	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Des	Faï+Des+ Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Faï	1,4	
138	366+800	1,5	Fis Tr+Or	Fis Tr	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Faï+N. Po	Fis Lg+Or	Fis Tr+Fis Lg+Des	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Lg+Faï+Or +Des	Fis Tr+Faï	1,6	
139	366+900	1,5	Fis Tr+Epa	Fis Tr+Faï+Des	Fis Tr+Or	Fis Tr+Fis Lg	Fis Tr+Fis Lg	Fis Lg+Or	Faï	Fis Tr+Fis Lg+Faï	Fis Lg+Faï+Or +Des	Fis Tr+Faï	1,5	
140	367+000	1,3	Fis Tr+Des	Fis Tr	Fis Tr+Fis Lg+Des	Faï+Des	Fis Lg+Faï+N. Po	Faï+Des	Faï+Or	Fis Tr+Fis Lg	Faï+Or+Des	Fis Tr+Des	1,5	

Titre du mémoire : Les Pathologies des Chaussées, Diagnostic et techniques de réparation ; Etude d'un tronçon de la route RN23

Nom : Djoudi / Bensalem Zineb

Prénom : Walid Yacine / Med Imad Eddin

Encadreur : Damene

Résumé : Ce travail consiste à étudier la détérioration des chaussées en vue 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 chaussées pour comprendre leur fonctionnement, les matériaux utilisés dans leur construction et leurs dimensions.

Ensuite, nous avons répertorié et discuté les différents types de détérioration et leurs causes. Cela a permis de connaître les moyens d'entretien nécessaires et d'éventuelles préventions. Pour appliquer l'acquis théorique, nous avons pris le cas de la RN23 du PK 353+000 au PK 367+000 sur une portée de 14 km (Wilaya de Laghouat) comme cas d'étude. 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 clés : Chaussées, dégradations, prévention, diagnostic, réparation

عنوان المذكرة : تدهور الطرق وتشخيصه وتقنيات إصلاحه؛ دراسة قسم من الطريق الوطني رقم 23

المؤطر: ضامن زينب

الاسم: وليد ياسين / محمد عماد الدين

اللقب: جودي / بن سالم

ملخص: يتمثل هذا العمل في دراسة تدهور الطرق لتحديد أكثر أسبابه احتمالا، ووسائل الوقاية المناسبة وكيفية اقتراح الحلول الموثوقة في حالة التدخل لمعالجة هذه العيوب. للقيام بذلك، بدأنا أولاً بدراسة هياكل الأرصفة المختلفة لفهم كيفية عملها والمواد المستخدمة في بنائها وأبعادها.

بعد ذلك، قمنا بإدراج ومناقشة الأنواع المختلفة من التلف وأسبابه. هذا جعل من الممكن معرفة الوسائل اللازمة للصيانة. لتطبيق النظرية قمنا بدراسة حالة الطريق الوطني رقم 23 وتحديداً بين النقطة الكيلومترية 353 إلى النقطة 367 على طول 14 كلم في ولاية الأغواط من أجل التحقق من حالة الطريق ودراسة التشوهات الموجودة لمعرفة الأسباب واقتراح حلول لمعالجة المشاكل والحد منها.

أخيراً، الدراسة التي أجريناها وبعد تحليل النتائج التي حصلنا عليها وتشخيصها أتاحت لنا اقتراح حلول للحد من ظاهرة تدهور الطرق وتقديم الحلول كلمات مفتاحية: التدهور، الوقاية، التشخيص، الطرق.

Memory title: Roads Pathologies, Diagnosis and Repair Techniques; Study of a section of the RN23 road

Name: Djoudi / Bensalem

First name: Walid Yacine / Med Imad Eddin

Directed by: Damene Zineb

Abstract: This work consists in studying the deterioration of roads 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 deal with these defects. To do this, we first started by studying the different pavement structures to understand how they work, the materials used in their construction and their dimensions.

Next, we have listed and discussed the different types of spoilage and their causes. This made it possible to know the necessary means of maintenance and possible prevention. To apply the theoretical knowledge, we took the case of the RN23 from PK 353+000 to PK 367+000 over a range of 14 km (Wilaya Laghouat) as a case study. 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, diagnostics, road