

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة سعيدة - د. الطاهر مولاي

UNIVERSITÉ DESAÏDA - Dr. MOULAY TAHAR



Faculté de Technologie  
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du Diplôme de MASTER en Génie civil

Spécialité: Géotechnique

ENTRETIEN DES CHAUSSEES RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Présenté par:

**Kheddaoui Djamila**  
**Guerroudj Aida ISmahane**

Soutenu le 09 / 2020, devant le jury composé de:

M<sup>r</sup> Harbit Y.

Président

M<sup>me</sup> Ghefir Meriem.

Encadreur

M<sup>me</sup> Benguediab S.

Examinatrice

M<sup>r</sup> Hachemi H.

Co encadreur

**Année universitaire 2019/2020**

The background of the page features a black graduation cap with a tassel and a rolled-up diploma tied with a gold ribbon, resting on a light-colored wooden surface. The text is overlaid on this image.

## Remerciement

*Nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre nos études.*

*Nous remercions notre professeur Madame Ghefir Meriem d'avoir accepté de nous encadrer, sans ses orientations et ses suggestions les plus inestimables, surtout pour sa patience.*

*Un grand merci à tous nos professeurs qui nous ont suivis et aidés pendant notre cursus universitaire.*

*Sans oublier de remercier tous qui nous ont aidés d'achever ce modeste travail soit de près ou de loin.*

***Djamila et Ismahane***



# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

- ✦ Mes très chers parents qui m'ont soutenu moralement durant toute ma vie avec leurs conseils précieux et leurs encouragements pour réaliser mon but.*
- ✦ Mes sœurs Asmaa et Fatima.*
- ✦ A toute ma famille.*
- ✦ Mon binôme GUERROUDJ AIDA ISMAHAN et à toute sa famille.*
- ✦ Tous mes collègues de bureau d'étude et surtout Mounir.*
- ✦ Toutes les autres qui je n'ai pas cité nommément et qui se reconnaîtront dans ma dédicace.*

*Kheddaoui Djamila.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à:*

✿ *Mes très chers parents qui m'ont soutenu moralement durant toute ma vie avec leurs conseils précieux et leurs encouragements pour réaliser mon but.*

✿ *Mes sœurs Sara, Malek et mon cher frère Abderrahmane.*

✿ *A toute ma famille.*

✿ *Mon binôme KHEDDAOUI DJAMILA et à toute sa famille.*

✿ *Tous mes collègues de bureau d'étude.*

✿ *Toutes les autres qui je n'ai pas cité nommément et qui se reconnaîtront dans ma dédicace.*

*Guerroudj Aida Ismahane*

## Résumé

Les chaussées au cours de leurs exploitations, sont soumises aux actions. 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.

L'objectif de notre travail est de trouver des réponses aux questions suivantes :

- Quelle sont les causes les plus probables de ces dégradations
- Quels sont les moyens pour prévenir ces dégradations
- Comment proposer des solutions fiables en cas d'une intervention

Le présent travail s'intéresse à répondre aux questions posées, en prenant des cas real (autoroute est-ouest - route nationale RN90 - chemin de wilaya et chemin communal).

## Abstract

The pavements during their operation are subject to actions. These actions cause stresses in the body of the pavement, the repeated applications of which cause visible damage to the surface of the pavement which is called degradation.

Over time, this degradation can go from the weak stage to the major stage, which when reached, a repair or correction should be considered as soon as possible.

The aim of our work is to find answers to the following questions:

- What are the most probable causes of this degradation?
- What are the means to prevent this degradation?
- How to offer reliable solutions in the event of an intervention?

This work is interested in answering the questions asked, taking real cases (east-west highway - national road RN90 - wilaya road and communal road).

## ملخص

تخضع الأرصفة أثناء استغلالها لعوامل متعددة. تؤدي هذه لعوامل الى اجهادات في هيكلها، تسبب هذه الاجهادات المتكررة تلفا مرئيا لسطح الرصيف، وهو ما يسمى التدهور. بمرور الوقت، يمكن أن ينتقل هذا التدهور من المرحلة الضعيفة إلى المرحلة المهمة، والتي عند ادراكها يجب مباشرة الصيانة في أقرب الأجل.

الهدف من عملنا هو إيجاد إجابات للأسئلة التالية:

- ما هي الأسباب المحتملة لهذا التدهور؟
- ما هي وسائل منع هذا التدهور؟

• كيفية تقديم حلول ناجعة في حالة حدوث تدخل؟

يهتم هذا العمل بالإجابة على الأسئلة المطروحة، مع أخذ حالات واقعية:

الطريق الولائي والطريق البلد - الطريق السريع بين الشرق والغرب - الطريق الوطني(RN90) .



**TABLE DES MATIERES**

# Table Des Matières

## LISTE DES FIGURES

## LISTE DES TABLEAUX

## LISTE DES SYMBOLES ET NOTATION

## INTRODUCTION GENERALE

### CHAPITRE I. GENERALITEES

I.1. INTRODUCTION	01
I.2. DEFINITION DE LA ROUTE	01
I.3. LES DIFFERENTS TYPES DES ROUTES	01
I.4. LA CLASSIFICATION FONCTIONNELLE	03
I.5. CONFIGURATION DU RÉSEAU ROUTIER	05
I.6. LES ÉLÉMENTS GÉOMÉTRIQUE DE LA ROUTE	06
I.6.1. Le tracé en plan	06
I.6.1.1. Règles à respecter dans le tracé en plan	07
I.6.1.2. Éléments du tracé en plan	07
I.6.2. Le profil en long	08
I.6.2.1. Règle à respecter dans le tracé du profil en long	09
I.6.2.2. Les éléments de composition du profil en long	09
I.6.3. Le profil en travers	09
I.6.3.1. Les éléments du profil en travers	10
I.7. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS	18
I.7.1. Profil en travers type	18
I.7.2. Profil en travers courant	18
I.8. ROLE ET EVOLUTION DES CHAUSSEES	18
I.9. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE	20
I.10. CONSTITUTION D'UNE CHAUSSEE : LES DIFFERENTES COUCHES	20
I.10.1. Sol support	21
I.10.2. Couche de forme	21
I.10.3. Couches d'assise	21
I.10.4. La couche de surface	21
I.11. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE	22
I.11.1. Les chaussées souples	22
I.11.2. Les chaussées bitumineuses épaisses	22
I.11.3. Les chaussées mixtes	23
I.11.4. Les chaussées semi-rigides	23
I.11.5. Les chaussées à structure inverse	24
I.11.6. Les chaussées rigides (en béton de ciment)	24
I.12. La démarche de dimensionnement	25
I.13 CONCLUSION	26

### CHAPITRE II. DEGRADATION DES CHAUSSEES

II.1. INTRODUCTION	27
II.2. LES PRINCIPALES CAUSES DE DEGRADATION	27
II.2.1. Les chaussées revêtues	27
II.2.1.1 La qualité des matériaux	27
II.2.1.2. La mise en œuvre	27
II.2.1.3. Le trafic	28
II.2.1.4. Les conditions climatiques et effets chimique	28
II.2.2. Les chaussées non revêtues	29
II.3. LES TYPES DE DEGRADATIONS	29
II.3.1. Les dégradations structurelles (Type A)	29
II.3.2. Les dégradations non structurelles (Type B)	29
II.4. PROCESSUS DE DÉGRADATION PAR TYPE DE CHAUSSEES	30
II.4.1. Chaussées revêtues	30

II.4.1.1. Chaussées souples	30
II.4.1.2. Chaussées semi-rigides	31
II.4.1.3. Chaussées rigides	32
II.4.2. Les chaussées non revêtues	32
II.4.2.1. Action des véhicules	32
II.4.2.2. Action de l'eau	33
II.5. DÉGRADATION SUR LES CHAUSSÉES REJETUES	34
II.5.1. Dégradations sur les chaussées à revêtement bitumineux	34
II.5.1.1. Les déformations	34
II.5.1.2. Les fissurations	37
II.5.1.3. Les arrachements	40
II.5.1.4. Les mouvements de matériaux	45
II.5.2. Dégradations sur les chaussées en béton	47
II.5.2.1. Les fissurations	47
II.5.2.2. Les épaufrures	48
II.5.2.3. Les décalages de joint (de dalles ou de fissure)	49
II.5.2.4. Le pompage	50
II.6. DÉGRADATION SUR LES CHAUSSÉES NON REJETUES	50
II.6.1. Les déformations	50
II.6.2. Les arrachements	53
II.7. CONCLUSION	55

### CHAPITRE III. ENTRETIEN DES CHAUSSEES

III.1. INTRODUCTION.	56
III.2. PLANIFICATION DE L'ENTRETIEN DES CHAUSSEES	56
III.2.1. Moment d'intervention	56
III.3. DÉFINITION DU PROGRAMME D'ENTRETIEN ET PRÉVISION DES TRAVAU	56
III.3.1. Définition des caractéristiques des sections critiques	57
III.3.2. Identification des solutions d'intervention	57
III.3.3. Éléments d'analyse économique	59
III.3.4. Évaluation et estimation des interventions identifiées	59
III.4. ÉTABLISSEMENT DU PROGRAMME D'ENTRETIEN	60
III.4.1. Priorisation des interventions	60
III.4.2. Échéanciers des interventions et plan d'action	63
III.4.3. Validation du programme d'intervention	64
III.5. ANALYSE DES COUTS D'UNE SÉQUENCE D'ENTRETIEN SUR LE CYCLE DE VIE	64
III.5.1. Les scénarios d'intervention	69
III.4.1.1 Analyse 1 (Scénario avec entretien)	69
III.6. L'ENTRETIEN COURANT DES CHAUSSÉES	69
III.7. L'ENTRETIEN P RÉVENTIF DES CHAUSSÉES	70
III.8. L'ÉTUDE ET LA RÉALISATION DE TRAVAUX NEUFS	70
III.9. LES TRAVAUX DE FAUCHAGE	70
III.10. LA VIABILITÉ HIVERNALE	71
III.11. LES OUVRAGES D'ART	71
III.11.1. L'entretien courant	71
III.11.2. L'entretien préventif	72
III.12. EN PARTICULIER, ET NOTAMMENT EN AGGLOMÉRATION, SONT EXCLUS DE LA COMPÉTANCE DU LÉQUIPE D'ENTRETIEN LES DOMAINES SUIVANTS	72
III.13. TRAITEMENT DES DÉGRADATIONS	72
III.13.1. Entretien des chaussées souples	72
III.13.2. Entretien des chaussées rigides	76
III.14. PROBLÈMES DE REMONTÉ DE FISSURES	77
III.14.1. Classification	77
III.15. CONCLUSION	78

### CHAPITRE IV. ETUDE DES CAS

IV.1. INTRODUCTION	79
IV.2. CAS N° 01 AUTOROUTE EST OUEST TRONÇON SBA TELEMEN	79



<b>IV.2.1. Contexte</b>	<b>79</b>
<b>IV.2.2. PRESENTATION</b>	<b>79</b>
<b>IV.2.3. Etat des tubes inclinometrique implante au niveau de l'autoroute est - ouest lot ouest</b>	<b>83</b>
<b>IV.2.4. RECOMMANDATIONS ET INTERVENTIONS</b>	<b>84</b>
<b>IV.2.5. VISITE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT AU DROIT DES ZONES SENSIBLES</b>	<b>84</b>
<b>IV.2.6. Etat visuel des zones visitées et propositions d'actions d'entretien</b>	<b>85</b>
<b>IV.2.7. PHOTOS LECTURES INCLINOMETRIQUES</b>	<b>90</b>
<b>IV.2.8. PHOTOS DES DESORDRE</b>	<b>91</b>
<b>IV.2.9. PHOTOS TRAITEMENTS EXECUTES</b>	<b>94</b>
<b>IV.2.10. Graphes des lectures inclinometriques</b>	<b>97</b>
<b>IV.3. CAS N°02 ROUTE NATIONALE RN°90</b>	<b>101</b>
<b>IV.4. CAS N°03 CHEMIN WILAYA ET CHEMIN COMMUNAL</b>	<b>102</b>
<b>IV.5. CAS N°04 VOIRIE URBAINE</b>	<b>107</b>
<b>IV.5.1. Projet du déficit de la voirie urbaine BALLOUL CENTRE</b>	<b>107</b>
<b>IV.5.2. Le réseau de la voirie urbaine est composé de trois types</b>	<b>107</b>
<b>IV.6. CONCLUSION</b>	<b>107</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	
<b>REFERENCE</b>	
<b>ANNEX</b>	



# **LISTE DES FIGURES**

## Liste Des Figures

### Chapitre 01

Figure I-1 : Routes à une voie de circulation.....	2
Figure I-2 : Routes à deux sens de circulation .....	2
Figure I-3 : Route à multi-voies de circulation .....	2
Figure I-4 : CONSISTANCEDUPATRIMOINEROUTIER .....	3
Figure I-5 : Evolution de la consistance du réseau routier de 1962-2016.....	4
Figure I-6 : Chemin communale .....	4
Figure I-7 : Chemin Wilaya .....	4
Figure I-8 : Route Nationale .....	5
Figure I-9 : Autoroute .....	5
Figure I-10 : Réseau routier national .....	6
Figure I-11 : Tracé en plan d'une route .....	7
Figure I-12 : Les éléments du profil e travers .....	10
Figure I-13 : La chaussée .....	10
Figure I-14 : L'accotement .....	11
Figure I-15 : Terreplein central .....	11
Figure I-16 : Le fossé .....	12
Figure I-17 : Le fossé trapézoïdal .....	12
Figure I-18 : Talus en Rembla .....	14
Figure I-19 : Talus en déblai rocheux / ponte presque verticale .....	14
Figure I-20 : Talus en déblai roche massive / ponte stable .....	15
Figure I-21 : La bande d'arrêt d'urgence (BAU) .....	16
Figure I-22: Buse simple.....	17
Figure I-23: Dalot simple .....	17
Figure I-24: Buse double .....	17
Figure I-25: Dalot double .....	17
Figure I-26: Buse triples .....	17
Figure I-27 : Dalot triples .....	17
Figure I-28 : Coupe d'une structure de chaussée non revêtue.....	20
Figure I-29 : Chaussée souple .....	22
Figure I-30 : Les chaussées semi-rigides .....	24
Figure I-31 : Chaussée rigide .....	25
<b>Chapitre 02</b>	
Figure II-1 : les affaissements .....	35
Figure II-2 : l'orniérage.....	36
Figure II-3 : les bourrelets .....	37
Figure II-4 : les fissures transversales .....	38

Figure II-5 : les fissures longitudinales .....	39
Figure II-6 : le faïençage .....	40
Figure II-7 : plumage .....	41
Figure II-8 : peignage .....	41
Figure II-9 : les arrachements .....	41
Figure II-10 : la pelade .....	42
Figure II-11 : les nids de poule .....	43
Figure II-12 : exemple de réparation .....	45
Figure II-13 : réparation dégradée .....	45
Figure II-14 : le ressuage .....	46
Figure II-15 : les remontées de fines .....	47
Figure II-16 : réseau de fissure de forme diverses.....	48
Figure II-17 : fissure en coin de dalle .....	49
Figure II-18 : les épaufrures .....	49
Figure II-19 : exemple de décalage.....	48
Figure II-20 : Pompage caractérisé par l'humidification de la chaussée aux bords des joints .....	50
Figure II-21 : les ornières .....	51
Figure II-22 : la tôle ondulée .....	52
Figure II-23 : bournier .....	53
Figure II-24 : le ravinement .....	54
Figure II-25 : les nids de poule .....	54
<b>Chapitre 03</b>	
Figure III-1 : travaux de reprofilage .....	77
<b>Chapitre 04</b>	
Figure IV-1 : PK 109+700(1127+400) Côté Nord .....	80
Figure IV-2 : PK 46+850(PK 1064+850) Côté Sud .....	90
Figure IV-3 : PK 51+900(PK 1069+900) Côté Sud .....	90
Figure IV-4 : PK 109+700(1127+400) Côté Nord .....	90
Figure IV-5 : PK 111+400 (1129+400) Côté Nord .....	90
Figure IV-6 : PK46+100(1064+100) Côté sud .....	90
Figure IV-7 : PK 64+100 (1082+100) .....	91
Figure IV-8 : Dégradation au niveau de Lit d'arrêt d'urgence PK48+147(1066+147) côté Nord .....	91
Figure IV-9 : Ravinements PK 46+850(1064+850) Côté Sud .....	91
Figure IV-10 : Désordres caniveau rectangulaire PK 46+850 (1064+850) Côté Sud .....	92
Figure IV-11 : Sortie des eaux internes PK 94+800(1112+800) côté Nord .....	92
Figure IV-12 : Fissures sortie de viaduc PK 109+400 (1127+400) côté Nord .....	92
Figure IV-13 : Glissement PK112+700 (1130+700) Côté Nord .....	93
Figure IV-14 : Fissures PK 114+100(1132+100) Côté Nord .....	93

<b>Figure IV-15 : Fissures au niveau de caniveau rectangulaire et décollement de GBA PK118 (1136) Côté Sud .....</b>	<b>94</b>
<b>Figure IV-16 : Colmatage des fissures PK106 (1124) Côté Nord .....</b>	<b>94</b>
<b>Figure IV-17 : Figure IV-17 : Nettoyages des regards de visite PK69(1107) Nord.....</b>	<b>94</b>
<b>Figure IV-18 : Nettoyages des regards de visite PK69(1107) Nord .....</b>	<b>95</b>
<b>Figure IV-19 : Nettoyage des caniveaux à fente PK 89 (1087) Côté Sud .....</b>	<b>95</b>
<b>Figure IV-20 : Nettoyage des caniveaux à fente PK 89 (1107) Côté Nord .....</b>	<b>95</b>
<b>Figure IV-21 : Nettoyage des caniveaux à fente lit d'arrêt d'urgence PK 70 (1088) Côté Nord .....</b>	<b>96</b>
<b>Figure IV-22 : Travaux de boisement PK 1121 côté Nord .....</b>	<b>96</b>
<b>Figure IV-23 : Travaux de boisement PK 1112+800 côté Nord.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure IV-24 : Envasement dalot PK 74+220 (1092+220) côté amont .....</b>	<b>96</b>
<b>Figure IV-25 : Envasement dalot PK 74+220 (1092+220) côte .....</b>	<b>101</b>
<b>Figure IV-26 : vérification des bornes kilométriques.....</b>	<b>101</b>
<b>Figure IV-27 : Les photos des ouvrages busés envasées Et obstruées par décharges .....</b>	<b>101</b>
<b>Figure IV-28 : Les photos fossés bétonnés obstruées par plantation .....</b>	<b>105</b>
<b>Figure IV-29 : Faiénçage .....</b>	<b>105</b>
<b>Figure IV-30 : l'orniérage.....</b>	<b>105</b>
<b>Figure IV-31 : Affaissement des chaussées .....</b>	<b>105</b>
<b>Figure IV-32 : les arrachements .....</b>	<b>106</b>
<b>Figure IV-33 : Dégradation de l'accotement .....</b>	<b>106</b>
<b>Figure IV-34 : l'état initial .....</b>	<b>107</b>
<b>Figure IV-35 : l'état final après l'entretien .....</b>	<b>107</b>



**LISTE DES TABLEAUX**

## Liste Des Tableaux

<b>Tableau 1 - Evolution de la consistance du réseau routier 2005-2009 .....</b>	<b>3</b>
<b>Tableau 2 - Matrice d'aide à la décision pour l'identification d'une intervention d'entretien.....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau 3 - type d'entretien selon la dégradation de surface .....</b>	<b>61</b>
<b>Tableau 4 - Comparaison de deux (2) analyses de coûts sur le cycle de vie d'une chaussée souple sur un horizon de 40 ans .....</b>	<b>66</b>
<b>Tableau 5 - Détails des coûts des interventions .....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau 6 - Etat t des tubes inclinometrique implanté au niveau de l'Autoroute Est - Ouest - lot Ouest Arrêté au 08/03/20200... ..</b>	<b>83</b>
<b>Tableau 7- Etat visuel des zones visitées et propositions d'actions d'entretien .....</b>	<b>85</b>
<b>Tableau 8 - Daïra d'Ouled Brahim .....</b>	<b>103</b>



# **SYMBOLES ET NOTATION**



## **SYMBOLES ET NOTATION**

**CC : Chemin communale**

**CW : Chemin Wilaya**

**RN : Route Nationale**

**A : Autoroute**

**P : Poids propre**

**Fc : La Force Centrifuge**

**R : La composante de la résultante P+Fc**

**PST : Plate-Forme Support de Chaussée**

**BAU : Les Bandes d'Arrêt d'Urgence**

**BB : Béton Bitumineux**

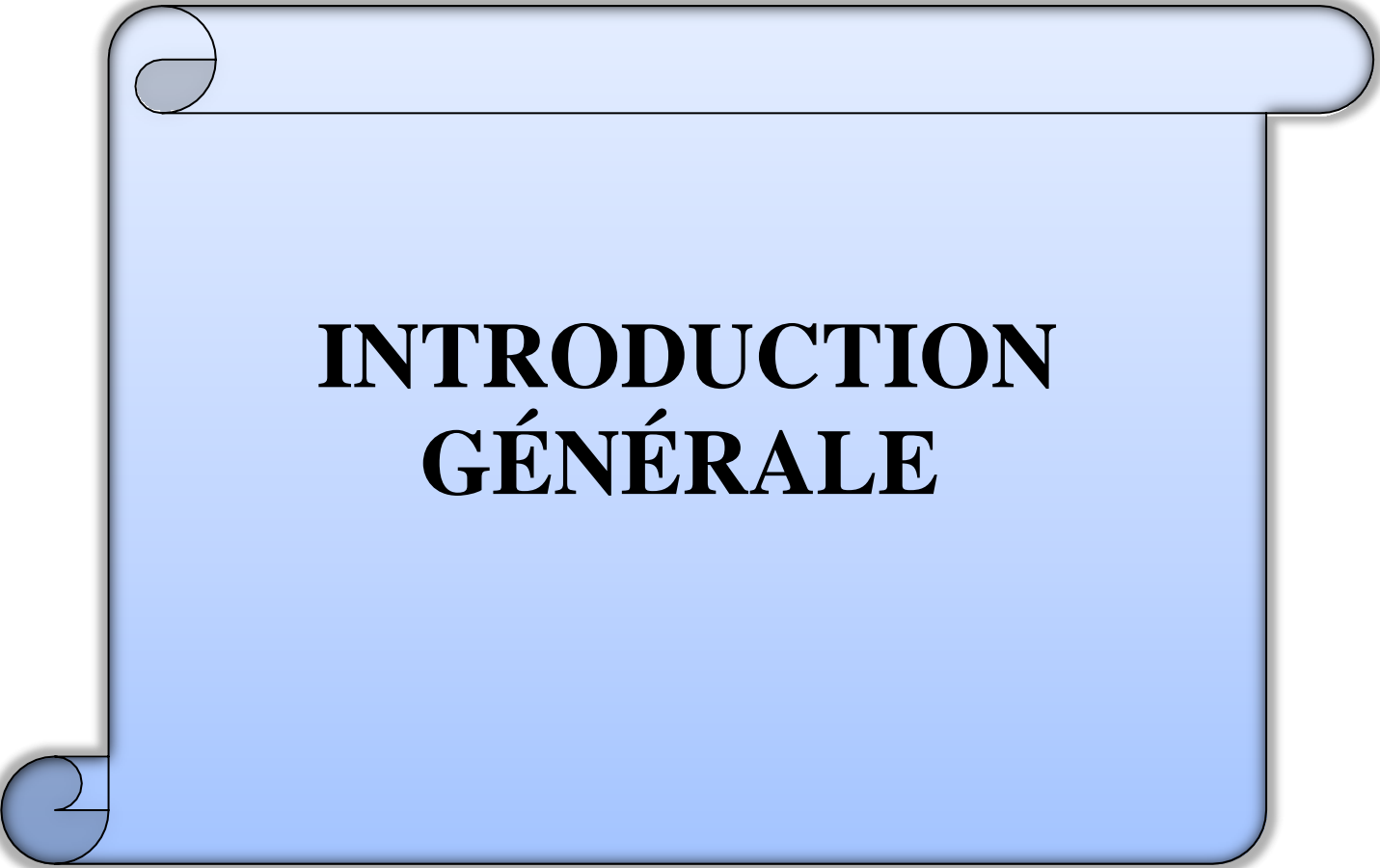
**GNT : Grave Non Traité**

**MTLH : Matériaux Traités au Liant Hydraulique**

**EVSM : Entreprise de Viabilisation Sidi Moussa**

**Is : L'indicateur d'état de surface**

**Ir : L'indicateur de confort au roulement**



**INTRODUCTION  
GÉNÉRALE**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Toute activité dans la vie quotidienne dépend du transport, qui est une activité mère nouvelle dans la recherche scientifique, marginalisée malgré que le transport est un sujet du temps.

Le transport englobe tous ce qui est déplacement d'un point à un autre soit numérique (ondes, électrique ou énergétique) ou physique (aérienne, maritime, clients ou marchandises, par pipes).

La route « caractérisée par sa chaussée » est un moyen principal dans le transport terrestre ou toute dégradation provoque un déséquilibre (socioéconomique)

Pour assurer le bon fonctionnement de tout moyen (élément) transport, l'entretien est imminent. Quel que soit son cout, il a un rendement inestimable indirect.

Cette chaussée au cours de son exploitation, est soumise aux actions (directes du trafic et indirectes d'autres facteurs tels que la fatigue des matériaux, intempéries, accidents... etc.). 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.

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

- Quelle sont les causes les plus probables de ces dégradations?
- Quels sont les moyens pour prévenir ces dégradations?
- Comment proposer des solutions fiables en cas d'une intervention?

Afin d'atteindre notre objectif, nous commençons notre travail par une étude théorique qui par la suite sera illustrée par des cas pratiques.

La partie théorique comporte trois chapitres répartis comme suit :

Dans le premier chapitre, nous étudions d'une manière générale les différents types et généralités des chaussées.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des généralités sur les diverses dégradations des chaussées et leurs causes les plus probables.

Enfin, nous terminons notre théorie par le troisième chapitre dans lequel nous présentons les modes d'entretien et prévention des dégradations de ces chaussées.

Pour mettre en application cette théorie, un quatrième chapitre est réservé au cas pratique.



**CHAPITRE 1**  
**GÉNÉRALITÉ SUR LES**  
**CHAUSSÉES**

## **I.1. INTRODUCTION**

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches, qui sont mises en œuvre pour répartir les charges induites par le trafic que le sol support seul ne pourrait pas soutenir.

Les routes Algériennes contribuent énormément à la mobilité des citoyens et à leur infrastructure économique. On ne saurait donc sous-estimer l'importance de concevoir et, plus particulièrement, de préserver de façon économique ces précieux actifs routiers nationaux. Mais actuellement, Ils se trouvent dans un état préoccupant.

## **I.2. DEFINITION DE LA ROUTE**

Une route est au sens littéral une voie terrestre (au niveau du sol ou sur viaduc) aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Ce terme s'applique plutôt aux voies importantes situées en rases campagne et ne peut être apparenté à une rue. Dans les pays vastes et peu peuplés, à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, de nombreuses routes étaient encore des chemins empierrés ou damés (les "sentiers battus").

De nos jours les routes sont souvent parcourues par des véhicules motorisés à des vitesses plus importantes que les rues en agglomération. Cette vitesse permet de réduire les temps de parcours, mais induit une énergie bien supérieure qui au moment du choc provoque des accidents plus violents et donc des conséquences plus graves.

## **I.3. LES DIFFERENTS TYPES DES ROUTES**

La norme Algérienne « B40 » précise la classification des routes selon l'importance. On distingue deux critères du choix du type de la voirie; le type de la connexion « entre deux points - pôles - administratifs, industriels ou politiques... etc. », et les caractéristiques du trafic « le volume désigne la géométrie, sa composition dimensionne la chaussée »

➤ **Routes à une voie de circulation**



*Figure I-1 : Routes à une voie de circulation. [1]*

➤ **Routes à deux sens de circulation**



*FigureI-2 : Routes à deux sens de circulation. [2]*

➤ **Route à multi-voies de circulation**

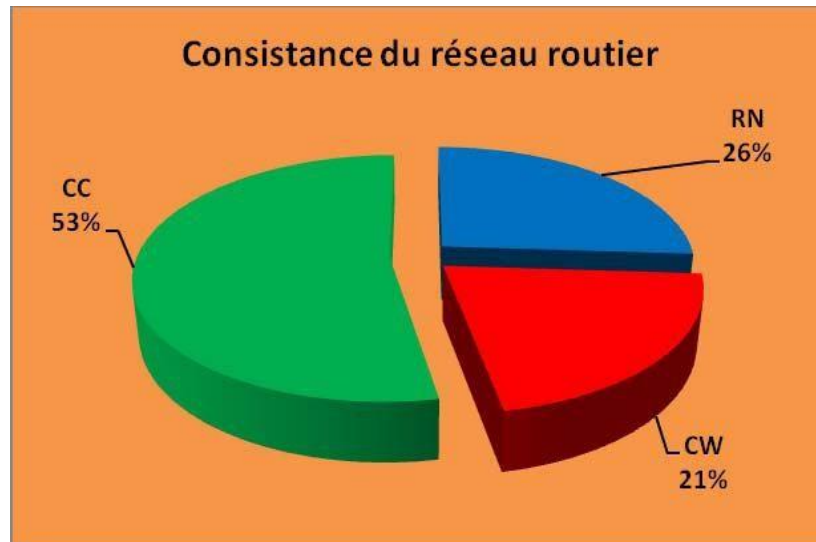


*FigureI-3 : Route à multi-voies de circulation. [3]*

#### I.4. LA CLASSIFICATION FONCTIONNELLE

La classification fonctionnelle est une hiérarchisation des routes à partir de leurs fonctions respectives établie d'après des critères démographiques et socio-économiques.

En Algérie on classe les routes comme suite:

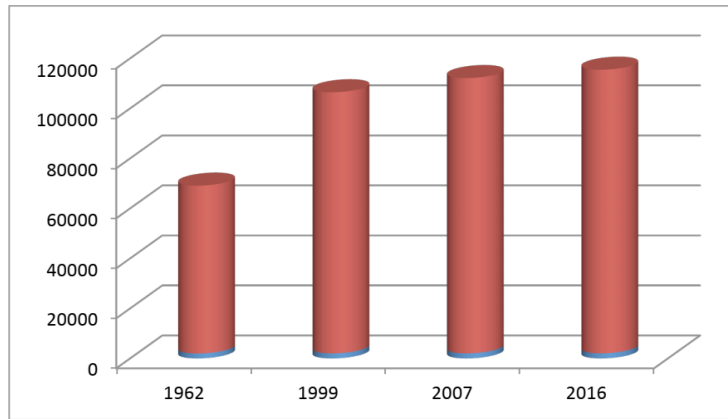


*Figure I-4 : Consistance du patrimoine routier*

Entre 1962 et 1999 le réseau routier a progressé en linéaire de plus de **37000** km, soit une progression de plus de 55% sur une période de 37 ans par rapport l'année 1962. L'extension de ce réseau s'est poursuivie au-delà de 1999.

**Tableau 1:** Evolution de la consistance du réseau routier 2005-2009

Année	RN	CW	CC	TOTAL
2005	28156	23806	56340	108302
2006	28275	23926	57251	109452
2007	28655	23879	57591	110125
2008	29146	23634	58481	111261
2009	29 280	23 771	59 645	112.696



*Figure I-5 : Evolution de la consistance du réseau routier de 1962-2016*

➤ **Chemin communale « CC » :**

Caractérisée par une borne kilométrique blanche reliant les agglomérations de la commune.



*Figure I-6 : Chemin communale. [4]*

➤ **Chemin Wilaya « CW » :**

Caractérisée par une borne kilométrique blanche & jaune reliant entre agglomérations inter communal.



*Figure I-7 : Chemin Wilaya. [5]*



➤ **Route Nationale « RN » :**

Caractérisée par une borne kilométrique blanche & rouge reliant entre agglomérations inter wilaya ou travers plusieurs wilayas.



*Figure I-8 : Route Nationale. [6]*

➤ **Autoroute « A » :**

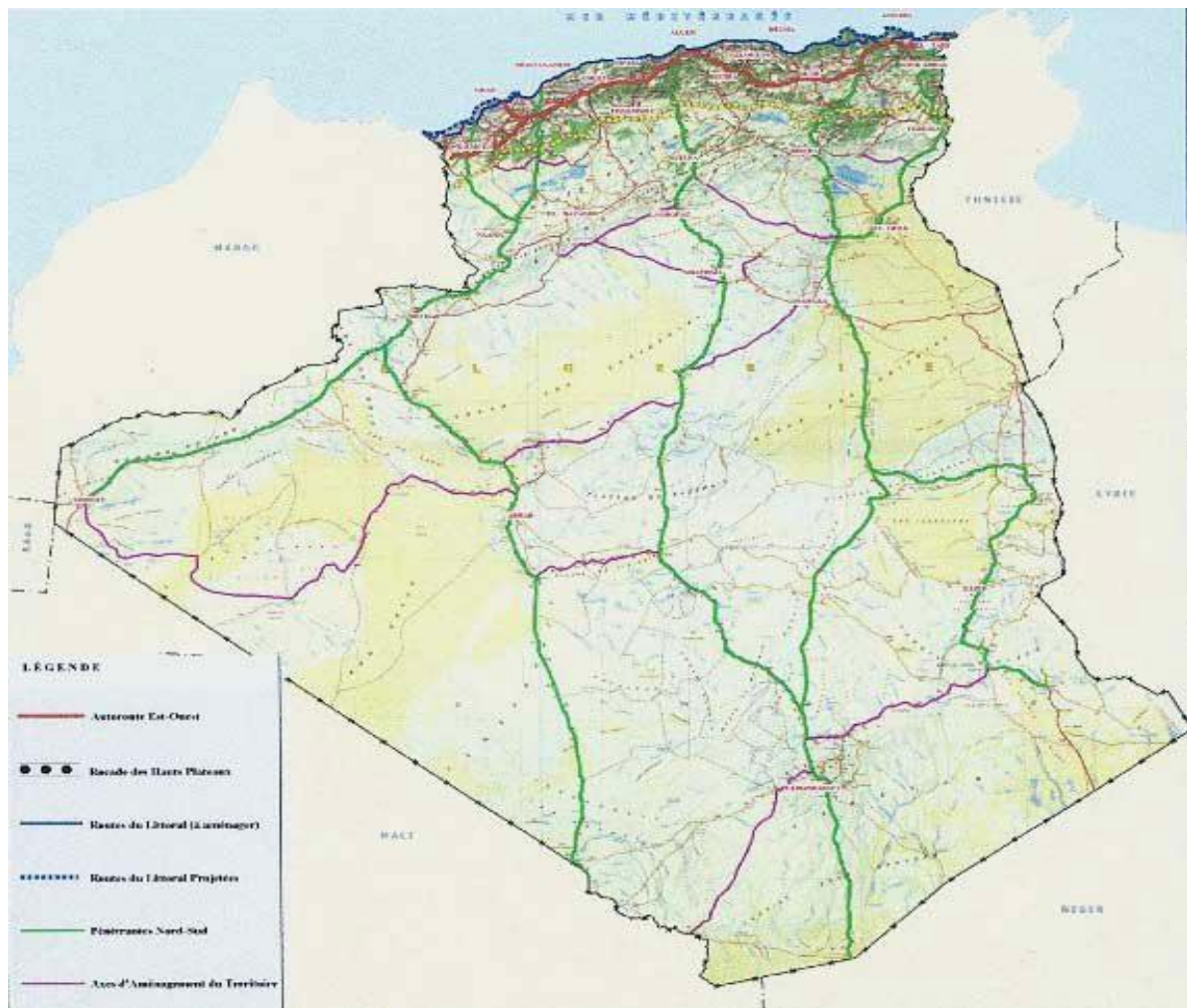
Des routes hors catégories « classification spéciale » leur gestion est autonome par « Agence Nationale de la Gestion des Autoroutes »



*Figure I-9 : Autoroute. [7]*

## I.5. CONFIGURATION DU RÉSEAU ROUTIER

Le réseau routier algérien demeure l'un des plus denses du continent africain, sa longueur est de 124 107 km Il est dense dans la frange nord du pays, assez lâche sur les hauts plateaux et se réduit à quelques axes dans le sud.



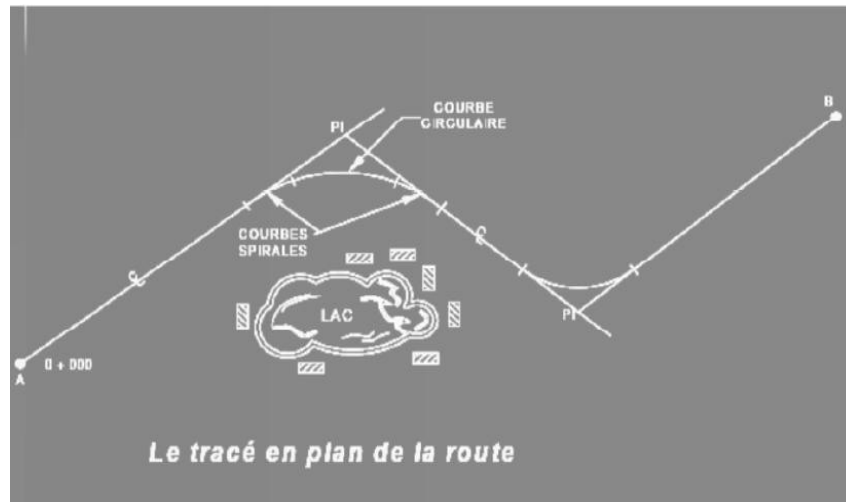
*Figure I-10 : Réseau routier national*

## I.6. LES ÉLÉMENTS GÉOMÉTRIQUE DE LA ROUTE

### I.6.1. Le tracé en plan

Le tracé en plan est une succession des droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.



*Figure I.11. Tracé en plan d'une route.[8]*

### I.6.1.1. Règles à respecter dans le tracé en plan

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants ;
- Eviter de passer si possible sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Se raccorder au réseau routier existant ;
- éviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais ;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens et de rayon différent par un cercle unique ;
- Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux présentant des caractéristiques très médiocres) ;
- Il faut toujours appliquer les rayons supérieurs au rayon minimal normal ;
- Eviter les très longs alignements droits. [8]

### I.6.1.2. Eléments du tracé en plan

#### ➤ Alignement :

Pendant longtemps on a préféré le tracé rectiligne parce qu'il est le plus court, mais maintenant les longs alignements sont à proscrire, car:

- Eblouissement causé par les phares (conduite de nuit) ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage ;
- Esthétique difficile ;
- Encourage les vitesses excessives.

Pour cela, on est amène à faire un tracé légèrement infléchi. On doit donc remplacer ces alignements droits trop longs par une succession d'alignements courts et de courbes. En faits, il est préférable d'avoir un pourcentage compris entre 20% et 60% en alignement droit, d'une section de route. [8]

➤ **Arc de cercle:**

Deux alignements droits de direction différente sont reliés par une courbe. Notre rôle est d'assurer une transition confortable et sécurisante d'un usager passant d'un alignement droit à un autre.

Pour cela, il y a lieu de choisir un rayon de la courbe assurant cette condition. Dans ce cas, trois éléments interviennent pour limiter la courbure:

- La stabilité des véhicules sous l'effet de l'accélération centrifuge ;
- La visibilité dans les courbes.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre au-dessous du rayon minimum préconisé. [8]

➤ **Rayon en plan:**

Un véhicule qui se déplace dans un virage est soumis à différentes forces, parmi lesquelles figurent son poids propre **P** et la force centrifuge **F<sub>c</sub>**.

Si la composante de la résultante des deux forces **R'** passe en dehors du polygone des routes, le véhicule perd sa stabilité et se renverse. [9]

### **I.6.2. Le profil en long**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et des raccordements circulaire, ou parabolique. Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants. La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

### **I.6.2.1. Règle à respecter dans le tracé du profil en long**

L'élaboration du tracé de profil en long s'appuiera sur les règles suivantes:

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur ;
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement ;
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage ;
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long ;
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais ;
- Eviter une hauteur excessive en remblai ;
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles ;
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon ;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique ;
- Adaptez le profil en long aux grandes lignes du paysage.[8]

### **I.6.2.2. Les éléments de composition du profil en long**

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer:

- L'altitude du terrain naturel ;
- L'altitude du projet ;
- La déclivité du projet.

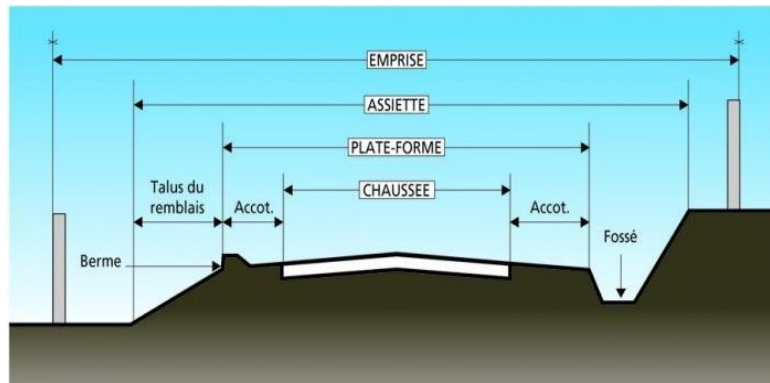
### **I.6.3. Le profil en travers**

Le profil en travers est défini comme étant la coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe du projet. La détermination du profil en travers constitue à définir la largeur de la chaussée et ses annexes, On distingue trois types de profils en travers :

- Profil en travers en déblai ;
- Profil en travers en remblai ;
- Profil en travers mixte (remblai et déblai).

### I.6.3.1. Les éléments du profil en travers

Il illustre essentiellement la largeur de la chaussée et celle des accotements.



*Figure I.12 : Les éléments du profil en travers. [10]*

#### ➤ La chaussée :

C'est la partie renforcée et affectée à la circulation des véhicules. Pour subir directement les actions des véhicules et les facteurs naturels, sa largeur dépend essentiellement de la considération de débit, elle est divisée en voies de circulation.



*Figure I-13 : La chaussée*

La largeur de la chaussée varie entre 3 à 7m

➤ **Les accotements:**

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour le stationnement. Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2.5m utilisés comme bande d'arrêt.

Il sert de support latéral à la structure de la chaussée, de refuge aux véhicules arrêtés ou en panne. Il permet la circulation des véhicules d'urgence et protège l'automobiliste lors d'un dépassement imprévu en lui permettant d'éviter une collision frontale.

Les accotements larges suscitent chez les conducteurs une sensation de confort et de sécurité.



*FigureI-14 : L'accotement*

➤ **Terreplein central :**

En conception routiers un séparateur désigne une zone ou un dispositif compris entre deux largeurs roulables empruntées par des circulations de même sens ou de sens contraire et conçu de façon à décourager ou a empêché le passage des véhicules d'une chaussée à l'autre.

Il constitue une réserve foncière pour l'éventuel élargissement ou déboulement de la route ou de l'autoroute concernée.



*FigureI-15 : Terreplein central*

➤ **Le fossé :**

Ce sont les excavations aménagées de part et d'autre de la plate-forme.

Ils sont destinés à assainir la plate-forme en collectant les eaux de ruissellement.

On distingue :

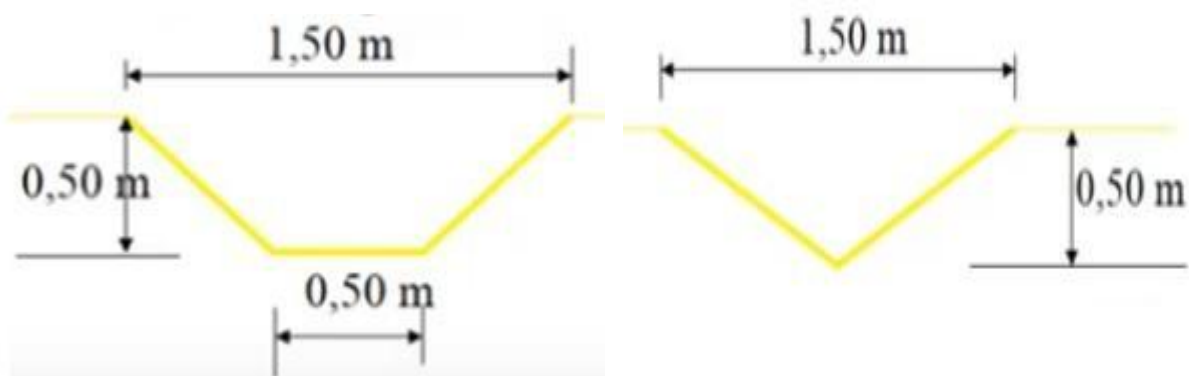


*Figure I-16 : Le fossé*

➤ **Le fossé trapézoïdal :**



*Figure I-17 : Le fossé trapézoïdal*



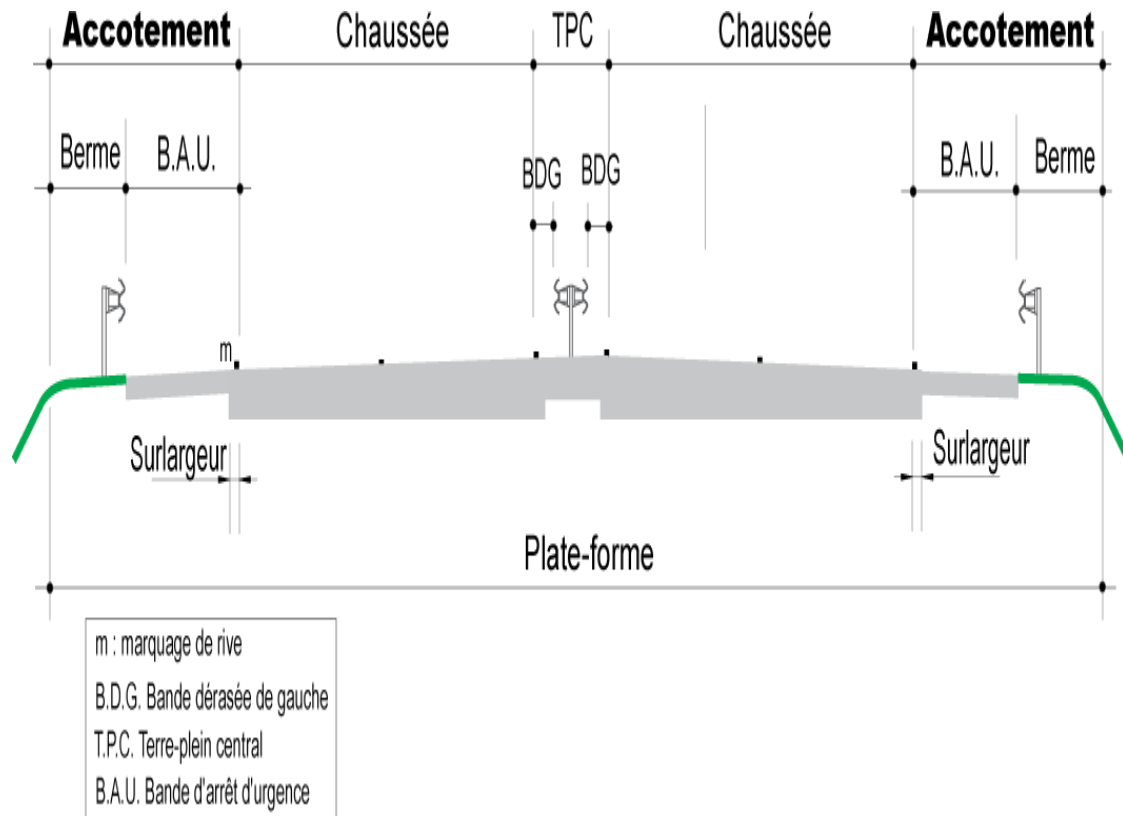
*Schéma I-1 : Le fossé trapézoïdal*

*Schéma I-2 : Le fossé triangulaire*



➤ **La plate-forme :**

C'est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et, éventuellement les terres pleines.



*Schéma I-4 : La plate-forme*

➤ **L'assiette :**

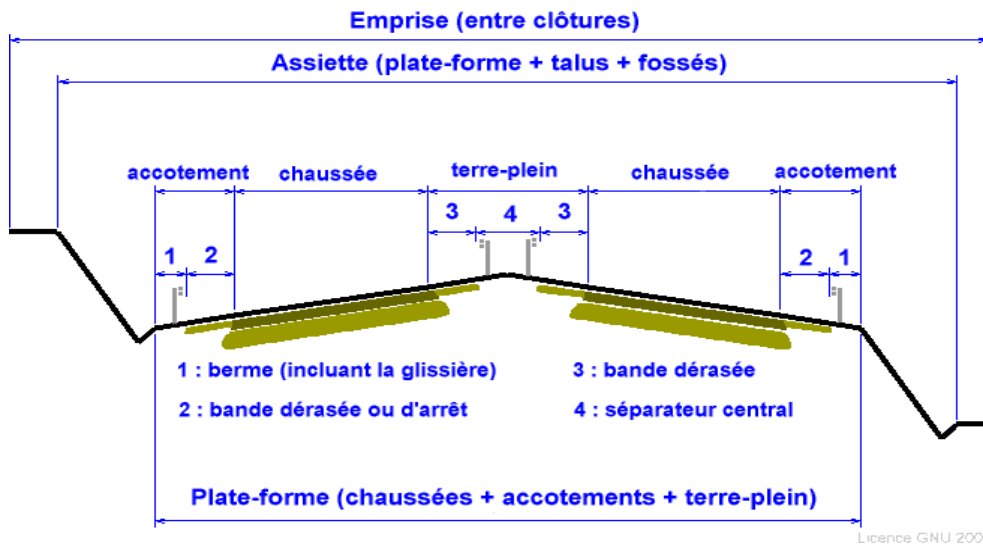
C'est la surface du terrain réellement occupée par la route et ses annexes. (Plate-forme + faussée + talus + toute dépendance et ouvrages affectés au DP).

➤ **L'emprise:**

C'est la surface de terrain juridiquement affectée à la route et ses annexes. Elle au moins égale à l'assiette

Elle est généralement de :

- 30 m pour les routes ;
- 70 à 100 m pour les autoroutes.



*Schéma I-5 : L'emprise*

➤ **Le talus:**

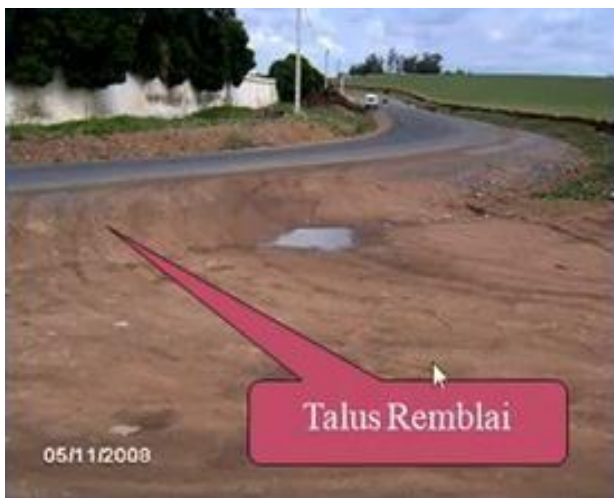
Partie de route comprise entre l'accotement et le faussée. On distingue les talus de remblais et les talus de déblais.

- Les talus de remblais sont généralement réglés à une pente de 3/2 ;
- Les talus de déblais sont généralement réglés à une pente de 1/1.

➤ **Remblais – Déblais:**

Quand la route est construite au-dessus du terrain naturel, on dit qu'elle est en remblais.

Quand elle est construite au-dessous du terrain naturel, on dit qu'elle est en déblais.



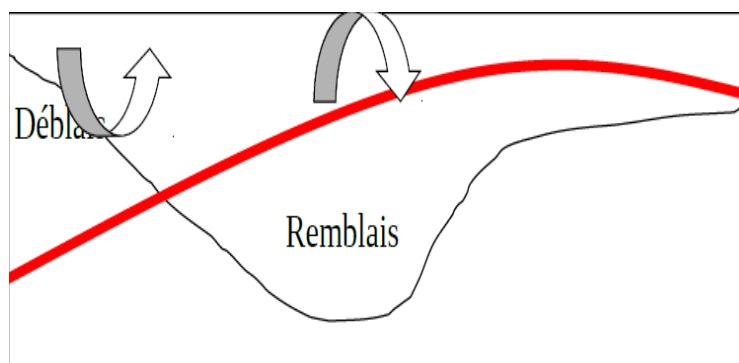
*Figure I-18 : Talus en Remblai*



*Figure I-19 : Talus en déblai rocheux / ponté presque verticale*



*Figure I-20 : Talus en déblai roche massive / pont stable*

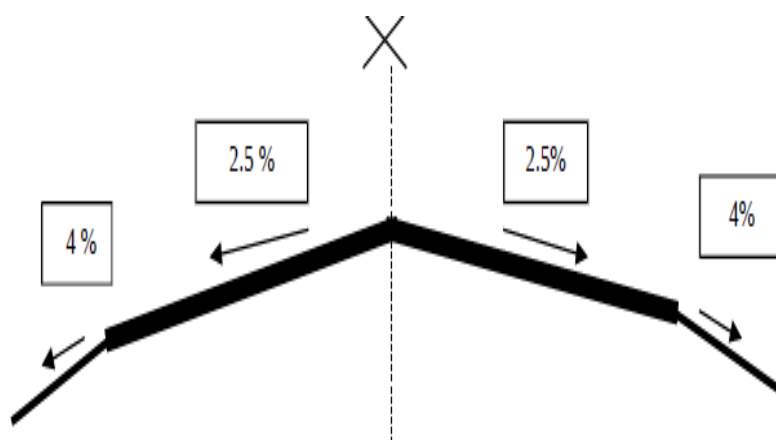


*Schéma I-5 : Remblai et déblai*

➤ **Dévers :**

C'est l'inclinaison transversale de la route.

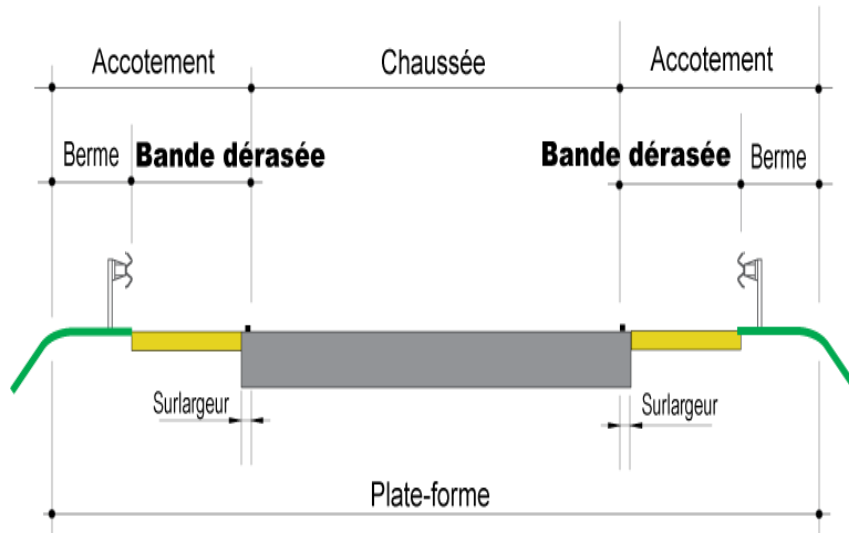
- En alignement droit le dévers est destiné à évacuer les eaux superficielles ;
- En courbe les dévers permettent à la fois d'évacuer les eaux de ruissellement et de compenser une partie de la force centrifuge.



*Schéma I-6 : Dévers*

➤ **La berme :**

La berme d'une route est la partie non roulable de l'accotement d'une route.



*Schéma I-7 : La berme*

➤ **Les bandes d'arrêt d'urgence (BAU) :**

Est une zone dégagée de tout obstacle, sur autoroute entre autres, et généralement bordée à l'extérieur d'une berme engazonnée et elle est spécialement réalisée pour permettre, en cas de nécessité, l'arrêt ou le stationnement des véhicules.



*Figure I-21 : La bande d'arrêt d'urgence (BAU)*

➤ **Ouvrages d'assainissement :**

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

**On distingue:**

- Les buses : Ouvrages en béton à section circulaire ;
- Dalots: Ouvrages en béton armé à section carrée ou rectangulaire.



*Figure I-22: Buse simple*



*Figure I-23: Dalot simple*



*Figure I-24: Buse double*



*Figure I-25: Dalot double*



*Figure I-26: Buse triples*



*Figure I-27: Dalot triples*

## **I.7. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS**

IL existe deux types de profil en travers:

- Profil en travers type ;
- Profil en travers courant.

### **I.7.0. Profil en travers type:**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'a il contenu tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations.

(Remblais, Déblais). Son application sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

### **I.7.2. Profil en travers courant:**

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à distance de chaque 20m.

Selon le terrain naturel il existe trois types de profil en travers : les profils en déblais, en remblais et ou bien les profils mixtes. Ménagement de routes existantes.

## **I.8. ROLE ET EVOLUTION DES CHAUSSEES**

- Répartir les pressions et les contraintes des véhicules de manière à ce que la pression résultante sur le sol naturel soit inférieure à la limite de portance du sol ;
- D'absorber les charges dues aux véhicules ;
- D'encaisser les variations journalières et saisonnières de température et d'hygrométrie ;
- De rejeter les eaux de pluie vers l'extérieur ;

### **Les rôles des couches**

#### **➤ La couche de surface**

- Couche de roulement : s'opposera la pénétration de l'eau ;

- Couche de liaison: résister aux efforts horizontaux des pneumatiques par cisaillement (accélération, freinage, rotation des roues non motrices).

➤ **Couche d'assise**

- Couche de base : résisté à la pression verticale ;
- Couche de fondation: interface.

**Plate-forme support de chaussée (PST)**

➤ **Couche de forme :**

Uniformiser la portance du sol.

➤ **Sol support:**

Possibilité de traiter aux liants hydrauliques.

➤ **Terrain naturel:**

Pour les déplacements à pied et occasionnels obligatoires peu ou pas répétitifs.

➤ **Sentier:**

Pour les déplacements à pied répétitifs et réguliers.

➤ **Piste et chaussée romaine:**

Pour des passages fréquents, en convois à pied ou accompagnés de véhicules (apparition de la roue).

➤ **Piste revêtue:**

Pour des passages fréquents de véhicules à vitesse « relativement élevée » (apparition du véhicule à moteur).

➤ **Chaussée souple revêtue:**

Pour des passages fréquents de véhicules à moteur à vitesse élevée et à charge par essieu « relativement faible ».

➤ **Chaussées à structures traitées:**

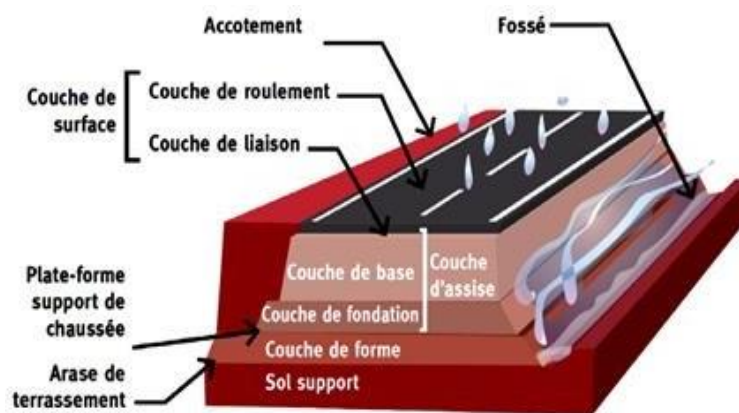
Pour des trafics importants de véhicules légers mais surtout de poids lourds devant circuler en toutes saisons et tous lieux et en sécurité.

### I.9. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

Une étude routière ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques, pluie, neige, verglas...etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie. [11]

### I.10. CONSTITUTION D'UNE CHAUSSEE : LES DIFFERENTES COUCHES

Vue leur rôle les chaussées se présentent comme des structures multicouches dont les épaisseurs doivent être suffisantes de manière à supporter sans dégradation la pression verticale transmise au sol. Comme la pression dans la couche granulaire décroît régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couche de caractéristiques mécaniques croissantes. En général, on rencontre les couches suivantes à partir du sol [12].



*Figure 1-28: Coupe type d'une structure de chaussée et terminologie des différentes couches.*

[13]

#### I.10.1. Sol support :

IL est généralement surmonté d'une couche de forme pour former un ensemble appelé plate-forme support de chaussée. Cette dernière sert, comme son nom l'indique, de support au corps de chaussée.



### **I.10.2. Couche de forme:**

La couche de forme est un élément de transition qu'on introduit entre le sol support et les couche de sol afin d'améliorer et d'uniformiser la portance du sol. Cette couche, ne fait pas partie intégrante de la chaussée, elle est constituée soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités au liant hydrauliques.

Elle a plusieurs fonctions:

- Lors des travaux elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins de chantier ;
- Elle permet de rendre plus homogènes les caractéristiques du sol tassé et de protéger ce dernier du gel.

### **I.10.3. Couches d'assise:**

L'assise de chaussée se décompose en deux sous-couches: la couche de fondation, surmonté de la couche de base.

#### ➤ **Couche de fondation:**

Elle est constituée de gravier concassé 0/40 d'une épaisseur de 20 cm. Elle répartit la pression sur le support, afin de maintenir les déformations.

#### ➤ **Couche de base:**

Elle est constituée de gravier 0/25 et bitume elle est d'une épaisseur de 20 cm, cette couche supporte exactement l'action des véhicules à l'intérieur de laquelle la pression élevée s'atténue avant d'être transmise à la couche de fondation.

### **I.10.4. La couche de surface**

A son tour la couche de surface a généralement une structure bicouche:

#### ➤ **La couche de liaison:**

L'apport structurel de cette couche est secondaire sauf les chaussées à assise granulaire dont la couche de surface est la seule couche liée.

#### ➤ **La couche de roulement:**

C'est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.

## I.11. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE

### I.11.1. Les chaussées souples

Ce sont les structures dites traditionnelles composées d'une couche bitumineuse (BB) mince (< 15 cm) pour la couche de roulement, et d'un corps de chaussée, assise, constitué d'une ou plusieurs couches de grave non traité (GNT). L'épaisseur globale de la chaussée est comprise entre 30 et 60 cm. [14]

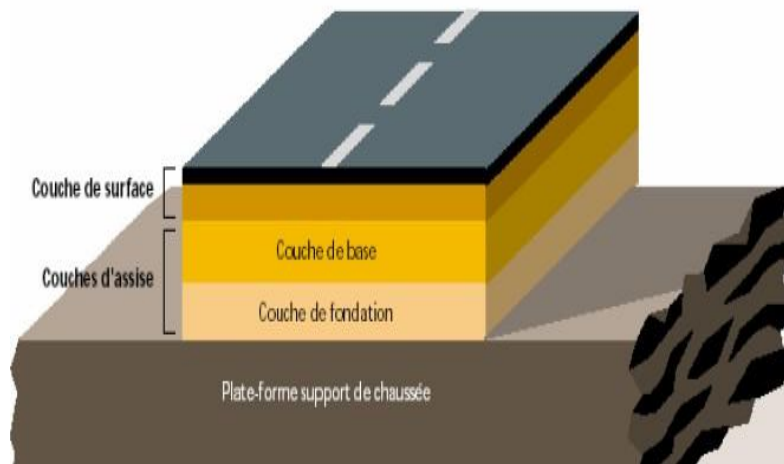
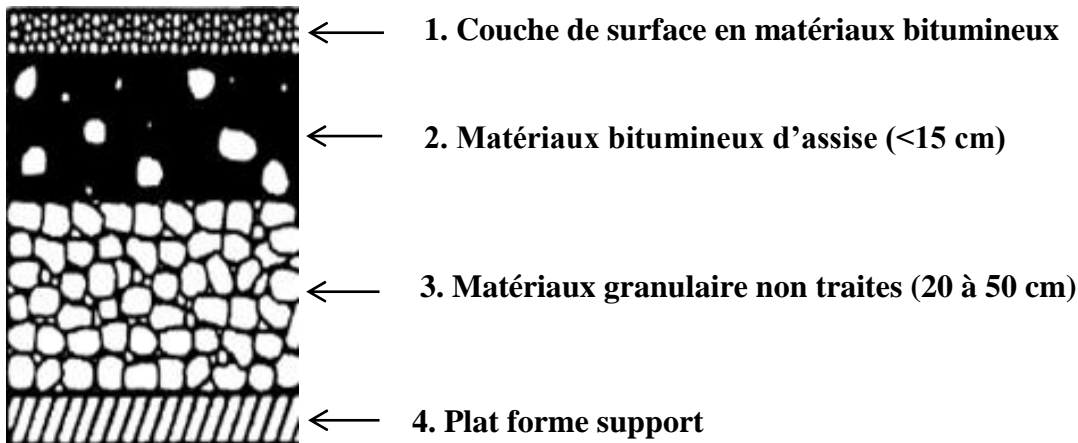


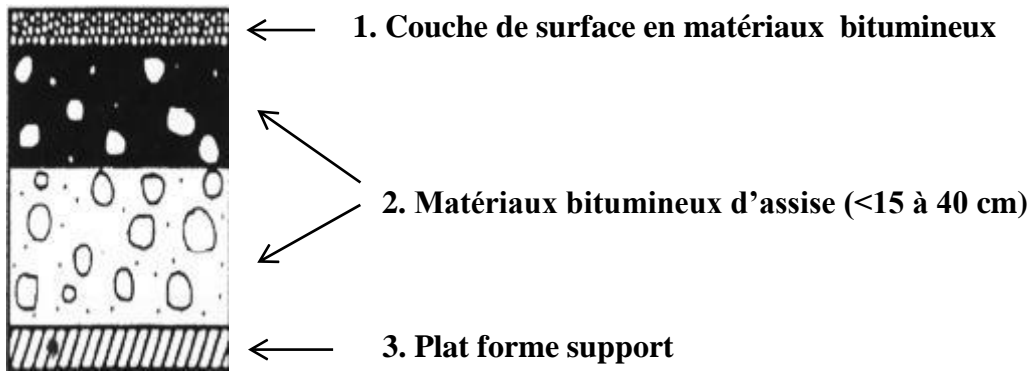
Figure I-29 : Chaussée souple. [15]



### I.11.2. Les chaussées bitumineuses épaisses

Ces structures se composent d'une couche de roulement bitumineuse sur un corps de chaussée en matériaux traités aux liants hydrocarbonés, fait d'une ou plusieurs couches.

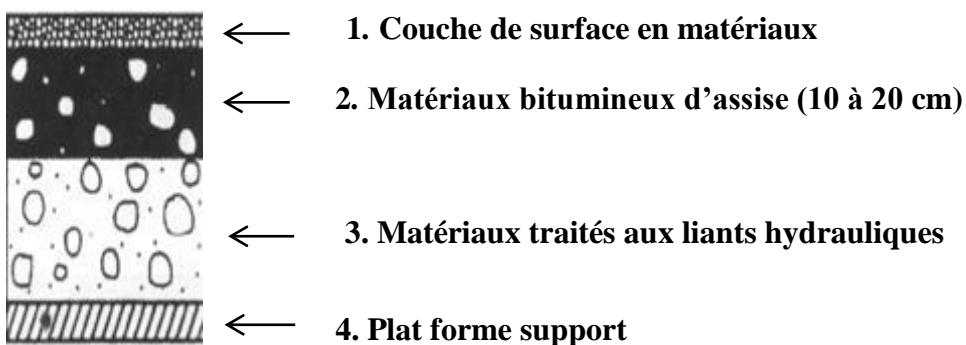
L'épaisseur des couches d'assise est le plus souvent comprise entre 15 et 40 cm.



### I.11.3. Les chaussées mixtes

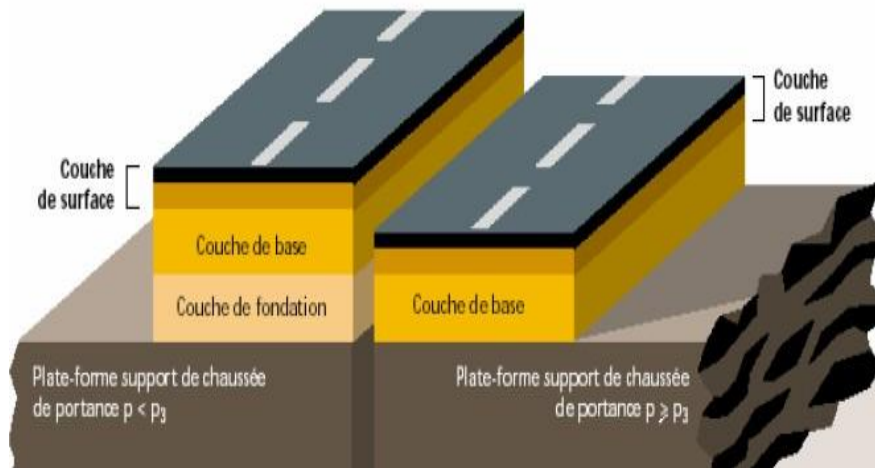
Elles sont composées d'une couche de roulement et d'une couche de base en matériaux bitumineux sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques.

Le rapport K de l'épaisseur des matériaux bitumineux à l'épaisseur totale de chaussée est de l'ordre de 0,5. Ces structures allient le comportement des deux types de matériaux et limite la vitesse de remontée des fissures. [14]



### I.11.4. Les chaussées semi-rigides

Ce sont les chaussées à assises traitées aux liants hydrauliques. Elles comportent une couche de surface bitumineuse et une ou deux couches d'assise en matériaux traités au liant hydraulique (MTLH) dont l'épaisseur est de 20 à 50 cm.



*Figure I-30 : Les chaussées semi-rigides [14]*

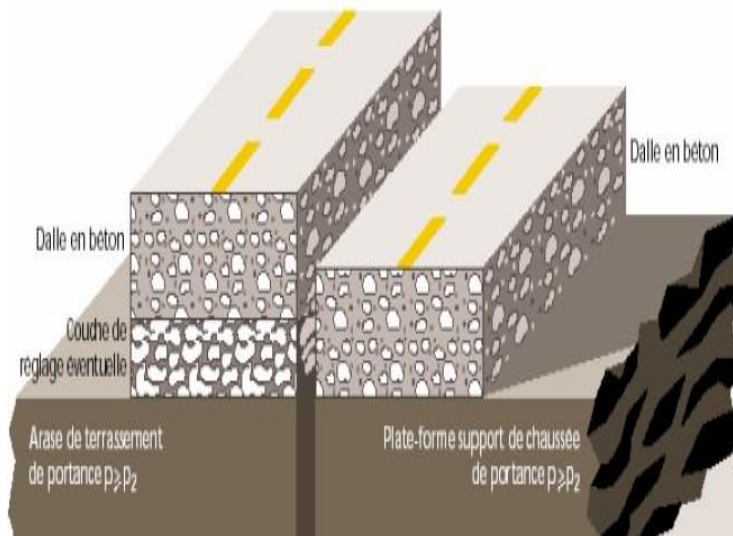
#### **I.11.5. Les chaussées à structure inverse**

Leur structure est composée de couches bitumineuses (surface et une couche d'assise) sur une couche de GNT (de 10 à 12 cm d'épaisseur) reposant sur une couche de fondation en MTLH. L'interposition d'une couche granulaire (absente de la structure mixte comportant également une couche de matériaux traités au liant hydrocarboné et une couche de MTLH) permet de réduire efficacement la vitesse de remontée des fissures. Cette structure est une configuration utilisée pour les chaussées autoroutières. [14]

#### **I.11.6. Les chaussées rigides (en béton de ciment)**

Ces chaussées comportent une couche de base de roulement en béton de ciment de plus de 12 cm. La couche de béton repose sur une couche de fondation qui est soit en MTLH, soit en béton maigre, soit une couche drainante (GNT ou autre) ; soit elle repose directement sur le support de chaussée avec interposition d'une couche bitumineuse d'assise (environ 5 cm).

La structure est constituée de dalles goujonnées (prise en compte des joints et bords de dalles dans le dimensionnement), ou de béton armé continu. [14]



**Figure I-31 : Chaussée rigide.[16]**

### **I.12. DEMARCHE DE DIMENSIONNEMENT :**

La démarche de dimensionnement reste sensiblement la même quelle que soit la technique de chaussée. [12]

#### **Etape 1:**

Consiste à choisir la couche de roulement puis au pré dimensionnement de la structure.

#### **Etape 2:**

Modélisation de la structure: il s'agit de la présentation de l'empilement de la chaussée puis le calcul des contraintes et des déformations.

#### **Etape 3:**

Vérification en fatigue de la structure et de la déformation du support: les contraintes et les déformations calculées doivent être inférieures aux valeurs admissibles.

#### **Etape 4:**

Ajustement des épaisseurs calculées qui a pour but de:

- Tenir compte des contraintes technologiques d'épaisseur minimale et maximale pour atteindre les objectifs de compacité ;
- Minimiser les risques de défauts de collage aux interfaces ;
- Protéger les assises traitées de la remontée des fissures.

**Etape 5 :**

Vérification de la tenue au gel-dégel.

**Etape 6 :**

Définition de la coupe transversale de la chaussée

**I.13. CONCLUSION**

L'étude et le choix du type de la voie est primordiale pour assurer l'objectif dont la route est conçue, malgré tout ça et sous des différentes facteurs (sous dimensionnement, des sur chargement, climat, fatigue,) la voirie et le corps de chaussée essentiellement est sujet de multiples dégradations, qui causes de multiples dégâts





**CHAPITRE 2**

**DÉGRADATION DES  
CHAUSSÉES**



## II.1. INTRODUCTION

Dans le domaine des travaux de voirie, on peut classer les dégradations selon l'ordre chronologique du projet (étude (où on peut omettre des phases ou des vices cachés), réalisation (souvent on rencontre des contraintes du type sols non homogènes ou des ressorts dues aux sources d'eau), exploitation (où régissent des imprévus tels que les intempéries exceptionnelles, usage et contamination des matériaux, durée de vie... etc.).

## II.2. LES PRINCIPALES CAUSES DE DEGRADATION

Plusieurs facteurs influent sur les dégradations des chaussées. On peut distinguer trois familles ; reliées aux études et lors de la réalisation, la deuxième sous l'effet mécanique (trafique), la troisième famille l'impact de l'intempérie ou les effets chimiques.

### II.2.1. Les chaussées revêtues

#### II.2.1.1. La qualité des matériaux

Elle est d'une importance capitale car il est difficile de faire une route de qualité à partir de matériaux aux caractéristiques médiocres. Les dégradations liées à la mauvaise qualité des matériaux peuvent être causées par:

- Une granulométrie incorrecte ;
- Un pourcentage élevé d'éléments roulés ;
- Une dureté des granulats insuffisante ;
- Des granulats sales (matières végétales) ;
- Un polissage rapide des granulats de fabrication défectueuse (spécialement pour les enrobés)
- Un pourcentage de liants ou de fines incorrect ;
- Un malaxage insuffisant.

#### II.2.1.2. La mise en œuvre

Même si la qualité du liant et des granulats sont excellentes avec un dimensionnement bien fait, une mauvaise réalisation au cours de la mise en œuvre de la manutention ou lors du compactage pourra se traduire par un ouvrage fini d'une qualité médiocre. Ainsi, divers défauts de mise en œuvre peuvent conduire à des dégradations aux conséquences variées:

- Défauts de compacité aux accotements : il y'a un affaissement sous la charge des poids lourds ; il en résulte après un fluage de la couche de base ;

- Poches de points faibles en couche de base : il en résulte une cassure du revêtement plus rigide et une formation de nids de poule ou de flaches ;
- Défaut de compacité sur l'assise et sur la plateforme: la conséquence immédiate est l'existence de poches de points faibles conduisant à des ornières ou pelades ;
- Mauvais accrochage du revêtement sur la couche de base: IL peut donner lieu à un faïençage de la chaussée, à une pelade du revêtement. ;
- Compactage excessif des couches de chaussées: il peut donner des ornières.

### II.2.1.3. Le trafic

L'usure de la couche de roulement est la conséquence directe des efforts de cisaillements qui se manifestent au contact des pneumatiques. Elle entraîne essentiellement des pertes de matériaux, le polissage des granulats, la diminution de la rugosité ...Elle dépend du trafic, elle est également fonction de la croissance des véhicules et se trouve aggravée par la présence des poids lourds. La fatigue des couches inférieures au contraire résulte des efforts verticaux de transmission des charges à la couche de fondation. La répétition des contacts inter granulaires entraîne des effets d'attrition; la production de fines et l'augmentation de la plasticité. La couche de roulement devenant moins rigide, les déformations sous charges augmentent, deviennent irréversibles, et il en résulte sa destruction plus ou moins rapide. Ces phénomènes de fatigue sont fonction non seulement du nombre de répétitions des charges mais aussi et surtout des charges sur essieux. Le respect de la limitation des charges à l'essieu revêt donc d'une importance capitale pour une bonne exploitation de la route en adéquation avec les hypothèses de dimensionnement.

### II.2.1.4. Les conditions climatiques et effets chimique

Le paramètre le plus nuisible sur le corps de chaussée est la présence de l'eau. L'eau pénètre dans le corps de chaussée:

- Par infiltration ;
- Par percolation ;
- Par remontées capillaires.

Nous savons que la teneur en eau d'un sol si elle est trop élevée peut provoquer des désordres importants en modifiant la portance ou en favorisant l'attrition de certains granulats comme les latérites. Les matériaux traités aux liants hydrauliques sont particulièrement sensibles au phénomène de dés enrobage. En effet, l'eau peut s'interposer entre les granulats et les liants lorsque la qualité du collage entre ces corps n'est pas suffisante.

Aussi, quand les accotements ne sont pas protégés, des ravinements sont très probables par l'effet du ruissellement. Il se manifeste sur les bords de la chaussée, perpendiculairement à son axe, lorsque la pente transversale est trop forte.

En outre, nous savons que les revêtements bitumineux sont très sensibles aux variations de températures. Ainsi, l'exposition à des températures élevées, non prises en compte dans le choix d'un bitume, pourra entraîner un vieillissement rapide de ce dernier.

### **II.2.2. Les chaussées non revêtues**

Les causes des dégradations au niveau des chaussées non revêtues sont similaires à celles des chaussées revêtues. Ainsi, on y retrouve essentiellement l'action du trafic, de l'eau et la qualité des matériaux utilisés. Cependant, à cause de leurs surfaces de roulement qui n'est pas protégée contre les agressions, les effets de ces sollicitations sont accentués. Sous l'effet de la circulation, l'usure générale de la couche de roulement est accélérée, la tôle ondulée et les nids de poule se développent et l'on note des déformations au niveau des virages. De même sous l'action de l'eau, des ravines transversales et longitudinales se créent et les effets de l'eau peuvent même atteindre la plateforme rendant ainsi le passage des véhicules difficile, voire impossible.

## **II.3. LES TYPES DE DEGRADATIONS**

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.

### **II.3.1. 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. [18]

### **II.3.2. 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 H, on distingue: Les fissurations (hors fatigue), les arrachements et les mouvements de matériaux. [18]

## II.4. PROCESSUS DE DÉGRADATION PAR TYPE DE CHAUSSÉES

Dès sa mise en service, la route se dégrade. Lorsque la couche de roulement est en terre, les désordres sont souvent spectaculaires, et leur développement est particulièrement rapide. Cela est bien connu. Ce qui l'est moins, c'est que les chaussées pourvues d'un revêtement hydrocarboné s'usent également et que pas plus que les premières, elles ne sauraient se passer d'une surveillance et de soins attentifs. Quant aux chaussées en béton, elles sont moins susceptibles aux effets des intempéries que les deux premières mais se dégradent elles aussi à des degrés moins élevés.

Dans un cas comme dans l'autre, ces désordres varient beaucoup, dans leur forme et leur ampleur, avec le climat, les sols, la circulation et les caractéristiques géométriques de la route.

### II.4.1. Chaussées revêtues

#### II.4.1.1. Chaussées souples

Elles 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.

#### II.4.1.2. Chaussées semi-rigides

Compte tenu de la très grande rigidité des matériaux traités aux liants hydrauliques, les contraintes verticales transmises au sol support sont très faibles. En revanche, l'assise traitée subit des contraintes de traction-flexion qui s'avèrent déterminantes dans le comportement de la chaussée. L'interface couche de roulement-couche de base et la partie supérieure de la couche de base constituent des zones sensibles qui supportent des contraintes normales et de cisaillement important et qui peuvent présenter des caractéristiques plus faibles que le reste de la structure en raison des conditions de mise en œuvre; celles-ci entraînent une plus grande sensibilité de cette zone aux agressions du trafic et du climat.

Les assises traitées aux liants hydrauliques sont sujettes au retrait thermique et au retrait de prise. Le retrait provoque des fissurations transversales qui, sans dispositions constructives, remontent à travers la couche de roulement. Celles-ci apparaissent en surface avec des espacements réguliers et une ouverture variant avec la température entre quelques dixièmes de millimètres et quelques millimètres. Souvent franches lors de leur apparition en surface, les fissures de retrait tendent à se dédoubler et se ramifier sous l'effet du trafic. En l'absence de colmatage de ces fissures, l'eau pénètre dans la structure, ce qui peut provoquer une diminution de la qualité du collage entre la couche de roulement et l'assise. Il s'en suit une aggravation de la fissuration puis de la dégradation de la partie supérieure de l'assise. Ces phénomènes s'accompagnent de remontée de boues puis d'affaissements et de nids de poule.

En outre, la faible capacité de déformation de ces assises les rend très sensibles aux mouvements, même faibles de leur support qui conduiront à la fissuration de l'assise (tassements, retrait hydrique du sol...).

Quant au revêtement, il est de même nature que pour les chaussées souples et l'on assiste pratiquement aux mêmes phénomènes. Cependant, sa faible épaisseur amplifie ces phénomènes et peut conduire à une dégradation rapide de la surface de la chaussée.

### II.4.1.3. Chaussées rigides

Les chaussées en béton de ciment possèdent des avantages incontestables en raison de leur bon comportement sous les charges lourdes durant les périodes de température élevée. Par contre, elles sont plus sensibles aux tassements différentiels de l'infrastructure en raison du risque de fissuration et de rupture des dalles rigides. Sur les routes à trafic élevé, elles nécessitent l'utilisation de granulats durs et résistants bien au polissage, faute de quoi la sécurité des usagers ne peut être assurée à longue échéance.

En effet, à cause du module d'élasticité élevé du béton de ciment, les efforts induits par le trafic sont essentiellement repris en flexion par la couche de béton. Les contraintes de compression transmises au sol sont faibles. Cependant, lors de la prise et des variations de température, le béton subit des phases de retrait. La fissuration correspondante est généralement contrôlée soit par la réalisation de joints transversaux, soit par la mise en place d'armatures continues longitudinales.

Les dégradations évoluent vers des remontées de particules fines dans les joints des dalles sous l'effet du trafic et de l'affaiblissement de l'assise par les pénétrations d'eau; c'est le phénomène de pompage.

L'emploi de matériaux peu érodables en couche de fondation, et un drainage convenable aux interfaces (entre dalle et son support, entre la dalle et l'accotement), sont des dispositions constructives, qui permettent d'éviter les dégradations des chaussées en béton par pompage puis décalage des dalles.

### II.4.2. Les chaussées non revêtues

Du fait de leur surface de roulement moins protégées que celles de chaussées revêtues, leur mode de dégradation est directement lié à l'action de deux de leurs principaux agresseurs: le trafic et l'eau.

#### II.4.2.1. Action des véhicules

Il existe une distinction à faire entre les effets de surface et ceux qui affectent les couches inférieures de la chaussée. Sur les routes non revêtues, les premiers sont d'autant plus sensibles que la cohésion de la couche de roulement est plus faible, c'est-à-dire qu'elle est formée de matériaux moins plastiques et plus secs. Les matériaux fins se trouvent dans le tourbillon de poussière soulevé par les véhicules en mouvement. Les plus gros restent sur la plateforme où ils forment la tôle ondulée.

Rapidement, des frayées longitudinales se forment dans lesquels les véhicules sont canalisés, ce qui accentue le processus et conduit à un profil en W caractéristique des chaussées usées. Ces frayées compromettent en outre rapidement l'assainissement et il arrive même souvent que dans les terrains sableux, la chaussée se retrouve rapidement en dessous du terrain naturel.

Suivant la largeur de la plate-forme, il se forme des bourrelets de plus en plus hauts et qui rendent les croisements de plus en plus dangereux. Le processus est particulièrement rapide sur les chaussées dont la pente transversale excède 4%, ce qui incite les véhicules à se maintenir au voisinage de son axe.

Quant aux virages, ils constituent des zones soumises à des efforts tangentiels particulièrement importants surtout quand ils sont à court rayon. Il arrive très fréquemment que les matériaux chassés vers l'extérieur y constituent un bourrelet qui vient s'installer sur la largeur, en interdisant l'utilisation par une augmentation de la pente du devers. Le phénomène est encore accusé par les petites ravines transversales qui sont la maladie commune de tous les virages.

#### II.4.2.2. Action de l'eau

Tout sol non imbibé a en général une bonne portance et sa plasticité même élevée n'est pas une gêne pour la circulation. Par contre, certains matériaux très plastiques tels que l'argile portée à imbibition deviennent glissants et s'effondrent par manque de portance. Il y'a lieu de remarquer deux phénomènes:

- Les eaux stagnantes ;
- Les eaux de ruissellement ;
- Les eaux stagnantes.

Elles pénètrent dans la masse des remblais soit par la partie supérieure (eau de pluies) soit par la partie inférieure (remontées capillaires). Elles modifient ainsi les caractéristiques mécaniques des sols, altèrent leur résistance, provoquent des désordres internes tels que les tassements, les glissements et voire l'effondrement de remblais considérés comme stables.

Les eaux de ruissellement Elles sont généralement animées de grandes vitesses et érodent la surface de la chaussée. Les ravinements causés par ces eaux sont d'autant plus importants que la vitesse de celles-ci est grande et que les terrains manquent de cohésion.

En saison des pluies, les routes sont soumises à l'action des véhicules à laquelle s'ajoute celle des eaux qui favorisent et accélèrent les dégradations. Ces dernières sont d'autant plus importantes que les terrains sont à prédominance argileuse (exemple des matériaux latéritiques). Par contre, les

terrains maigres à prédominance sableuse se comportent très bien pendant la saison des pluies. Les dégradations dues à cette action combinée se manifestent en surface et en profondeur:

➤ **En surfac:**

L'eau détrempe les matériaux argileux et les rend savonneux et glissants. La présence de nids de poules provoque des accumulations d'eau très dangereuses pour la fondation.

➤ **En profondeur:**

Les eaux pénétrant dans la masse des remblais altèrent la résistance mécanique de ces derniers. [19]

## II.5. DÉGRADATION SUR LES CHAUSSÉES REVETUES

### II.5.1. Dégradations sur les chaussées à revêtement bitumineux

On différencie les dégradations sur les routes revêtues à travers quatre grands groupes (ou familles) que sont :

#### II.5.1.1. Les déformations

Ce 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 les bourrelets.

➤ **Les affaissements**

Ce sont des dépressions très prononcées et souvent assez étendues, localisées soit en rive (Affaissements de rives) ou en pleine largeur de la chaussée (Affaissements hors rives). Ces derniers prennent le nom de flaches lorsqu'ils présentent une forme circulaire.

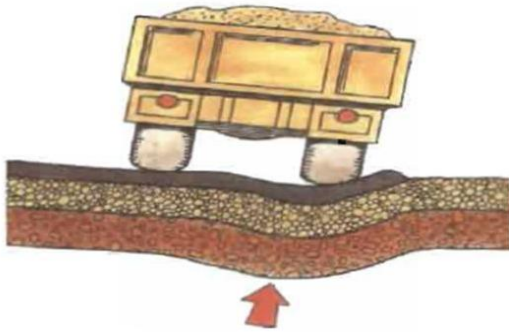
➤ **Causes probables:**

- Sous dimensionnement du corps de chaussée (épaisseurs insuffisantes) ;
- Tassements différentiels (défaut de portance du sol) ;
- Zone de déblai argileux ou secteurs marécageux ;
- Constructions défectueuses ;
- Drainage insuffisant ;
- Chaussée non butée en rive ;
- Présence d'eau consécutive à la perméabilité des couches supérieures ;
- Chaussée étroite.



➤ **Évolutions possibles:**

L'une des premières conséquences des affaissements est la rétention d'eau pouvant entraîner une diminution de l'adhérence. Il s'en suit une infiltration d'eau dans le corps de chaussée puis un désenrobage des granulats. La flache aboutit enfin à un faïençage évoluant vers un nid de poule par départ de matériaux. La dégradation peut aboutir à une rupture de la chaussée en saison des pluies.



*Schématisme d'un affaissement*



*Figure II-1 : les affaissements. [20]*

➤ **L'orniérage :**

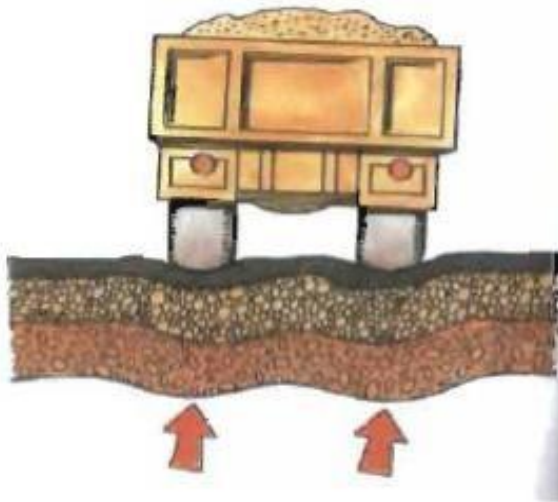
C'est une dépression localisée apparaissant sous le passage des véhicules et pouvant affecter, soit la couche de roulement, soit le corps de chaussée et pouvant s'étendre sur d'assez grandes longueurs. Dans certaines conditions, une ornière profonde est dangereuse, la circulation y devenant risquée. 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.

➤ **Causes probables:**

- Un sous dimensionnement du corps de chaussée lui conférant une résistance insuffisante ;
- Un compactage insuffisant lors de la réalisation ;
- Une perte de portance des couches sous-jacentes du revêtement ;
- Des insuffisances du revêtement: bitume trop mou ou surdosage, enrobé trop faible pour bien résister au trafic lourd, compactage insuffisant de l'enrober lors de la mise en place.

➤ **Évolutions possibles:**

Les ornières sont parfois accompagnées de fissures qui sont d'autant plus ouvertes que le défaut est profond. En effet, si l'eau pénètre dans le corps de la chaussée, l'orniérage va s'accélérer et risque d'entraîner une fissuration et une rupture de la chaussée.



Schématisation d'une ornière



Figure II-2 : l'orniérage.

### ➤ Les bourrelets

Ce sont des déplacements horizontaux du revêtement de la chaussée, créant un renflement allongé dans la direction du trafic. Ils sont généralement accompagnés d'ornières.

### ➤ Causes probables:

- Fatigue de la chaussée due au passage de véhicules trop lourds pour la structure de la chaussée ;
- Tassement des couches inférieures ;
- Défaut de compactage à la construction ;
- Entrée d'eau entraînant une diminution de la portance du corps de chaussée ;
- Matériaux de mauvaise qualité ;
- Qualité inadéquate du revêtement bitumineux ;
- Manque de liaison entre le revêtement bitumineux et la couche sous-jacente.

### ➤ Évolutions possibles:

L'évolution du bourrelet est en rapport avec celle de l'orniérage. Ainsi, ils sont fréquemment accompagnés d'extrusion de matériaux mous sous l'effet de la déformation et d'une destruction progressive de la chaussée. Il peut aussi en résulter une fissuration et ou arrachement de la couche de surface. Un défaut d'uni est aussi souvent constaté. [21]



Schématisation d'un bourrelet



Figure II-3 : les bourrelets. [21]

### II.5.1.2 Les fissurations

Ce sont des fentes de degré plus ou moins important de la route qui affectent la couche de roulement et/ou même tout le corps de chaussée. On distinguera les fissures longitudinales, les fissures transversales et les faïençages.

#### ➤ Les fissures transversales

Ce sont des cassures sensiblement perpendiculaires à l'axe de la chaussée, isolées ou périodiques, d'espacement variable, intéressant tout ou partie de la largeur de la chaussée. Suivant la cause et le mode d'apparition, on les distinguera en fissures de retrait, fissures de joints et en fissures de fatigue.

#### ➤ Causes probables:

- Le retrait dû à la prise de l'assise traitée aux liants hydrauliques sous l'effet des variations de température ; la fissure remonte au travers de la couche de surface ;
- Un défaut de mise en œuvre de la couche de roulement (par exemple un mauvais collage entre bandes lors d'une reprise de répannage pour les fissures de joint) ;
- 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 (drainage déficient, défaut d'étanchéité de la surface).

#### ➤ Évolutions possibles:

Les fissures transversales apparaissent soit directement en pleine largeur, soit au droit du passage des roues des véhicules pour s'étendre sur la totalité du profil en travers. Elles peuvent par

conséquent augmenter avec le temps. D'abord fines, ces fissures peuvent se ramifier avec épauprèrent des lèvres et évoluent vers les faïençages, les flaches et les départs de matériaux conduisant ainsi à une destruction généralisée ou localisée de la chaussée.



*Figure II-4 : les fissures transversales.*

➤ **Les fissures longitudinales**

C'est une famille de dégradations de surface caractérisée par une ligne de rupture apparaissant à la surface de la chaussée sensiblement parallèle à l'axe.

➤ **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 (Assèchement).

➤ **Evolutions possibles:**

Elles évoluent vers une épauprure des bords de fissure favorisant la pénétration de l'eau, une ramification puis un dédoublement de la fissure avec ouverture des lèvres liée au départ de matériaux en bord de fissure. L'évolution aboutit à un faïençage à mailles fines, à un orniérage et des nids de poules lorsque les fissures sont dues à une résistance insuffisante des matériaux d'assise.



*Figure II-5 : les fissures longitudinales.*

➤ **Le faïençage**

IL s'agit d'un ensemble de fissures entrelacées ou maillées, plus ou moins larges au niveau de la surface de roulement. Les mailles peuvent apparaître sous forme circulaire ou polygonale communément appelée « peau de crocodile ».

➤ **Causes probables:**

- Mauvaise mise en œuvre ;
- Sous dimensionnement du corps de chaussée (épaisseurs insuffisantes) ;
- Fatigue de la couche de roulement ou de la totalité de la chaussée (Contraintes de cisaillement excessives engendrées par le trafic lourd) ;
- Vieillessement du liant caractérisé par un durcissement et un retrait de l'enrobé ;
- Non accrochage de la couche de roulement sur la couche de base.

➤ **Evolutions possibles:**

Si aucune opération d'entretien n'est effectuée, on assistera à une augmentation des zones faïencées devenant plus serrées. Le faïençage évolue alors vers un départ de matériaux (entraînant la formation de pelades ou encore de nids de poule) et/ou la chute de portance due à la pénétration de l'eau dans le corps de chaussée.



*Figure II-6 : le faïençage.*

### II.5.1.3. 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.

#### ➤ **Le désenrobage, le plumage et le peignage**

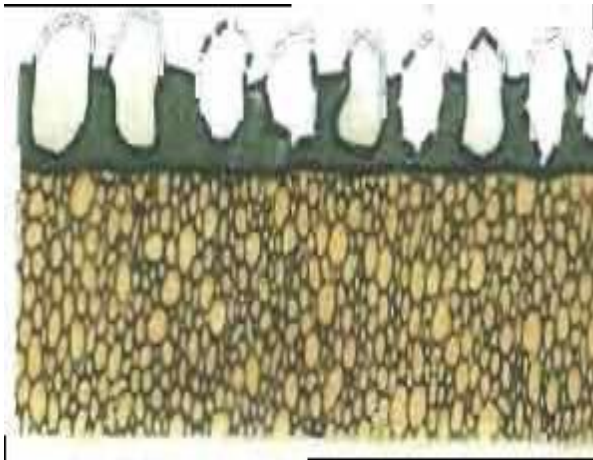
Il s'agit de trois phénomènes extrêmement liés pour être traités séparément. Le désenrobage consiste en une disparition du liant enveloppant les granulats d'une couche de revêtement en enrobé. Sous l'effet du trafic, on assiste à un arrachement des gravillons rendant ainsi la surface de roulement rugueuse: c'est le plumage. Quant au peignage, il s'agit aussi d'un arrachement des gravillons du revêtement suivant des lignes parallèles à l'axe de la chaussée.

#### ➤ **Causes probables:**

- Mauvaise qualité des enrobés (Sous-dosage du bitume ou mauvais enrobage) ;
- Mauvaise adhésivité liant-granulat ;
- Utilisation de granulats hydrophiles ;
- Vieillessement du liant à travers le temps ;
- Mise en œuvre sous conditions météorologiques défavorables (températures élevées notamment) ;
- Stagnation d'eau sur la chaussée ;
- Usure par trafic intense ;
- Compactage insuffisant de la couche de roulement.

➤ **Evolutions possibles:**

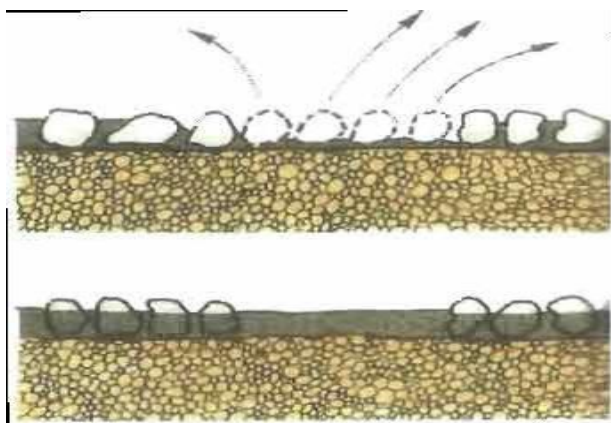
Si aucune opération d'entretien n'est effectuée, le désenrobage évolue en surface et en profondeur. On assiste alors à un arrachement des gravillons, puis à l'apparition de nids de poule. [19]



*Schématisation Plumage*



*Figure II-7 : Plumage. [19]*



*Schématisation Peignage*



*Figure II-8 : Peignage. [19]*



*Figure II-9 : les arrachements.*

➤ **La pelade**

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

➤ **Causes probables:**

- Défaut d'accrochage de la couche de roulement (nettoyage insuffisant avant la mise en œuvre, mauvaise exécution, présence d'eau à l'interface) ;
- Absence ou insuffisance de la couche d'accrochage ;
- Épaisseur insuffisante de la couche de surface ;
- Chaussée fortement sollicitée par le trafic.

➤ **Évolutions possibles:**

La pelade évolue vers un arrachement progressif de la couche de surface. Elle s'accompagne aussi d'une altération de l'étanchéité et de l'uni. Elle aboutit enfin vers des nids de poule si elle n'est pas traitée à temps.



*Figure II-10 : la pelade.*

➤ **L'indentation et le glaçage**

Il s'agit d'une usure sans arrachement ou d'un enfoncement des gravillons de la couche de roulement conférant à la surface un aspect lisse et brillant.

➤ **Causes probables:**

- Dureté insuffisante des granulats du revêtement ;
- Pertes superficielles de granulats ;
- Surdosage en liant de l'enrobé ;
- Qualité du liant inadaptée au trafic ou au climat ;
- Compactage à une température très élevée ;
- Action mécanique due au trafic.



➤ **Evolutions possibles:**

Le phénomène évolue vers une accentuation de l'usure des gravillons résultant en une chaussée de plus en plus glissante par temps humides. On assiste à une extension du désordre dans les bandes de roulement, voire l'apparition d'ornières accompagnées de bourrelets transversaux et longitudinaux.

➤ **Les nids de poule**

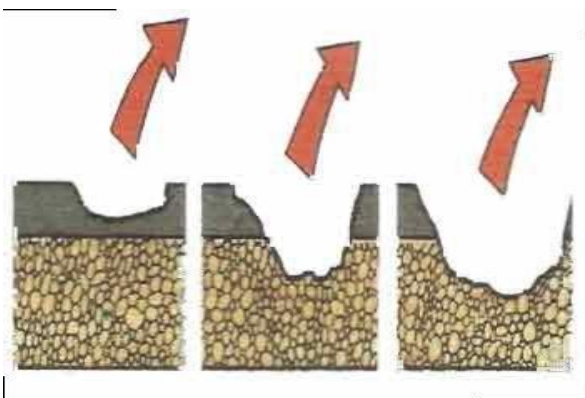
Ce sont des désagréments localisés du revêtement sur toute son épaisseur formant des trous de forme généralement arrondie, au contour bien défini, de tailles et de profondeurs variables. Ils représentent le stade final d'un faïençage, d'une flache, d'un plumage ou d'une pelade. Plus qu'une gêne, ils 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 au Sénégal.

➤ **Causes probables:**

- Défaut localisé de la couche de roulement ou de base lors de la fabrication ou de la mise en œuvre des matériaux ;
- Épaisseur insuffisante du revêtement ;
- Forte perméabilité de la couche de roulement ;
- Désagrégation et départ de matériaux dus à une mauvaise qualité de la chaussée ;
- Très souvent, ils correspondent au stade ultime d'autres dégradations (faïençage, flache, désenrobage, pelades...).

➤ **Évolutions possibles:**

Les nids de poule évoluent vers une augmentation en taille et en nombre des trous et vers la ruine totale de la chaussée. On note aussi une infiltration massive d'eau dans le corps de chaussée. C'est pourquoi, les zones détruites doivent être traitées le plus rapidement possible.



*Schématization nid de poule*



*Figure II-11 : les nids de poule.*

**➤ Les dentelles de rives**

Encore appelées épaufures, ce sont des cassures des bords de la chaussée causant ainsi une nette réduction de la largeur de chaussée jusqu'à sa disparition même. C'est un phénomène fréquemment rencontré dans les routes sénégalaises

**➤ Causes probables:**

- Érosion de la couche de roulement à partir des bords de la chaussée ;
- Mauvais drainage des eaux : l'effet de bord entraîne une perte de portance aux abords de l'accotement ;
- Absence de butée latérale ;
- Compactage insuffisant des rives ;
- Chaussée trop étroite : les véhicules circulent sur les accotements ;
- Arrêts fréquents de véhicules sur les accotements ;
- Mauvaise courbure des virages : les virages trop serrés obligent les conducteurs à emprunter les accotements entraînant une usure transversale ;
- Vieillissement accentué du revêtement.

**➤ Evolutions possibles:**

L'évolution peut revêtir différentes formes: ravinement de la couche de roulement et des couches inférieures mettant en grave péril la partie de la chaussée. Ce ravinement se poursuit dans le temps pour aboutir à un enlèvement pur et simple de la couche de roulement.

**➤ Les réparations**

Il s'agit de réparations ponctuelles, concernant une ou plusieurs couches de chaussée et présentant des dégradations plus ou moins importantes sur leur surface ou sur leur contour. Leur nombre, leur étendue et leur fréquence dans le temps sont des éléments du diagnostic.

**➤ Causes probables:**

Défaut de mise en œuvre des matériaux d'apport (défaut de compactage fréquent

**➤ Évolutions possibles:**

Elles sont identiques à celles qui prévalent pour les dégradations apparaissant à la surface de la réparation.



Figure II-12 : Exemple de réparation. [22]      Figure II-13 : Réparation dégradée. [22]

#### II.5.1.4. Les mouvements de matériaux

Ces dégradations sont caractérisées par la remontée du liant à la surface de la chaussée, par l'enfoncement de gravillons dans l'enrobé, les remontées des éléments fins à la surface, ou par l'éjection de l'eau à la surface lors du passage des véhicules lourds par suite de l'existence de cavités sous la couche de surface. On y trouve le ressuage et les remontées de fines.

##### ➤ **Le ressuage**

C'est une remontée du liant à la surface de la couche de roulement, 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.

##### ➤ **Causes probables:**

- Surdosage (mauvaise formulation) du liant de la couche de roulement ;
- Bitume trop mou (liant mal adapté) ;
- Remontée du liant présent en dessous de la couche d'usure (ancien enduit par exemple) ;
- Section soumise à un fort ensoleillement pour la viscosité du liant ;
- Choix inapproprié des granulats ;
- Excès de compactage.

##### ➤ **Évolutions possibles:**

Le ressuage se manifeste d'abord par l'apparition des traces de roues sur la chaussée en période de chaleur. Il évolue vers un décollement et un arrachement de la couche de surface sous l'effet de la circulation. Il s'en suit un amorçage de nids de poule. Il y'a lieu de noter que la chaussée devient glissante par temps humide.



*Schématisation ressuage*

*Figure II-14 : le ressuage. [22]*

➤ **Les remontées de fines**

Il s'agit de l'éjection de matériaux (eau, boue...) provenant du corps de chaussée et remontant à travers les points faibles de la couche de roulement (fissures, enrobé poreux).

➤ **Causes probables:**

- Pénétration et cheminement de l'eau entre les couches de chaussée ;
- Mauvais drainage du corps de chaussée ;
- Manque de cohésion et sensibilité à l'eau du support ;
- Défaut d'interface propice à la circulation de l'eau.

➤ **Évolutions possibles:**

Les remontées peuvent induire un manque d'adhérence au niveau de l'interface chaussée-pneumatiques par la présence de zones humides à la surface. Elles évoluent vers une destruction progressive de la chaussée sous l'action de l'eau, à une désagrégation des matériaux du corps de chaussée par suite de sa désorganisation et à un désenrobage des granulats. A long terme, des nids de poule peuvent apparaître à la surface de la chaussée à cause de la baisse de portance de l'assise.

[17]



*Figure II-15 : les remontées de fines. [23]*

## II.5.2. Dégradations sur les chaussées en béton

### II.5.2.1. Les fissurations

On distingue deux groupes de fissures: d'un côté les fissures longitudinales, transversales et obliques et de l'autre les fissures en coin de dalle. Ce sont tous des ruptures de dalle en deux morceaux, cependant les fissures en coin correspondent à une intersection de la fissure avec les bords de la dalle formant ainsi un triangle dont les deux côtés de l'angle droit sont les bords de la dalle.

#### ➤ Causes probables:

- Portance insuffisante (épaisseur trop faible de la dalle, résistance insuffisante du béton à la traction ...);
- Dégradation des conditions d'appui de la dalle (tassement ou érosion du sol de fondation ;
- Retrait thermique du béton en cas de sciage tardif ;
- Retrait hydrique ;
- Rupture par fatigue de la chaussée sous l'effet de l'accumulation de contraintes de traction-flexion excessives ;
- Espacement entre joints trop long ;
- Gonflement ou retrait du sous-sol.

#### ➤ Évolutions possibles:

On assiste à une ouverture de la fissure et à l'épaufrure des lèvres favorisant un départ de matériaux et une infiltration d'eau dans le corps de chaussée. Par suite, les battements de dalles provoqués par le trafic lourd entraînent en plus des rejets de pompage. Cette ouverture est limitée pour le béton armé continu jusqu'à rupture des armatures. Il peut aussi se produire une ramification de la fissure et les coins de dalles contigus à la fissure peuvent se casser. [18]



*Figure II-16: Réseau de fissures de formes diverses. [23] Figure II-17 : Fissures en coin de dalle.*

[23]

### II.5.2.2. Les épaufrures

Ce sont des fragments qui se sont détachés de la masse du béton aux abords des joints ou des fissures. Généralement cette dégradation affecte simplement une partie de l'épaisseur de la dalle.

#### ➤ Causes probables:

- Joints bloqués (présence de matériaux incompressibles) empêchant la dilatation thermique et créant une compression en bordure, entraînant leur effritement ;
- Existence de zones de faiblesse au niveau des joints ;
- Résistance à la compression du béton insuffisante ;
- Détérioration locale du béton par un sciage prématuré ;
- Friction des lèvres des joints générée par les battements de dalles.

#### ➤ Evolutions possibles:

Les épaufrures deviennent de plus en plus nombreuses et larges et évoluent vers la fragmentation en dalles de plus en plus petites. Elles sont aussi accompagnées d'un affaissement de ces dalles et de départs de matériaux. On note enfin une accentuation du phénomène par pénétration d'eau dans le corps de chaussée. [19]



*Figure II-18 : les épaufrures.*

### II.5.2.3. Les décalages de joint (de dalles ou de fissure)

Il s'agit d'une dénivellation verticale entre les deux lèvres d'un joint de dalle ou de bord de fissure.

➤ **Causes probables:**

- Erodabilité de la fondation ;
- Mauvais transfert de charges au niveau des joints transversaux ;
- Portance et/ou la cohésion insuffisante du sol support entraînant un tassement différentiel ;
- Mouvements de matériaux sous les deux bords du joint dus à un phénomène de pompage, de retrait hydrique, à un mauvais drainage.

➤ **Evolutions possibles:**

Les décalages de joint induisent une modification des conditions de fonctionnement de la dalle (transfert de charge) et à une altération de l'uni. Ils évoluent vers une épaufrure des lèvres des joints ou des bords des fissures, des rejets de fine suite aux infiltrations d'eau dans le corps de la chaussée, ainsi que vers une fissuration transversale ou oblique.



*Figure II-19 : Exemple de décalage. [24]*

#### II.5.2.4. Le pompage

Il s'agit de l'éjection de matériaux (eau, boue...) à la surface de la chaussée lors des passages de véhicules lourds, au niveau des fissures ou des joints par suite de l'existence de cavités sous les dalles.

➤ **Causes probables:**

- Mauvais drainage de la chaussée ;
- Manque de cohésion et la sensibilité à l'eau du support ;
- Dégradation des conditions d'appui de la dalle en présence d'eau due aux sollicitations dynamiques (les battements de dalles sous charge génèrent des mouvements d'eau sous pression aux interfaces dalles-fondation qui provoquent des remontées d'eau et de fines à travers les joints ou les fissures).

➤ **Evolutions possibles:**

Il évolue vers la formation de cavités dans les abouts de dalles. Ces cavités font que le trafic lourd génère des battements de dalles qui accentuent les rejets de pompage. A terme peuvent survenir la mise en escalier et la fissuration des dalles.



*Figure II-20 : Pompage caractérisé par l'humidification de la chaussée aux bords des joints.*

## II.6. DÉGRADATION SUR LES CHAUSSÉES NON REVETUES

### II.6.1. Les déformations

➤ **Les ornières**

Ce sont des affaissements localisés apparaissant sous le passage des véhicules, accompagnés ou non de bourrelets et pouvant affecter entièrement la couche de roulement sur d'assez grandes longueurs.



➤ **Causes probables:**

- Sous dimensionnement de la chaussée ;
- Compactage insuffisant ;
- Humidité importante dans les couches inférieures de la chaussée ;
- Absence ou insuffisance de drainage ;
- Pertes de matériaux sous les traces des roues.

➤ **Evolutions possibles:**

Les ornières peuvent être à l'origine de ravinements et de nids de poule lorsque la couche de roulement présente des points faibles.



*Schématisme d'ornière*



*Figure II-21 : les ornières. [25]*

➤ **La tôle ondulée**

C'est l'une des pathologies les plus fréquentes sur les routes en terre surtout quand celles-ci sont en latérites. Elle consiste en une organisation des matériaux libres de la chaussée en bandes perpendiculaires à l'axe de la route, qui affecte toute la largeur de la plateforme et même ses parties les moins circulées. La surface de la route prend un aspect ondulé, et les ondes sont très régulières tant en espacement qu'en amplitude qui dépendent d'ailleurs du matériau de surface et de l'intensité de circulation.

➤ **Causes probables:**

- Manque de stabilité de la couche de roulement: en saison sèche, les éléments fins partent en poussière et laisse la place à un squelette manquant de cohésion. En saison des pluies les éléments fins développent une plasticité excessive nuisible à la viabilité de la chaussée ;
- Le non-respect de la charge maximale à l'essieu (variant entre 9 et 13 tonnes) : il entrainera une augmentation de la pression des pneus induisant une surexploitation de la couche de roulement

au-delà des conditions limites de son dimensionnement et entrainera par conséquent l'apparition de certaines dégradations en l'occurrence la formation de tôle ondulée. ;

- Le trafic: le niveau du trafic et la vitesse de circulation des véhicules influent sur la rapidité de formation et l'amplitude de la tôle ondulée. Au-delà d'un certain seuil de débit journalier, la route en terre n'est plus en mesure de supporter le trafic. Il faut procéder au bitumage de la chaussée.

➤ **Evolutions possibles:**

L'amplitude de l'ondulation croit dans le temps augmentant ainsi l'insécurité et la diminution du confort. A long terme, elle évolue vers un arrachement des matériaux entraînant la formation de nids de poule à la suite des premières pluies.



*Schématisme de tôle ondulée*



*Figure II-22 : la tôle ondulée. [25]*

➤ **Les bourbiers**

Ce sont des destructions localisées, sous forme de plastification du matériau du corps de la chaussée sous l'effet conjugué du trafic et de l'eau (de ruissellement ou interne).

➤ **Causes probables:**

- Assainissement défectueux : ouvrages d'art en mauvais états ou inexistantes se traduisant par la présence de flaques d'eau sur la couche de roulement ;
- Utilisation de matériaux à prédominance argileuse : l'imbibition de la chaussée par la présence d'eau rend la couche de roulement plastique. La surface commence à devenir glissante et les roues des véhicules la marquent de plus en plus profondément permettant ainsi à l'eau de stagner et de pénétrer plus amplement.

➤ **Évolutions possibles:**

Si aucune opération d'entretien n'est effectuée dès l'apparition des bourbiers, on assiste à une destruction progressive de la chaussée provoquant l'enlèvement des véhicules.



*Figure II-23 : bourbier.*

## II.6.2. Les arrachements

### ➤ Le ravinement

C'est l'érosion longitudinale (ravine longitudinale) ou transversale (ravine transversale) de la chaussée causée par un écoulement qui se fait sur cette dernière à défaut de se faire dans le réseau d'assainissement. L'intensité de l'érosion est fonction des quantités d'eau mises en jeu et de la vitesse d'écoulement de l'eau.

### ➤ Causes probables:

- Érosion de la surface de roulement par les eaux de ruissellement ;
- Pentes longues et/ou trop fortes permettant à l'eau d'atteindre la vitesse critique d'érosion (vitesse au-delà de laquelle les phénomènes d'érosions commencent à se manifester) ;
- Matériaux peu cohérents donc sensibles à l'érosion ;
- Assainissement défectueux : fossé sous dimensionné, exutoires inexistantes ou trop rares ;
- Mauvais entretien des accotements : la poussée anarchique de végétation entraîne une élévation du niveau des accotements par suite de l'accumulation de terres et de débris végétaux, renvoyant ainsi l'eau sur la chaussée où elle s'écoule ;
- Écoulement d'eau au niveau des ornières.

### ➤ Évolutions possibles:

Les petites ravines, s'approfondissant de façon continue, évoluent jusqu'à devenir de véritables tranchées infranchissables par la circulation automobile, constituant ainsi un véritable danger pour les usagers.



*Figure II-24 : le ravinement. [25]*

➤ **Les nids de poule**

Ce sont des cavités de forme arrondie à bords plus ou moins francs à la surface de la couche de roulement. Ils sont caractérisés par une éjection de quantités importantes de matériaux de la couche de roulement et ont souvent tendance à s'agrandir rapidement et à se propager en chapelets.

➤ **Causes probables:**

- Arrachements localisés de matériaux (cailloux) constituant par conséquent le point de départ de la formation de nids de poule ;
- Sol de plateforme de qualité insuffisante ;
- Irrégularité et mauvais compactage du matériau de surface ;
- Mauvaises conditions de drainage et d'assainissement.

➤ **Évolutions possibles:**

Le défaut croit avec le débit du trafic et avec l'agressivité des véhicules entraînant un approfondissement et un élargissement des trous. Leur formation est d'autant plus rapide et fréquente que la fondation est insuffisante et, par conséquent, les déflexions importantes et les couches superficielles davantage sollicitées. S'en suit une accumulation d'eau pendant la saison des pluies fragilisant ainsi le corps de la chaussée et constituant une gêne pour la circulation. [18]



*Figure II-25 : les nids de poule.*

**II.7. CONCLUSION**

La dégradation est un phénomène qui évolue en fonction du temps, donc l'entretien doit suivre ce phénomène « l'entretien est une opération continue dans le temps »







**CHAPITRE 3**

**ENTRETIEN DES CHAUSSEES**



### III.1. INTRODUCTION

Chaque opération nécessite un schéma directeur. L'entretien est l'une des opérations continues dans le temps, de la phase du montage du projet et sa faisabilité, lors de l'étude passant par celle de sa concrétisation, et durant son exploitation, jusqu'à la phase de l'amélioration de la voirie (ou déclassement). Ce schéma directeur est basé sur un programme d'investigation enrichie et de diagnostic plus ou moins réel utilisant des plans d'actions principaux et exceptionnels (plan « A », plan « B », plan « C », plan « combiné » ... etc.

Les plans d'actions contiennent diverses opérations d'entretien dépendant du type et cause de la dégradation.

### III.2. PLANIFICATION DE L'ENTRETIEN DES CHAUSSEES

Le diagnostic, ayant permis d'évaluer la dégradation, l'état des sections, définit le programme de travaux d'entretien.

La phase de planification a pour but de définir les divers types des travaux d'entretien, d'autant plus que les montants alloués pour couvrir les besoins.

Le diagnostic, la planification et la stratégie constituent les étapes principales de développer un système de gestion de l'entretien des chaussées.

#### III.2.1. Moment d'intervention

Le choix du moment opportun des interventions dépend de plusieurs paramètres liés à l'évolution des dégradations de la chaussée dans le temps, à la disponibilité des moyens financiers, techniques et humains, et également au niveau de service que la municipalité est capable d'offrir aux usagers.

Il appartient au gestionnaire de mieux suivre l'évolution de l'état de son réseau afin de définir les seuils d'intervention adaptés à chaque type d'entretien.

### III.3. DÉFINITION DU PROGRAMME D'ENTRETIEN ET PRÉVISION DES TRAVAUX

Le programme d'entretien est une planification des tâches basées sur l'expérience prévisionnelle dans des segments de temps ainsi que l'enveloppe budgétaires nécessaire.

La programmation sur plusieurs années (programme biennal, triennal ou quinquennal) de l'entretien des chaussées consiste à:

- Définir et estimer les travaux à réaliser ;

- Prioriser et programmer les différentes interventions ;
- Tenir en compte des contraintes budgétaires ;
- Dresser et faire valider le programme sur deux, trois ou cinq années.

### III.3.1. Définition des caractéristiques des sections critiques

Pour chaque section du réseau, la condition d'état se traduit par sa cote d'état agrégée [déterminée au tableau 2].

Le gestionnaire dresse un tableau ou une liste des sections par ordre croissant de cote des tronçons. Plus la cote d'état est faible, plus le tronçon nécessite une intervention majeure. Les caractéristiques intrinsèques des tronçons critiques sont ainsi mises en évidence à savoir la cote d'état, les niveaux de dégradation, leur localisation précise, les caractéristiques géométriques et physiques de chaque tronçon, l'historique des interventions antérieures et la prévision de leur évolution dans le temps.

### III.3.2. Identification des solutions d'intervention

Il existe plusieurs méthodes de sélection de scénarios d'intervention dont :

- L'analyse des avantages et inconvénients compare les éléments de nature différente (coût par rapport à la fiabilité par rapport à la performance future). Cette analyse fait appel à des modèles à établir en fonction de la performance des chaussées.
- L'analyse multicritères compare les scénarios au moyen d'objectifs ou de critères pondérés en les travaux, durée des travaux, disponibilité des matériaux, impacts environnementaux, capacité des fonctions de leur importance (coût d'entretien, performance escomptée, perturbations de la circulation pendant entrepreneurs locaux, préférence des autorités locales, aspects expérimentaux ou innovateurs, fiabilité de la technique, etc.).
- L'analyse des coûts sur le cycle de vie a pour but de sélectionner le scénario le plus économique, en tenant compte de l'ensemble des coûts estimés encourus pendant la durée de vie de la chaussée ; c'est une analyse basée essentiellement sur l'aspect monétaire des investissements en concurrence du rendement.

Dans ce guide, l'approche préconisée qui sera présentée est la troisième méthode. Il est cependant possible pour le gestionnaire d'utiliser l'analyse des avantages et inconvénients, en intégrant les résultats de l'analyse multicritères et de l'analyse des coûts/amortissement sur le cycle de vie pour obtenir une analyse encore plus globale et complète. Notons que les solutions qui visent à améliorer la condition de surface seront analysées en priorité.

Les critères suivants sont également à considérer dans la sélection du meilleur traitement :

- Le type de chaussée (souple ou rigide) ;

- Le type, la sévérité et l'étendue des dégradations ;
- L'utilité (fonctionnalité) de la chaussée et le trafic supporté ;
- Le climat et les facteurs environnementaux ;
- Le coût du traitement, la durée de vie supplémentaire attendue ;
- L'applicabilité et la disponibilité des ressources, des entrepreneurs et des matériaux de qualité.

Par ailleurs, l'efficacité d'un traitement est directement liée à l'état de la chaussée. À cet effet, dans le processus du choix du traitement approprié, le gestionnaire doit se poser les trois questions essentielles suivantes:

- Le traitement maintient-il la performance de la chaussée?
- Est-il bénéfique en termes de coûts/amortissement?
- Quel est le meilleur traitement (technique et économique) à appliquer?

La matrice présentée au tableau 1 peut être utile au gestionnaire dans le choix de la solution préventive appropriée. [2]

Tableau 2 – Matrice d'aide à la décision pour l'identification d'une intervention d'entretien

(Adapté du tableau 3-2, *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales, InfraGuide, 2002.*)

Traiteme nt d'entretien préventif	État de la chaussée pour une application réussie											
	Rugosit é		Orniérag e		Fissuration longitudina le et Transversa le		Arrachemen t		Ressuag e		Fissuration de fatigue	
	Fai ble	Éle vé e	Fai ble	Éle vé e	Fai ble	Éle vé e	Fai ble	Éle vé e	Fai ble	Éle vé e	Fai ble	Éle vé e
<b>Scellement de fissures</b>	N/A	N/A	N/A	N/A	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>Coulis bitumineux</b>	A	N/A	A	N/A	A	N/A	A	A	A	I	N/A	N/A
<b>Micro surfaçage</b>	A	N/A	A	I	A	I	A	A	A	A	I	N/A
<b>Recouvrement mince</b>	A	I	A	I	A	I	A	A	A	A	I	N/A

Légende – A : Applicable ; I : Incertain et N/A : Non applicable

### III.3.3. Éléments d'analyse économique

En plus de la matrice d'aide à la décision présentée au tableau 2, l'analyse du coût d'entretien sur le cycle de vie représente également une méthode de comparaison pour la sélection des interventions. Cette analyse économique se base sur les coûts de chaque solution d'entretien identifiée. Un meilleur établissement des coûts du cycle de vie de chaque traitement est un facteur de succès de l'application de la méthode.

Le principe consiste à comparer la valeur présente des coûts des interventions possibles pendant une durée de vie espérée. L'analyse comparative se fait sur une même période d'analyse, en considérant par hypothèse une répétitivité des coûts pour des interventions à durées de vie différentes.

Le coût de l'entretien est compétitif par rapport à l'importance de la voie à entretenir. L'amortissement est indirect vu que le rendement est imputé sur la valeur du transport et ses revenus sur l'aspect socioéconomique.

En supposant qu'aucune autre action n'est nécessaire sur la chaussée pendant sa durée de vie espérée, suite à la mise en œuvre du traitement d'entretien préventif, la répartition des coûts peut se faire comme suit :

- Estimer le coût global du traitement préconisé ;
- Répartir, en annuités constantes, ce montant total sur la durée de vie espérée suite à l'application de l'intervention ;
- Calculer la valeur présente de l'ensemble de ces annuités ;
- Comparer les valeurs présentes des solutions d'intervention entre elles.

Entre deux interventions possibles, celle qui minimise le coût est économiquement la plus avantageuse.

### III.3.4. Évaluation et estimation des interventions identifiées

Il s'agit d'identifier une gamme de solutions au niveau projet et d'en faire une estimation des travaux correspondants.

La sélection des projets se fera principalement au moyen de la cote agrégée qui est une combinaison de l'indicateur d'état de surface (Is) et de l'indicateur de confort au roulement (Ir). Concrètement, pour chaque section considérée et parmi les diverses solutions possibles, le gestionnaire est appelé à faire le choix de la solution d'intervention appropriée à la problématique.

L'estimation globale du coût d'intervention servira à établir le budget prévisionnel du programme d'entretien.

Comme résultat de l'évaluation, le gestionnaire fait correspondre, à chaque section identifiée (selon le découpage considéré), l'intervention type, son coût, le délai estimé de la réalisation des travaux et la date probable de début des travaux.

Un rapport d'étude pourra être rédigé au besoin pour documenter le processus, synthétiser l'information essentielle et faciliter l'analyse du dossier dans le futur.

### **III.4. ÉTABLISSEMENT DU PROGRAMME D'ENTRETIEN**

L'établissement d'un programme d'entretien est recommandé pour une saine gestion des chaussées. Le gestionnaire est donc appelé à mettre en œuvre les interventions d'entretiens préventif, correctif et palliatif dès l'apparition des premières dégradations ou d'indices d'évolutions significatives de détérioration et à les prioriser. Ces interventions d'entretien permettent d'éviter des interventions de réhabilitation, tout en assurant en permanence un niveau de service minimum acceptable à l'utilisateur. Le fait de différer indéfiniment les actions d'entretien peut entraîner des dépenses beaucoup plus importantes sur le cycle de vie des chaussées.

#### **III.4.1. Priorisation des interventions**

La priorisation des interventions d'entretien est basée sur les objectifs de niveau de service, de conservation de la structure, de sécurité, de confort et d'intégrité de la couche de surface. L'objectif d'entretien est fixé par le gestionnaire en fonction de la particularité de son réseau. Le tableau 3 guidera le gestionnaire dans sa démarche de priorisation.

La municipalité doit définir quelle partie de son budget sera attribuée à l'entretien préventif, correctif, palliatif, à la réhabilitation ou à la reconstruction.

Les budgets pour ces interventions sont appelés à s'ajuster à l'évolution de l'état du réseau routier du municipal.

Tableau 3 – Type d’entretien selon la dégradation de surface

(Adapté du tableau V du *Guide technique, entretien préventif du réseau routier national*, SETRA-LCPC France, 2007.)

Types de dégradation de surface	Seuil	Intervention suggérée	Types d’entretien		
			Préventif	Correctif	Palliatif
<b>Fissures transversales</b>	Sévérité faible	Scellement des fissures dès leur apparition	X		
<b>Fissures Longitudinales</b>	Dès apparition	Scellement des fissures ou du joint	X		
<b>Raccordement défectueux de deux bandes d’enrobés</b>	Carrelage, nid-de-poule, arrachements	Renouvellement de la couche de roulement		X	X
<b>Désenrobage et arrachement (% longueur de chaussée dégradée)</b>	$10 \leq \% \leq 30$	Surveillance du tronçon par inspection détaillée		X	
	$\% \geq 30$	Renouvellement de la couche de roulement		X	X
<b>Pelade (% surface de chaussée dégradée)</b>	$0 \leq \% \leq 2$	Réparations localisées à l’enrobé	X		
	$\% \geq 2$	Renouvellement de la couche de roulement		X	X
<b>Remontées D’eau, signe de perméabilité de l’enrobé</b>	$0 \leq \% \leq 10$	Surveillance du tronçon par inspection détaillée		X	
	$\% \geq 10$	Renouvellement de la couche de roulement après étude spécifique de vérification de la perméabilité de l’enrobé		X	

La démarche de priorisation des interventions d’entretien comporte sept étapes principales:

### Étape 1:

Définition des seuils d’intervention

Dans le cadre d’une saine gestion, le gestionnaire devra décider des seuils déclencheurs d’intervention de la cote agrégée. Différents seuils pourront correspondre à différents types

d'intervention. Les sections de chaussée dont la cote agrégée se situe à l'intérieur d'un même intervalle d'échelle seront regroupées.

### Étape 2:

Choix des sections à prioriser. [27]

À partir du regroupement des sections établi à l'étape 1, il s'agit d'établir le choix des sections à prioriser, selon le budget disponible pour chaque type d'entretien. Le premier critère de tri pour prioriser les sections est la classification fonctionnelle de la chaussée (fonctionnalité ou encore hiérarchie) (voir annexe 1, tableau A.) Les critères suivants permettent de procéder à un tri subséquent:

- L'état des infrastructures souterraines ;
- Le trafic ;
- L'entrave à la circulation.

### Étape 3:

Regroupement de sections en une même intervention

Après analyse par le gestionnaire et pour des raisons de mobilisation d'équipements et d'impact sur la circulation et sur les riverains, il y a lieu de regrouper, en une même intervention, plusieurs sections de priorités différentes et d'assurer la coordination des différents types de travaux.

### Étape 4:

Détermination de la cote pondérée des groupes de sections

Cette cote a été définie selon le tableau 2. Elle sera établie à partir de la pondération des cotes agrégées des différentes sections du même groupe et de leurs longueurs respectives.

### Étape 5:

Élaboration d'une liste réduite de projets

Une liste réduite de projets réalisables est produite par itération, en considérant les critères énumérés à l'étape 2.

**Étape 6:**

Évaluation des coûts

Chaque regroupement de sections par catégorie d'intervention doit être économiquement évalué par l'estimation des coûts des interventions.

**Étape 7:**

Élaboration des besoins d'intervention

L'élaboration des besoins d'intervention permet d'établir les programmes triennaux ou quinquennaux d'intervention. [27]

**III.4.2. Échéanciers des interventions et plan d'action**

Pour assurer un suivi en tout temps du programme d'intervention, un plan d'action est dressé sous forme de tableau récapitulatif la liste des sections, leurs priorités, les délais et les coûts des travaux. Ce tableau dresse la liste des segments de chaussée par priorité et par type d'entretien.

Les projets sont ensuite classés par ordre de priorité à l'aide de la cote agrégée. Ainsi, pour départager deux projets qui ont la même priorité, celui ayant la cote agrégée la moins élevée est à considérer en premier (rappelons qu'une cote basse traduit un état de chaussée « mauvais »).

Les projets sont classés selon un ordre de priorité décroissant. L'ensemble des interventions de l'année courante est défini lorsque le coût cumulé atteint le budget alloué. Les interventions restantes dans le tableau récapitulatif sont considérées pour les années subséquentes, et ce, toujours en fonction des différentes prévisions budgétaires.

Le gestionnaire du réseau fait une répartition du budget disponible en y intégrant une dotation pour contingences pour tenir compte des situations imprévisibles. En règle générale, la dotation pour contingences et imprévus est estimée entre 5 % et 10 % du budget prévisionnel.

Le programme est connu dès que le cumul des coûts des travaux atteint la limite du budget alloué par la municipalité. Le coût de chaque intervention inclut les charges pour la surveillance, le contrôle de la qualité, les consultants et toute dépense admise pour la réalisation des travaux correspondants.

Le plan d'intervention découle de la priorisation des opérations. Le plan d'intervention doit tenir compte des contraintes de disponibilité des ressources humaines et financières, ainsi que du mode de fonctionnement de chaque municipalité. La planification annuelle spécifie le volume des travaux



et la nature de chaque type d'entretien. Ainsi, les interventions qui n'ont pu être programmées l'année courante par ordre de priorité devraient être normalement reportées à l'année suivante. Le report des interventions doit être reflété dans la mise à jour du plan d'intervention, du plan d'action, des programmes annuels, triennal et quinquennal, etc.

### III.4.3. Validation du programme d'intervention

Le programme d'intervention doit faire l'objet d'un accord par le Conseil municipal et doit être inscrit au budget pour sa réalisation.

L'allocation budgétaire tient compte du type d'entretien (préventif, palliatif ou correctif). La répartition des ressources financières allouées doit être clairement définie par le gestionnaire, en tenant compte de leur disponibilité, de la prévision d'évolution des déficiences de la chaussée, etc. [28]

### III.5. ANALYSE DES COÛTS D'UNE SÉQUENCE D'ENTRETIEN SUR LE CYCLE DE VIE

La démarche présentée à la section « III.4. » Est un exemple d'analyse et cherche à faire ressortir l'importance de planifier la bonne intervention au bon moment, dans le cadre d'une saine gestion des actifs de chaussée. Pour présenter la démarche, un horizon de 40 ans est retenu, à titre d'exemple, pour inclure les différentes séquences d'intervention d'une chaussée souple.

L'analyse du coût sur le cycle de vie doit inclure:

- Les coûts de construction initiale ;
- Les coûts constants d'un programme d'entretien préventif, selon l'état (entretien annuel et entretien programmé) ;
- Les coûts des interventions de réhabilitation moyenne et majeure.

Ces coûts constants sont estimés selon un facteur d'actualisation qui tient compte des taux d'intérêt et d'inflation.

En considérant une période d'analyse de 40 ans, la chaussée sera reconstruite deux fois, et il y aura des interventions de réparation de nids-de-poule. À l'horizon de 40 ans, il faut considérer les coûts correspondant à ces interventions et les ramener en dollars constants également.

On pourrait également évaluer et ajouter les coûts sociaux pour les usagers (coûts d'exploitation, coûts des entraves à la circulation, coûts de l'inconfort, y compris coûts des dommages et des réclamations). Mais ces coûts ne sont pas évalués dans le cadre de ce guide.

### Méthodologie

La méthodologie considérée consiste à faire une analyse des coûts en comparant deux scénarios d'intervention: avec et sans entretien de la chaussée. La comparaison de ces deux analyses va permettre d'illustrer les avantages économiques de l'entretien préventif.

Les coûts actualisés seront donc déterminés par la méthode de la Valeur Présente ou Valeur Actualisée Nette (VAN) la plus connue ou utilisée. [28]

Le tableau 3 présente un exemple de deux analyses pour une section de chaussée urbaine de 1 km et d'une largeur de 6 m, sur un horizon de 40 ans.

Taux d'intérêt 4%

Taux d'inflation 1%

Taux d'escompte 1% 3%

Tableau 4 – Comparaison de deux (2) analyses de coûts sur le cycle de vie d'une chaussée souple sur un horizon de 40 ans

Année n	Intervention	Facteur d'actualisation $Fa = 1 / (1+i)^n$	Scénario avec entretien		Scénario sans entretien	
			Coût intervention	Coût actualisé (DA 2010)	Coût intervention	Coût actualisé (DA 2010)
0	Construction de 1 km de chaussée	1,0000	750 000 DA	750 000 DA	750 000 DA	750000
5	Entretien courant et préventif	0,8626	7 567 DA	6 528 DA		0 DA
8	Entretien courant et préventif	0,7894	7 797 DA	6 155 DA		0 DA
8	Traitement de nids de poules	0,7894		0 DA	111 426 DA	87 961 DA
10	Traitement de nids de poules	0,7441		0 DA	113 666 DA	84 578 DA
11	Entretien courant et préventif	0,7224	8 033 DA	5 803 DA		0 DA
12	Traitement de nids de poules	0,7014		0 DA	115 950 DA	81 325 DA
14	Réhabilitation majeure	0,6611	586 232 DA	387 568 DA		0 DA
14	Traitement de nids de poules	0,6611		0 DA	118 281 DA	78 198 DA
16	Traitement de nids de poules	0,6232		0 DA	120 658 DA	75 190 DA
18	Reconstruction totale	0,5874		0 DA	1 291 839 DA	758 819 DA
19	Entretien courant et préventif	0,5703	8 698 DA	4 961 DA		0 DA
22	Réhabilitation moyenne	0,5219	179 239 DA	93 544 DA		0 DA
25	Entretien courant et préventif	0,4776	9 234 DA	4 410 DA		0 DA
26	Traitement de nids de poule	0,4637		0 DA	133 282 DA	61 802 DA
28	Traitement de nids de poule	0,4371		0 DA	135 961 DA	59 425 DA
28	Réhabilitation majeure	0,4371	673 858 DA	294 528 DA		0 DA

30	Traitement de nids de poule	0,4120		0 DA	138 694 DA	57 140 DA
32	Traitement de nids de poule	0,3883		0 DA	141 481 DA	54 942 DA
33	Entretien courant et préventif	0,3770	9 999 DA	3 770 DA		0 DA
34	Traitement de nids de poule	0,3660		0 DA	144 325 DA	52 829 DA
36	Reconstruction totale	0,3450		0 DA	1 545 230 DA	533 155 DA
36	Réhabilitation moyenne	0,3450	206 031 DA	71 087 DA		0 DA
39	Entretien courant et préventif	0,3158	10 614 DA	3 351 DA		0 DA
40	Valeur résiduelle		<i>(1/4 Coût construction)</i>	-187 500 DA	<i>(4/5 Coût dernière construction)</i>	-426 524 DA
	TOTAL VALEUR PRÉSENTE (VAN)			1 444 204 DA		2 308 841 DA
	COÛT ACTUALISÉ AU MÈTRE LINÉAIRE			1 444 DA		2 309 DA
	COÛT ACTUALISÉ AU MÈTRE CARRÉ			241 DA		385 DA

Le tableau 5 fournit les détails sur les interventions et les coûts.

Tableau 5 – Détails des coûts des interventions

<b>Hypothèse : Coût de différentes interventions</b>				
<b>1 km de chaussée urbaine de largeur 6 m</b>				
<b>Description travaux</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>Coût unitaire DA 2010</b>	<b>Coût total</b>
<b>Entretien de routine</b>				
Traitement de fissures longitudinales et transversales	ml	1 200	6	7 200 DA
Total – Coût Entretien courant				7 200 DA
<b>Réhabilitation majeure</b>				
Pulvérisation et stabilisation — 150 mm + revêtement BB 40 mm	m <sup>2</sup>	6 000	85	510 000 DA
Totale réhabilitation majeure				510 000 DA
<b>Réhabilitation moyenne (renforcement)</b>				
Recouvrement BB 40 mm	m <sup>2</sup>	6 000	24	144 000 DA
Totale réhabilitation majeure				144 000 DA
Traitement de nids-de-poule	t	343	300	102 900 DA
<b>Reconstruction complète (exemple Verdun 2001)</b>				
Excavation et disposition du déblai				
Pose de S/F ou membrane anti contaminant				
Fondation granulaire				
Enrobés bitumineux				
Coût – Reconstruction complète	m <sup>2</sup>	6 000	180	1 080 000 DA
Construction initiale	m <sup>2</sup>	6 000	125	750 000 DA

### III.5.1. Les scénarios d'intervention

#### III.5.1.1 Analyse 1 (Scénario avec entretien)

Si la construction neuve est réalisée en 2010, le programme de réhabilitation s'établit comme suit:

- La chaussée nécessitera une réhabilitation majeure 14 ans après la construction (2024) ;
- Une réhabilitation moyenne sera nécessaire 8 ans après la réhabilitation majeure (2032) ;
- La prochaine réhabilitation majeure s'effectuera 14 ans après la dernière réhabilitation majeure (2038) ;
- La réhabilitation moyenne suivra 8 ans après (2046) ;

Le programme d'entretien courant et préventif s'effectue selon la séquence d'entretien suivante:

- Le premier entretien courant et préventif s'effectuera 5 ans après la construction (2015) ;
- Tous les entretiens se réaliseront par la suite tous les 3 ou 5 ans en moyenne, selon l'occurrence des réhabilitations: 2020, 2023, 2026\*, 2029, 2032\*, 2035, 2038\*, 2043, 2046\*, 2049 ;
- En 2023, sera effectuée une réhabilitation majeure, donc pas d'entretien ;
- En 2032, une réhabilitation moyenne est prévue, le cycle reprendra 3 ans après, soit en 2035 ;
- En 2038, pas d'entretien, car une réhabilitation majeure est prévue à cette année ;
- En 2046, pas d'entretien, une réhabilitation moyenne sera réalisée à cette année.

### III.6. L'ENTRETIEN COURANT DES CHAUSSÉES

L'équipe de l'entretien assurent l'ensemble des activités curatives pour traiter des dégradations ponctuelles qui peuvent se classer en quatre familles:

- Les déformations : affaissements, flaches, ornières ;
- Les fissures : fissures longitudinales et transversales, faïençage ;
- Les arrachements : nids de poule, pelade, plumage ;
- Les remontées de liant: ressuage.

L'entretien courant des chaussées peut être subdivisé en deux catégories de travaux:

- L'entretien courant programmer, qui consiste à intervenir localement sur des dégradations (essentiellement travaux de reprofilage et d'imperméabilisation localisée) ;
- L'entretien palliatif qui consiste à réparer les dégradations lorsqu'elles présentent un danger pour les usagers ;
- Une partie des activités est programmée chaque année.

### III.7. L'ENTRETIEN PRÉVENTIF DES CHAUSSÉES

L'entretien préventif se fait sur les itinéraires dotés de bonnes caractéristiques structurelles. Sur ces itinéraires, les travaux d'entretien doivent être programmés avant que les dégradations n'atteignent une gravité pouvant mettre en cause la conservation de la chaussée, la sécurité et le confort des usagers ou l'intégrité de la couche de surface. Plusieurs types d'interventions peuvent être distingués:

- Couche d'usure mince pour imperméabiliser la chaussée et améliorer l'adhérence ;
- Couche de surface pour améliorer l'uni ;
- Couche épaisse pour redonner de la portance à la chaussée.

La démarche doit permettre, à partir des données recueillies par inspections visuelles, de déterminer les travaux d'entretien souhaitables.

Deux phases sont distinguées dans la démarche:

- Phase 1: Etablissement du diagnostic ;
- Phase 2: Définition du programme de travaux. [28]

### III.8. L'ÉTUDE ET LA RÉALISATION DE TRAVAUX NEUFS

Elargissement et aménagements de voies existantes

Chaque année un programme de travaux neufs sera arrêté selon le calendrier suivant:

- Début Septembre envoi d'une lettre aux communes pour connaître leurs souhaits ;
- Octobre à Novembre étude chiffrée de ces travaux ;
- Décembre réunion cantonale avec pour objectif de choisir les travaux à retenir ;
- A l'issue de cette réunion, présentation, avant le 31 Décembre, des travaux retenus par l'équipe d'entretien, à la préfecture de l'Eure pour obtention de subventions au titre de la Direction Générale d'Entretien.

### III.9. LES TRAVAUX DE FAUCHAGE

Deux coupes sont nécessaires pour assurer l'entretien du réseau routier:

- Phase 1: début mai à juillet ;
- Phase 2: début septembre à fin novembre.

La première coupe doit (le plus rapidement possible), assurer la sécurité sur l'ensemble du réseau, en rétablissant la visibilité aux endroits nécessaires:

- En bordure de la chaussée sur les routes importantes ;
- Sur une large partie des dépendances des petites routes ;
- Sur la totalité des dépendances aux abords des carrefours et des agglomérations.

La coupe suivante maintient ces conditions de sécurité, et assure la propreté d'une plus grande partie ou de la totalité des dépendances routières.

Le fauchage effectué lors de chaque coupe varie selon le type de voie, et selon la configuration des dépendances routières (talus, aire d'arrêt, carrefour ...).

### **III.10. LA VIABILITÉ HIVERNALE**

Entre novembre et mars, la neige peut rendre les chaussées glissantes, et perturber la circulation sur le territoire de l'équipe d'entretien de Voirie.

L'équipe d'entretien de voirie met à disposition des communes ou des responsables des services techniques, du sel en sac, pour permettre des traitements ponctuels.

Les montants correspondants des dépenses seront mis à la charge des communes concernées.

### **III.11. LES OUVRAGES D'ART**

L'entretien des ouvrages d'art participe à la sécurité des biens et des personnes. Une bonne connaissance de leur état, ainsi que la mise en œuvre d'un entretien préventif est de nature à prévenir leur dégradation.

#### **III.11.1. L'entretien courant**

L'entretien courant comprend essentiellement:

- Le nettoyage des dispositifs d'écoulement des eaux (gargouilles, barbacanes fossés, caniveaux drains ...)
- Le nettoyage de la chaussée, l'enlèvement des dépôts qui se créent sur les rives de la chaussée ;
- Le nettoyage des joints de chaussées et de leurs accessoires ;
- L'enlèvement des amas de corps flottant à l'amont des piles.



IL comprend en outre l'élimination de toute végétation nuisible sur l'ensemble des ouvrages et aux abords.

### **III.11.2. L'entretien préventif**

Un inventaire sera établi par l'équipe d'entretien de voirie pour recueillir les éléments descriptifs des ouvrages d'art de plus de 2 mètres d'ouverture ou de hauteur pour les murs de soutènement. Un descriptif des ouvrages sera établi pour connaître la fonction de l'ouvrage, le trafic supporté, la limitation de tonnage, la mise en place d'un gabarit. Pour connaître ces éléments, une visite sommaire des ouvrages sera organisée par l'équipe d'entretien. En cas de difficultés particulières, une inspection complémentaire et un diagnostic spécialisé sur l'état de l'ouvrage seraient demandés à un expert aux frais de l'équipe d'entretien. Cet avis technique servira selon le cas, à engager les études complémentaires approfondies, ou si nécessaire, à prendre des mesures de police. Ce diagnostic précis permettra la définition du programme des travaux nécessaires à la conservation des ouvrages d'art.

### **III.12. EN PARTICULIER, ET NOTAMMENT EN AGGLOMÉRATION, SONT EXCLUS DE LA COMPÉTANCE DU L'ÉQUIPE D'ENTRETIEN LES DOMAINES SUIVANTS**

- L'éclairage public ;
- Le mobilier urbain ;
- Le fleurissement, l'embellissement ;
- Les plaques et numéros apposés dans les rues ;
- La première mise en place de signalisation de sécurité routière, lorsque la demande est spécifique à la commune, au titre des pouvoirs de police du maire ;
- La propreté des trottoirs et abords ;
- Dispositions diverses.

La création, l'entretien et le curage des mares sont à la charge des communes concernées.

Le fauchage ne comprend pas l'élagage des arbres plantés hors emprise de la voie publique. Cet élagage reste de la compétence du riverain de la voie. [28]

### **III.13. TRAITEMENT DES DÉGRADATIONS**

#### **III.13.1. Entretien des chaussées souples**

Les interventions courantes qui permettent de maintenir ou de remettre les chaussées en état de service, sans volonté d'améliorer les qualités structurelles de celles-ci.

Ces interventions se distinguent en cela des travaux de réfection et de renforcement qui sont, par suite, traités ici de manière distincte.

L'entretien peut avoir séparément ou à la fois pour objectifs:

- Celui préventif tendant à ralentir le processus de dégradation de la chaussée et à retarder le recours à des techniques plus lourdes de réfection ;
  - Celui curatif visant à redonner à la chaussée des caractéristiques fonctionnelles suffisantes.
- Les opérations d'entretien s'adressant spécifiquement aux chaussées souples peuvent avoir un caractère ponctuel ou généralisé.

Par opérations d'entretien ponctuel, on entend essentiellement:

- Les reprises ponctuelles du revêtement ;
- Le colmatage de fissures.

Les opérations d'entretien généralisé supposent par contre la mise en œuvre de matériaux sur tout ou large partie de la surface d'une aire aéronautique, sans qu'il puisse pour autant s'agir de réfections - lesquelles supposent généralement un enlèvement de matériaux - ni de renforcements, qui impliquent, quant à eux, la mise en œuvre d'une ou plusieurs couches de matériaux totalisant une épaisseur suffisante pour constituer un apport structurel significatif.

Ainsi entend-on par opérations d'entretien généralisé:

- La mise en œuvre de coulis ou d'enduits superficiels ;
- Celle d'enrobés en couche mince.

Courantes sur chaussées routières, ces opérations seront adaptées aux conditions aéronautiques et utilisées avec précaution. Certaines sont à réserver aux aérodromes d'aviation légère.

- Reprises ponctuelles du revêtement.

#### ➤ **Les reprises localisées de revêtements**

En enrobés seront effectuées avec les précautions habituelles nécessaires à une bonne tenue de la réparation, à savoir:

- Délimitation de l'aire à traiter incluant la dégradation de manière suffisamment large pour permettre le compactage ultérieur des matériaux d'apport ;
- Découpage à bords francs de la zone défectueuse sur une profondeur à estimer en fonction de la dégradation, - purge des différentes couches de chaussée concernées ;
- Mise en œuvre des matériaux d'apport correspondant aux différentes couches traitées ;

- Interposition, selon la nature de la couche atteinte, de couches d'accrochage ou d'imprégnation ;
- Compactage et réglage soigné des différentes couches d'apport ;
- Traitement du joint créé par la réparation.

- **Colmatage des fissures**

Le colmatage des fissures peut être réalisé selon trois procédés, à savoir :

➤ **Par pénétration gravitaire d'un liant fluide**

Concevable pour des fissures peu ouvertes et présentant, par suite, un degré de gravité faible, cette méthode est aléatoire quant à ses résultats, ceux-ci dépendant de la profondeur des fissures.

➤ **Par garnissage au mastic bitumineux**

Le garnissage au mastic bitumineux se fait après ouverture mécanique de la fissure. Cette technique est lourde et ne peut s'appliquer qu'à des fissures localisées et présentant une forme sensiblement rectiligne.

➤ **Par pontage des fissures**

Cette technique est adaptée au traitement des fissures de formes diverses et de longueur importante, cette technique consiste à mettre en œuvre, sur une largeur de 7 à 10 cm encadrant la fissure et sur une épaisseur d'environ 2 mm, les principaux points à observer étant les suivants :

- Non-exécution par temps de pluie ;
- Préparation du support par décapage et séchage à la lance thermo pneumatique ;
- Température du support supérieure à 5°C ;
- Mise en place du produit à l'aide d'un sabot et réglage en épaisseur comme en largeur du cordon de mastic ;
- Respect de la température de coulée ;
- Micro gravillonnage de surface avec un sable sec de granulométrie 1/2 ou 1/3, ayant un coefficient Los Angeles inférieur à 20 et totalement exempt de fines ;
- Limitation des largeurs de pontage rectiligne par mise en place de bandes adhésives collées de part et d'autre de la fissure à ponter afin d'éviter les ruissellements incontrôlés.

- **Enduits superficiels**

La mise en œuvre d'enduits superficiels (norme NF P 98 160) permet également de rétablir l'étanchéité de surface ou de redonner des caractéristiques de rugosité satisfaisantes à la chaussée. L'utilisation de cette technique sera toutefois limitée aux aérodromes ne recevant que des avions légers. Sa mise en œuvre doit alors respecter la succession suivante d'opérations:

- Répandage d'une couche de liant ;
- Répandage d'une ou deux couches de granulats ;
- Compactage de l'ensemble ;
- Mise en place d'une couche de scellement afin d'éviter le rejet de granulats susceptible d'endommager les hélices, le diamètre du plus gros grain étant inférieur à 3 mm ;
- Éventuellement sablage et aspiration.
- **Balayage.**

Il est également recommandé ici d'utiliser des liants améliorés afin de s'assurer d'une meilleure tenue dans le temps.

- **Enrobés en couche mince**

Les enrobés en couche mince sont peu utilisés sur les chaussées aéronautiques. [27]

### L'entretien par famille de dégradation

- **Fissure de joint :**
- Nettoyage de la surface à traiter ;
- Pontage des fissures par mastic.
- **Fissure de retrait:**
- Nettoyage de la surface à traiter ;
- Pontage des fissures par coulis à froid ou mastic.
- **Faiencage de retrait:**
- Rabotage de la couche de roulement et mise en œuvre d'une couche d'enrobé à chaud (après couche d'accrochage).
- **Fissure de fatigue:**
- Nettoyage des bords de la fissure ou découpage selon la gravité de la fissure ;
- Pontage par mastic avec ou sans primaire d'accrochage.

### Famille des arrachements

- **Désenrobage – Brûlure :**
- Balayage et nettoyage de la surface ;
- Mise en œuvre d'un enduit superficiel avec balayage des rejets par aspiratrice.

### Famille des déformations

- **Gonflement – Bourrelet :**
- Découpage soigné de la zone à traiter ;

- Rabotage ;
- Mise en œuvre d'une nouvelle couche d'enrobé à chaud (couche d'accrochage au préalable).
- **Ornière – Frayée:**
- Même nature de travaux que pour la reprise de flache.

#### Autres dégradations

- **Dépôt de gomme :**
- Grenailage ;
- Lavage haute pression.
- **Réparation ponctuelle dégradée:**
- Suppression par jet d'eau haute pression ;
- Grenailage.

#### III.13.2. Entretien des chaussées rigides

Pour les chaussées rigides: l'analyse du béton de chaussée de l'aérodrome de Béchar par la méthode P.C.I a donné un état de béton de chaussée très mauvais pour des raisons différentes (mauvais entretien, présence de sable dans les joints ...etc.) la seule solution est de reconstruire la chaussée.

Dans le cas où la chaussée rigide n'est pas trop affectée on peut procéder à l'entretien des dégradations.

#### Dégradation de surface

- **Epaufrement :**
- Repiquage des zones concernées et reprise au mortier de résine ;
- Reprise des joints.
- **Faïençage – Ecaillage:**
- Repiquage des zones concernées et reprise au mortier de résine.

Vu l'état avancé des dégradations des aérodromes de Béchar et Adrar on a recours à l'utilisation de la Géo grille (géo synthétique), pour le renforcement de ces aérodromes.

Dans le cas de l'aérodrome d'Adrar les travaux de renforcement sont confiés à l'entreprise Entreprise de Viabilisation Sidi Moussa (EVSM) et les travaux de renforcement sont en cours.



Géotextile utilisée pour le renforcement Les travaux de renforcement sont en cours



Les travaux de reprofilage en cours Les travaux sur la piste principale presque achevés

*Figure III-1 : Travaux de reprofilage. [29]*

## III.14. PROBLÈMES DE REMONTÉ DE FISSURES

### III.14.1. Classification

Les problèmes de la fissuration des assises de chaussées et celui de la remontée des fissures à travers les couches de surface sont complexes ; ils appellent encore des innovations dans la conception des structures, dans la nature des matériaux et dans le développement de techniques habituellement présentées comme des techniques anti-fissures.

Avant d'aborder le développement de ce guide technique, il est nécessaire de rappeler la différence entre la fissuration de retrait des assises traitées avec un liant hydraulique et la fissuration de fatigue.

La première intervient sous l'effet du retrait, au moment où la contrainte de traction engendrée dans le matériau par la prise atteint une valeur proche de la résistance en traction.

Dans le domaine de la fissuration de retrait on a l'habitude de distinguer deux types de retraits élémentaires:

- Les retraits primaires qui comprennent le retrait avant durcissement et le retrait hydraulique. Ils sont responsables des premières mises en contrainte lente du matériau après sa mise en œuvre ; ils se produisent alors que le matériau est encore peu résistant ;
- Le retrait thermique, associé soit aux variations journalières soit aux variations annuelles de température. Les premières peuvent se situer entre 20 et 30° C, tandis que les secondes peuvent atteindre 50 à 60° C.

On classe les fissures de retrait à partir de différents paramètres d'identification, ce qui permet d'appréhender leur gravité depuis un état initial (fissures transversales, fines peu ouvertes et non dédoublées par exemple) jusqu'à son état ultime lorsque la fissure de retrait a évolué sous la forme d'une zone faïencée.

Les fissures de fatigue peuvent être classées suivant les mêmes paramètres, mais ces fissures de fatigue apparaissent généralement dans le sens longitudinal, au niveau des voies de circulation.

La fissure de fatigue est la conséquence d'une insuffisance structurelle de la chaussée. Elle précède la période de destruction totale de la chaussée. Elle est provoquée, pour des structures à assises traitées, par des contraintes de traction par flexion excessives dans les assises. Pour les structures souples elle est la conséquence d'un excès de déflexion qui engendre des contraintes de traction excessives à la base de la couche de roulement.

Les stratégies d'entretien adoptées pour les réseaux routiers sont telles que généralement la structure est renforcée en action préventive dès les premiers signes de fatigue d'une structure de manière à arrêter le processus d'évolution de la chaussée.

### III.15. CONCLUSION

L'entretien est une opération dont son objectif principal, est de préserver l'état fonctionnelle de la voie afin d'assurer la communication « transport, liaison...etc. ». Elle est continue dans le temps où elle débuta avec l'étude et ne se termine que si la voie est abandonnée.







**CHAPITRE 4**

**ETUDED DES CAS**



#### IV.1. INTRODUCTION

Quand on entend le terme entretien des routes, notre esprit est dirigé vers les travaux publics « routes nationales-RN-, chemins wilayas -CW- et chemins communaux -CC- ». Ce secteur est souvent orienté vers ses services y compris les laboratoires spécialisés dans le domaine routier. Or qu'il existe d'autres types tels que les autoroutes -A- que « l'Agence Nationale de la Gestion des Autoroutes » s'en charge et la voirie urbaine où le premier responsable c'est le secteur d'urbanisme (sectoriel « DUAC » ou local géré par la direction de l'administration locale par le budget communal du développement « service de la commune »). On va traiter des cas courants.

#### IV.2. CAS N° 01 AUTOROUTE EST OUEST TRANCAN SBA TLEMEN. [30]

##### IV.2.1. Contexte

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de la mission de suivi des zones sensibles principalement des remblais de grande hauteur et profils mixtes ; qui constituent la plateforme autoroutière de l'autoroute Est-Ouest- Lot Ouest.

Le suivi des zones visitées s'est étalé sur deux principaux aspects à savoir, l'état visuel des sites d'une part et l'auscultation instrumentée des talus d'autre part.

##### IV.2.2. Présentation

La prospection visuelle et le diagnostic des zones sensibles est représentée par:

- L'Etat des désordres et évaluation de leurs causes probables ;
- Identification des facteurs d'évolution défavorables et appréciation des désordres: fissures, affaissement, dégradation...);
- Estimation du risque vis-à-vis du niveau de service rendu aux usagers et de la tenue des ouvrages ;
- L'Etat et fonctionnement du réseau d'assainissement (fossés et caniveaux bétonnés, descentes d'eau, caniveaux à fente, collecteurs drainants, semi-buses et drains transversaux) ;
- L'état des talus remblai/déblai (ravinelements, décrochements, végétalisation) ;
- Recensement des épisodes pluvieux et la visite des lieux après chaque averse.

Les mesures préventives hiérarchisées, à entreprendre dans le cadre des travaux d'entretien courant et périodique de l'autoroute Est-Ouest.

➤ **Poses des tubes inclinométriques**

Cinq nouveaux tubes inclinométriques ont été installés le mois de juin 2018 au niveau des sections autoroutières relevant des sites de Tlemcen Est, Tlemcen Ouest et Sidi Ali Boussidi:



*Figure IV-1 : PK 109+700(1127+400) Côté Nord*

- PK 51+900 côté Sud profondeur 19 m ;
- PK 64+700 côté Sud profondeur 14 m ;
- PK64+700 côté Nord profondeur 14 m ;
- PK 109+700 côté Nord profondeur 15m ;
- PK 111+400 côté Nord profondeur 16m.

Les lectures inclinométriques ont été étendues aux anciens tubes installés en 2015, à savoir:

- PK 46+100 côté Sud supérieur, profondeur 15 m ;
- PK 46+100 côté Sud inférieur, profondeur 34m ;
- PK 46+850 (supérieur) côté Sud profondeur 25 m ;
- PK 46+850 (inférieur) côté Sud profondeur 30 m.

➤ **Matériel utilisé**

- Une sonde inclinométrique Roctest Profil ;
- Un câble de contrôle ;
- Un touret Bluetooth ;
- Un guide de câble ;

- Une application Roctest « PROFIL READER » fonctionnant sur une tablette Androïde ;
- Le logiciel « PROFIL MANAGER » fonctionnant sous Windows.

➤ **Jours pluvieux enregistrés durant la période**

- 21, 22,23 Octobre 2019 ;
- 10, 11, 13, 15, 16, 18, 22, 23,24 Novembre 2019 ;
- 02, 03,04 Décembre 2019 ;
- 10,11 Janvier 2020.

➤ **Présentations des mesures**

- La campagne de lectures et visite des lieux a été faite du 03 au 08 Mars 2020 ;
- Pour le PK46+850 supérieurs, la lecture de référence a été effectuée le 26/03/2019 et la première lecture effectuée le 16/04/2019 ;
- Pour le PK46+850 Inférieur, nous avons effectué la lecture de référence le 18/06/2019 ;
- Les résultats sont présentés sous forme de graphiques montrant le déplacement du tube par rapport la mesure de référence (mesure 0).

➤ **Commentaires**

Les résultats sont fournis sous la forme de graphiques montrant le déplacement du tube par rapport la mesure initiale. Une vue en plan est également fournie par le logiciel.

Il est à noter que l'expert d'Egis international Mr Thierry Mollier, a effectué une visite des zones sensibles de l'autoroute Est-Ouest en date du 17.04.2019, les résultats de nos lectures inclinométriques lui ont été communiquées pour permettre une meilleure appréciation de l'évolution des sites visités.

(Voir le rapport circonstanciel géotechnique Egis, réception définitive de l'autoroute, compte rendu de visite du 17/04/2019).

**S01/ PK 46+850 côté Sud supérieur profondeur 25 m**

Un déplacement de 2mm par rapport à la dernière lecture à partir de 15m de profondeur.

**S01/ PK 46+850 côté Sud Inférieur profondeur 25 m**

Déplacement de 5mm à partir de 16m dans le sens A.

**S01/ PK 46+100 côté Sud inférieur profondeur 35 m**

Le début du déplacement dans l'axe A à une profondeur de 16m. La déformée du tube s'est redressée à partir de 6m jusqu'au sommet. Ceci peut être dû au cumul des erreurs systématiques et Aléatoires.

**S02/ PK 46+100 côté Sud supérieur profondeur 15 m**

La déformée garde la même allure que la précédente sans déplacement significatif.

**PK 51+900 côté Sud profondeur 19 m**

Les résultats sur les mesures cumulées montrent un déplacement de 12mm axe A à une profondeur de 09m sens A.

**PK 64+700 côté Sud profondeur 14 m**

Déplacement de 5mm à 7mm constant entre 2m et 5m ;

Déplacement en tête de pieu à 1,5m.

**PK64+700 côté Nord profondeur 14 m**

Pas de déplacements significatifs.

**PK 109+700 côté Nord profondeur 15m :**

Pas de déplacements significatifs enregistrés.

**PK 111+400 côté droit profondeur 16m**

Les résultats sur les mesures cumulées montrent un déplacement dans la profondeur de 6m axe A et a 8m axe B. La déformée conserve la même allure.

## IV.2.3. Etat des tubes inclinometrique implante au niveau de l'autoroute est - ouest - lot ouest arrête au 08/03/2020

Tableau 6 - Etat des tubes inclinometrique implante au niveau de l'autoroute est - ouest - lot ouest arrête au 08/03/2020

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Localisation (PK)	46+100 Supérieur	46+100 Inferieur	46+830 Supérieur	46+830 Inferieur	64+747Sud	64+727Nord	51+900	111+400	109+730
Section sondage				W7				W8	
	<b>SO3</b>	<b>SO1</b>	<b>SO3</b>	<b>SO1</b>	<b>GS64-02</b>	<b>GS64-01</b>	<b>SO1</b>	<b>GS111-01</b>	<b>GS109-01</b>
Date d'installation	Mars2015	Mars2015	Février 2017	Février 2017	15/05/2018	18/05/2018	11/05/2018	26/05/2018	21/05/2018
Profondeur du tube	<b>15m</b>	<b>34m</b>	<b>25m</b>	<b>30m</b>	<b>14m</b>	<b>14m</b>	<b>19m</b>	<b>16m</b>	<b>15m</b>
Date de lecture de référence	26/03/2019	26/03/2019	26/03/2019	18/06/2019	25/12/2018	26/12/2018	26/12/2018	25/12/2018	25/12/2018
Niveau d'eau	/	-32m	-24m	28.5m	-10m	-10m	-10m	-15m	-10m
Date des 1 ères lectures	15/04/2019	15/04/2019	15/04/2019	10/10/2019	16/01/2019	16/01/2019	16/01/2019	/	16/01/2019
Niveau d'eau	/	-32m	-24,5m	28m	-10m	-10m	-10m	-15m	-10m
Date de 2eme LECTURE	18/06/2019	18/06/2019	18/06/2019	<b>05/03/2020</b>	<b>27/03/2019</b>	<b>26/03/2019</b>	<b>27/03/2019</b>	<b>27/03/2019</b>	<b>27/03/2019</b>
Niveau d'eau	/	-32m	-24.5m	<b>28m</b>	<b>-10M</b>	<b>-13M</b>	<b>-10M</b>	<b>-9.5M</b>	<b>-15.5</b>
Date de 3eme LECTURE	10/10/2019	10/10/2019	10/10/2019	05-03-2020	19/06/2019	19/06/2019	18/06/2019	19/06/2019	19/06/2019
Niveau d'eau	/	-31.5m	-24.5m	28m	-9.5m	-13m	-14m	-15m	-9m
Date de 4eme LECTURE	08-03-2020	08-03-2020	05-03-2020	/	13/10/2019	13/10/2019	10/10/2019	13/10/2019	13/10/2019
Niveau d'eau	/	31.5	-24.5m	/	-9.5m	-13m	-14.5m	-15m	-9m
Date de 5eme LECTURE					03-03-2020	03-03-2020	05-03-2020	04-03-2020	04-03-2020
Niveau d'eau					-9.5m	-13.5m	-13m	-15.5m	-7.5m
Observation									

**IV.2.4. Recommandations et interventions**

Vu l'état actuel des désordres constatés, il a été recommandé aux équipes d'entretien de procéder à:

- La réparation du dispositif d'assainissement des eaux de surface (Descentes d'eau, cunettes, fossés, semi-buses) ;
- Curage du dalot du PK74+300 et du talweg servant d'écoulement des eaux provenant d'une centrale à béton avoisinante ;
- Le traitement des ravinelements de l'environnement immédiat de l'emprise par des gabions et corrections torrentielles ;
- Revisiter les regards des collecteurs drainants et s'assurer du bon fonctionnement du drainage interne ;
- Le traitement des lits d'arrêt situés au droit des zones sensibles, ceux-ci étant des points d'accumulation des eaux de ruissellement. (Lits d'arrêt d'urgence PK114, PK51, PK70, PK71 et PK48) ;
- Le déchargement des matériaux glissés du talus PK111+700 côtés Sud.

**Il est à souligner que la gestion des eaux, aussi bien superficielles qu'internes, constituent l'action primordiale sur laquelle les travaux d'entretien doivent être orientés et programmés selon l'urgence et la priorité de chaque zone.**

**IV.2.5. Visite du réseau d'assainissement au droit des zones sensibles.**

- **PK 111+500 ;**
- **PK 114+200 ;**
- **PK 74+260 ;**
- **PK71+400 ;**
- **Pk 51+900 ;**
- **PK48+900 ;**



➤ **PK46+850.****IV.2.6. Etat visuel des zones visites et propositions d'actions d'entretien**

Tableau - 7 Etat visuel des zones visites et propositions d'actions d'entretien

PK	Etat visuel du site	Mesures à prendre dans l'immédiat
94+800	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecoulement d'eau sortant du terrain naturel et du pied du talus vers le dalot.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage des fossés bétonnés et canalisation des eaux vers l'extérieur de l'emprise.</li> </ul>
109+700	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissure transversale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colmater les fissures ;</li> <li>• Suivi visuel des fissures ;</li> <li>• Nettoyer les regards collecteurs drainants ;</li> <li>• Reboisement côté Nord.</li> </ul>
110+360	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissures transversales côte Sud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposition d'installer un inclinomètre au PK110+300 côte Nord ;</li> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Suivi visuel des fissures ;</li> <li>• Nettoyage des fossés bétonnés ;</li> <li>• Réparation et hydro curage caniveau à fente ;</li> <li>• Nettoyage regards collecteur drainant ;</li> <li>• Reboisement.</li> </ul>
Pk 110+900	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparition nouvelles fissures (Axe ; VL ; VM ; BAU).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Reboisement côté Nord.</li> </ul>
PK 111+500	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissures.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Nécessite une correction torrentielle du talweg aval, en gabions Côté Nord ;</li> <li>• Reboisement côté Nord ;</li> </ul>

PK111+700	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrochement du talus en déblai côté Sud, désordres fossé bétonné, géo membrane et semi-buses. (Voir comptes rendus des Chefs de sites).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procéder au déchargement des matériaux ;</li> <li>• Glissés et réparation du système d'assainissement ;</li> <li>• Engager une étude de stabilité de la zone.</li> </ul>
PK 118+350	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côté Sud, présence des fissures ;</li> <li>• Décollement de la GBA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures chaussées.</li> </ul>

PK 114+200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissures côte Nord et côte Sud sur la BAU ;</li> <li>• Fissure sur le remblai côté Nord.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Suivi visuel du drainage du lit d'arrêt d'urgence ;</li> <li>• Nettoyage du système d'assainissement et étanchéisation du lit d'arrêt d'urgence.</li> </ul>
Pk 81+120	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune fissure, le drain latéral et subhorizontal fonctionne correctement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A suivre l'état des plots du PICF.</li> </ul>
PK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat visuel du site.</li> </ul>	Mesures à prendre dans l'immédiat.
Pk 75+130	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparition des fissures, côté Sud déjà colmatée (sortie du Viaduc) ;</li> <li>• Fissure au niveau de descentes d'eau ;</li> <li>• Ravinements côté Nord.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Suivi visuel des fissures ;</li> <li>• Nettoyage et colmatage des descentes d'eau et caniveau à fente ;</li> <li>• Traiter le ravinement au pied du talus (gabionnage).</li> </ul>

Pk 74+260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des fissures, côté Nord ;</li> <li>• Descends d’eaux cassées ;</li> <li>• Semi- buses envasées ;</li> <li>• Ravinements sur remblai aux droites descentes d’eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposition d’installer un inclinomètre, côte Nord ;</li> <li>• Le colmatage des fissures en urgence ;</li> <li>• Curage du dalot et talweg cotés amont et aval ;</li> <li>• Suivi visuel des fissures ;</li> <li>• Nettoyage des semi- buses ;</li> <li>• Réparation descentes d’eau ;</li> <li>• Reboisement du talus côté Nord.</li> </ul>
PK71+400	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sortie du viaduc côte Nord, vers Tlemcen, fissures tête du quart de cône, fissures chaussée et affouillement du lit d’arrêt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Protection en béton et étanchéisation du lit d’arrêt.</li> </ul>
Pk 70+900	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparition de fissures, côté Sud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures.</li> </ul>

PK 67+330	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissures, côté Sud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Reboisement du talus.</li> </ul>
PK 66+392	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de fissure, côté Sud, PS ravinement quart de cône et dégradation des éléments hexagonaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Reboisement du talus ;</li> <li>• PS : réparation du quart de cône.</li> </ul>
Pk 64+700	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence des fissures ;</li> <li>• Fossés bétonnés cassés ;</li> <li>• Descentes d’eau bouchées</li> <li>• Regard de visite du caniveau a fente bouché.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Suivi visuel ;</li> <li>• Nettoyage du système d’assainissement.</li> </ul>

<p>Pk 51+900</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune fissure des ravinements sur talus Descentes d'eaux cassées ;</li> <li>• Ravinements sur piste d'accès du bassin de décantation ;</li> <li>• Envasement du bassin de décantation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réparation descentes d'eau ;</li> <li>• Reboisement du talus ;</li> <li>• Traitement des ravinements ;</li> <li>• Nettoyage du bassin de décantation.</li> </ul>
<p>PK52+060</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affaissement remblai derrière poutre de couronnement des pieux. Envasement fossés bétonnés, ravinement talus côté Sud, coté bassin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement du ravinement et de l'affouillement (Zone lourdement traitée – Pieux anti-glisserment) ;</li> <li>• Curage des fossés bétonnés.</li> </ul>
<p>PK50+400</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fissure VM, ravinement talus côté Nord.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le colmatage des fissures ;</li> <li>• Correction torrentielle au gabionnage côté Nord.</li> </ul>
<p>PK48+900</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ravinement côté Nord et Sud, provoquant cassure fossés bétonnés côté Sud et LBA du lit d'arrêt côté Nord.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement du ravinement au Gabions et /ou enrochement ;</li> <li>• Réparation du fossé bétonné cassé et lit d'arrêt.</li> </ul>
<p>PK46+850</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côté Sud : semi-buses envasées, ravinements au droit descentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curage des semi-buses ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D'eau et fossés bétonnés, léger affaissement chaussée.</li> <li>• Fosse rectangulaire cassée, fissure et affaissement sur BAU au pied GBA ;</li> <li>• Ravinement important au droit de la descente d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des ravinelements ;</li> <li>• Suivre de près l'évolution de l'affaissement ;</li> <li>• Réparation du fossé rectangulaire ;</li> <li>• traitement du ravinement et colmatage des fissures sur BAU.</li> </ul>
PK46+100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côté Sud, affaissement et fissure VL, ravinelements côté Sud ;</li> <li>• Fissures côté Nord VL ;</li> <li>• Ravinelements implorants côté Sud et canal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traité, assurer un suivi permanent de la zone ;</li> <li>• Fissures chaussée côté Nord à traiter.</li> </ul>
PK42+300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côté Sud, affaissement et fissures BAU, décollement du talon GBA, stagnation d'eau fossé en pied talus en remblai.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colmatage des fissures ;</li> <li>• Remplissage du décollement GBA au coulis de ciment, Coté Sud ;</li> <li>• Curage fossés du pied du talus.</li> </ul>

IV.2.7. photos lectures inclinometriques



*Figure IV-2 : côté Sud*

*PK 46+8505(PK 1064+850)*



*PK 51+900(PK 1069+900)*



*Figure IV-3 : Côté Nord*

*PK 109+700(1127+400)*



*Figure IV-4 : Côté Nord*

*PK 111+400 (1129+400)*



**Figure IV-5 : PK46+100(1064+100) Côté sud**



**Figure IV-6 : PK 64+100 (1082+100)**

## IV.2. 8. Photos des désordres



*Figure IV-7 : Dégradation au niveau de Lit d'arrêt d'urgence PK48+147(1066+147) côté Nord.*



*Figure IV-8 : Ravinements PK 46+850(1064+850) Côté Sud.*



*Figure IV-9 : Désordres caniveau rectangulaire PK 46+850 (1064+850) Côté Sud.*



*Figure IV-10 : Sortie des eaux internes PK 94+800(1112+800) côté Nord.*



*Figure IV-11 : Fissures sortie de viaduc PK 109+400 (1127+400) côté Nord.*

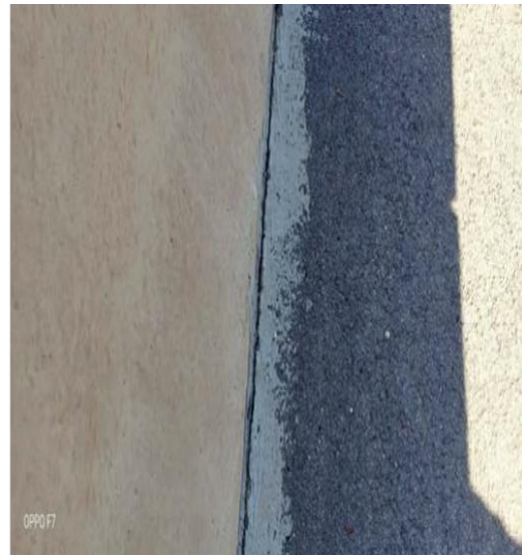


*Figure IV-12 : Glissement PK112+700 (1130+700) Côté Nord.*





*Figure IV-13: Fissures PK 114+100(1132+100) Côté Nord.*



*Figure IV-14 : Fissures au niveau de caniveau rectangulaire et décollement de GBA PK118 (1136) Côté Sud.*

IV.2.9. Photos traitements exécutés



*Figure IV-15 : Colmatage des fissures PK106 (1124) Côté Nord.*



*Figure IV-16 : Colmatage des fissures PK 107(1125) Côté Nord*



*Figure IV-17 : Nettoyages des regards de visite PK69(1107) Nord.*



*Figure IV-18 : Nettoyage des caniveaux à fente PK 89 (1087) Côté Sud.*



*Figure IV-19 : Nettoyage des caniveaux à fente PK 89 (1107) Côté Nord.*



*Figure IV-20 : Nettoyage des caniveaux à fente lit d'arrêt d'urgence PK 70 (1088) Côté Nord.*



*Figure IV-21 :*

*Travaux de boisement PK 1121*



*Figure IV-22 :*

*Travaux de boisement PK 1112+800*



*Figure IV-23 : Envasement dalot  
PK 74+220 (1092+220) côté amont*

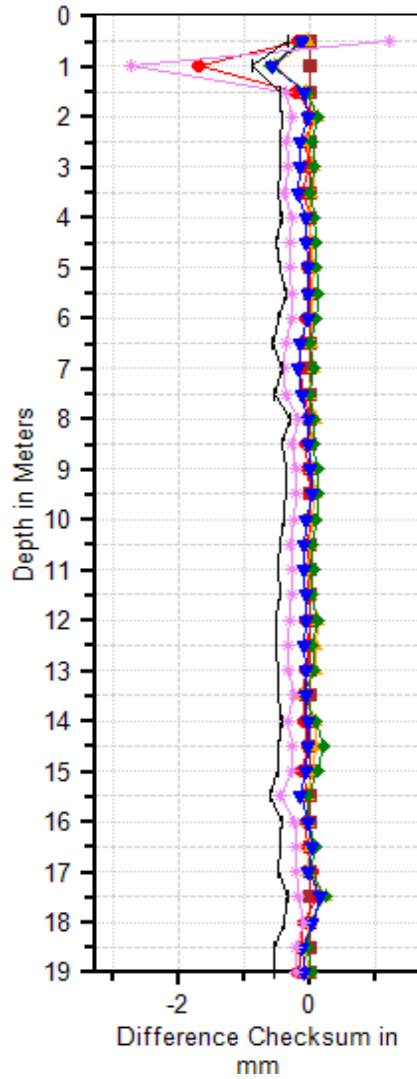


*Figure IV-24 : Envasement dalot  
dalot PK 74+220 (1092+220) côté aval*

IV.2.10. Graphes des lectures Inclinométriques

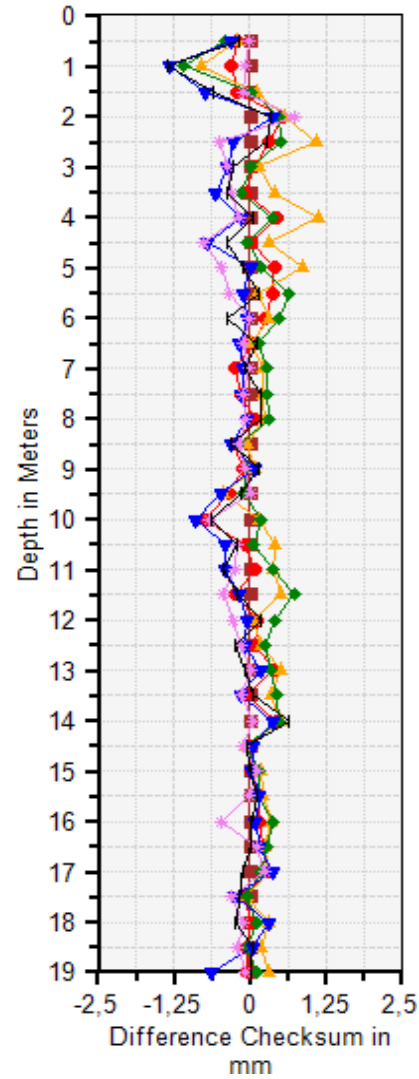
W7 Pk51+900 A

- 26/12/2018    ● 15/01/2019
- ▲ 26/03/2019    ◆ 26/03/2019
- ▼ 18/06/2019    ◆ 10/10/2019
- ⊕ 05/03/2020

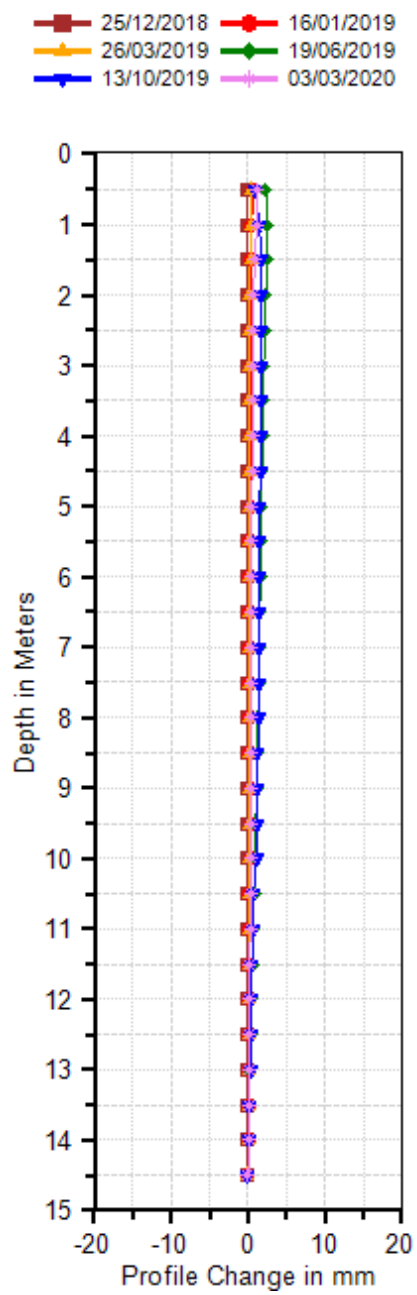


W7 Pk51+900 B

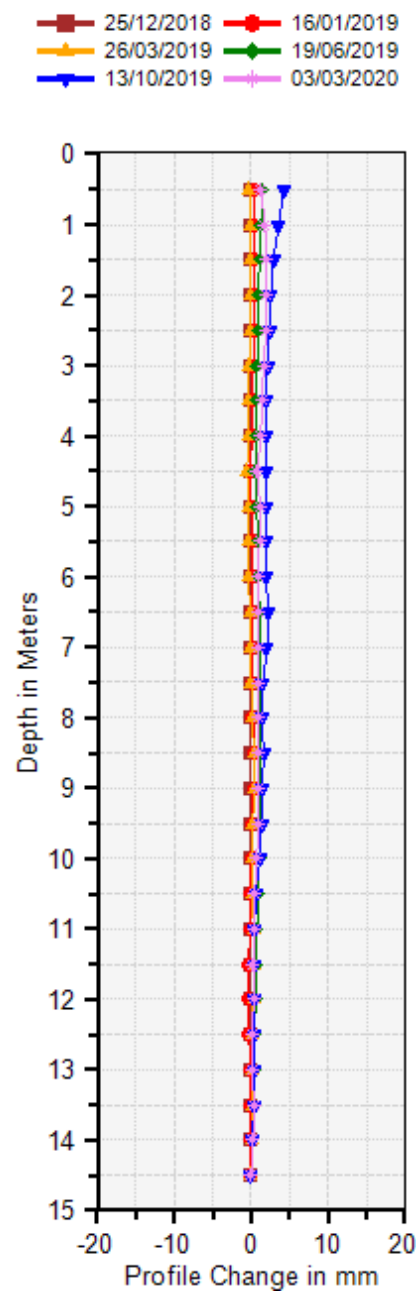
- 26/12/2018    ● 15/01/2019
- ▲ 26/03/2019    ◆ 26/03/2019
- ▼ 18/06/2019    ◆ 10/10/2019
- ⊕ 05/03/2020



W7 Pk64+700d A

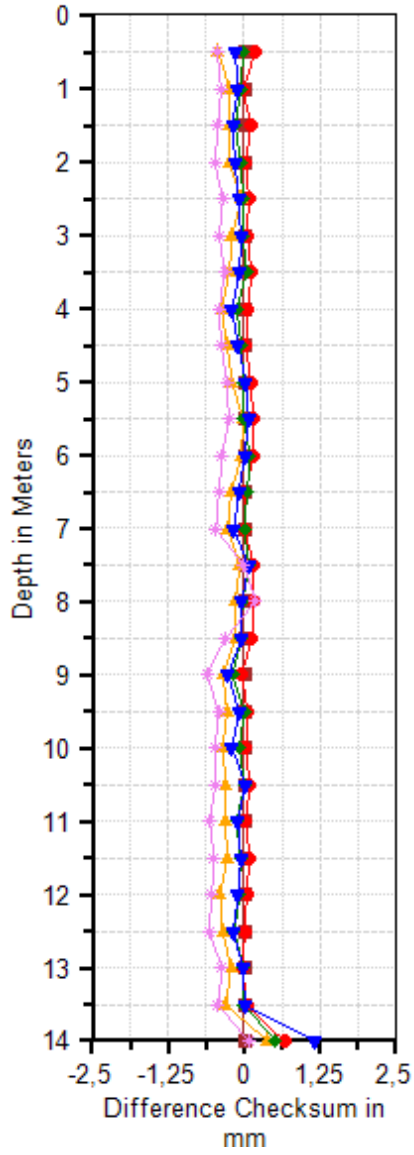


W7 Pk64+700d B



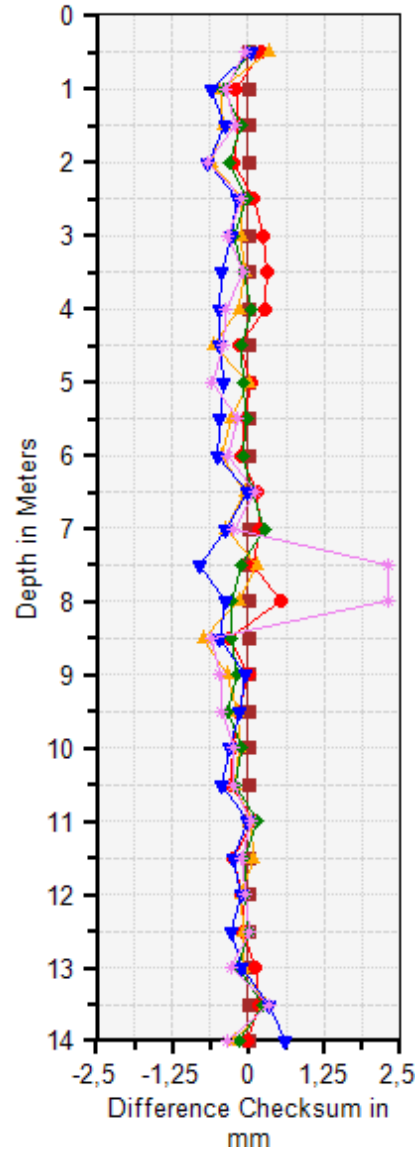
W7 Pk64+700g A

■ 25/12/2018    ● 16/01/2019  
▲ 26/03/2019    ◆ 19/06/2019  
▼ 13/10/2019    ✦ 03/03/2020



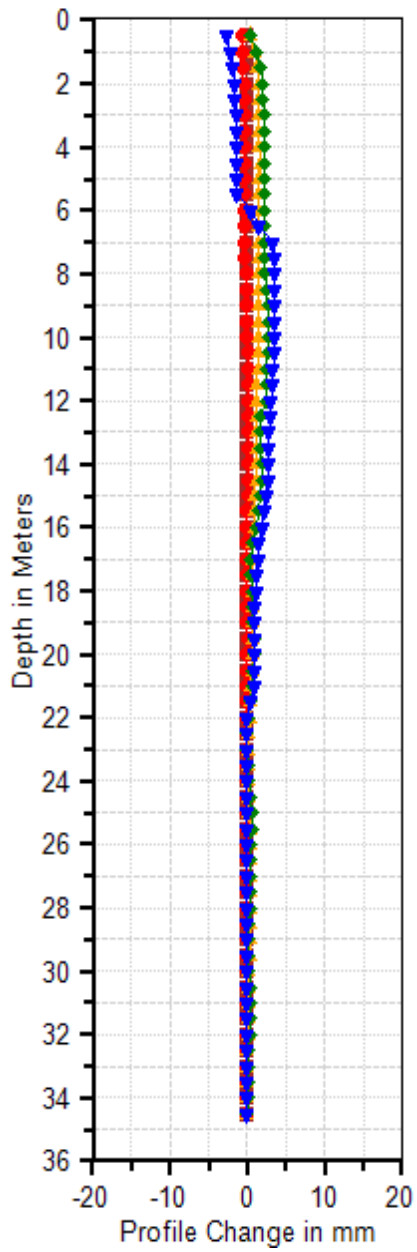
W7 Pk64+700g B

■ 25/12/2018    ● 16/01/2019  
▲ 26/03/2019    ◆ 19/06/2019  
▼ 13/10/2019    ✦ 03/03/2020



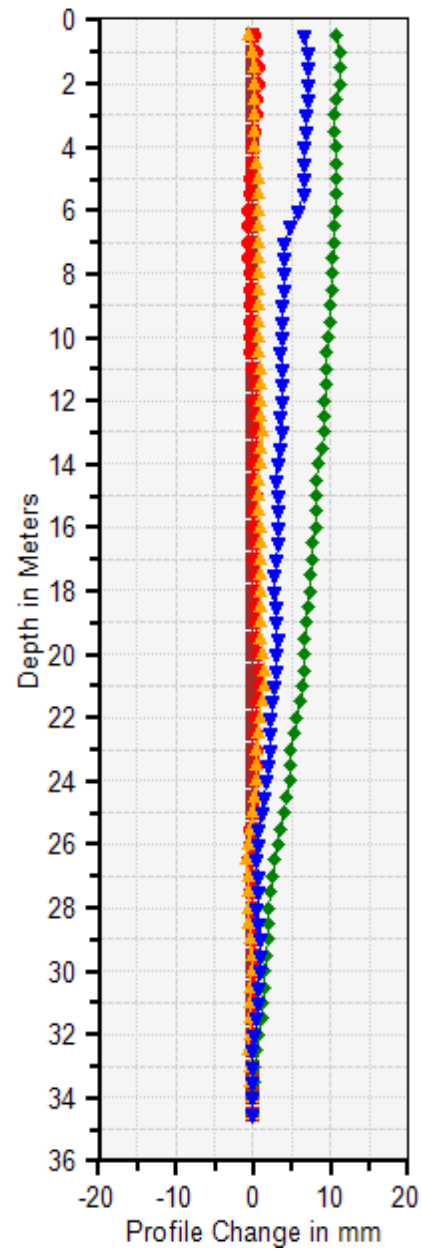
W7\_46+100Gi S02 A

■ 25/03/2019    ● 15/04/2019  
▲ 18/06/2019    ◆ 10/10/2019  
▼ 08/03/2020



W7\_46+100Gi S02 B

■ 25/03/2019    ● 15/04/2019  
▲ 18/06/2019    ◆ 10/10/2019  
▼ 08/03/2020





IV.3. CAS N°02 ROUTE NATIONALE RN°90 [31]



Figure IV-25 : vérification des bornes kilométriques



Ouvrage busé PK 314+700 côté droite, D = 2x  $\varnothing$  600 +  $\varnothing$  1500 mal entretenu

Ouvrage busé PK 308+200 côté droite, D =  $\varnothing$  600 mal entretenu

Ouvrage busé PK 314+600 côté gauche, D = 2x  $\varnothing$  1500 mal entretenu

Figure IV-26 : Les photos des ouvrages busés envasées

Et obstruées par décharges



Fossé bétonné mal entretenu PK 318+100 côté gauche; Petite Base=0.50, Grande Base=0.80m

Fossé bétonné mal entretenu PK 318+200 côté gauche; Petite Base=0.50, Grande Base=0.70m

Fossé bétonné mal entretenu PK 318+200 côté gauche; Petite Base=0.50, Grande Base=0.70m

Figure IV-27 : Les photos fossés bétonnés obstrués par plantation

IV.4. CAS N°03 CHEMIN WILAYA ET CHEMIN COMMUNAL [32]

# RESEAU ROUTIER DE LA DAIRA D'OULED BRAHIM

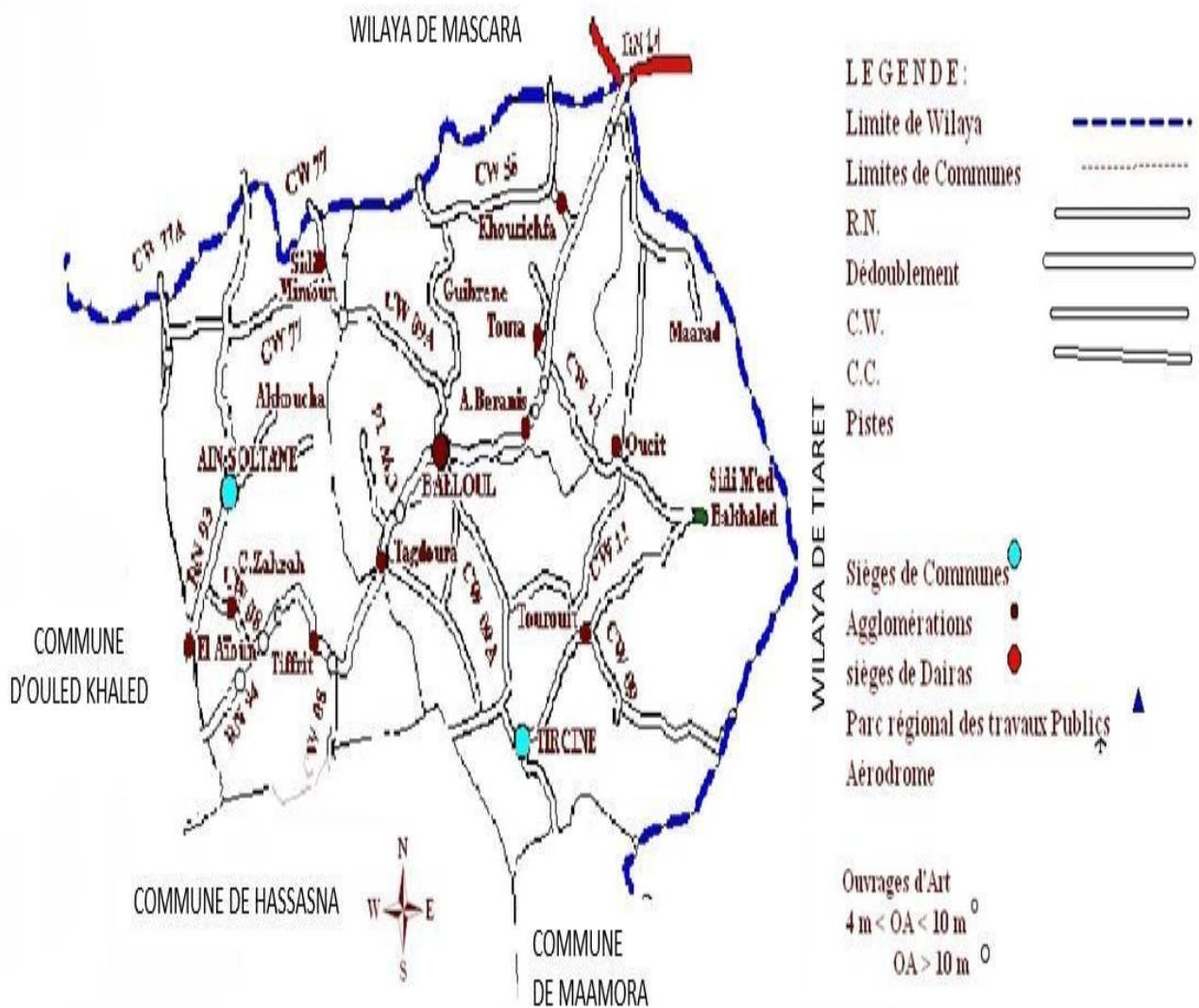


Tableau – 8 Daïra d'Ouled Brahim

<b>Daïra d'Ouled Brahim</b>						
		PK début	PK Fin	Consistance	Obs	
Routes Nationales	RN 94	86+678	135+578	48.9 Km		
	RN 93	37+300	55+835	18.535 Km		
Chemins de Wilaya	CW 08	00+000	07+500	07.500 Km		
	CW 09	19+000	27+000	08 Km		
	CW 09A	00+000	25+500	25.500 Km		
	CW 09Anc	00+000	10+000	10 Km		
	CW 11	00+000	26+500	26.500 Km		
	CW 14	00+000	07+791	7.791 Km		
	CW 58	53+400	74+135	20.735 Km		
	CW 77	08+000	27+500	19.500 Km		
	CW 77A	07+580	09+080	1.500 Km		
Chemins Communaux	Commune D'Ouled Brahim	RN94 - KHOURICHFA	/	/	03.00 Km	
		RN94 - S/ABDJEBAR PAR TOUTA	/	/	05.00 Km	
		CW9A-GUIBRENE- CW58	/	/	10.200 Km	
		RN94-S/MAKHLOUF	/	/	06.00 Km	
	Commune d'Ain Soltane	RN94 -DR OULED AEK- RN93	/	/	04.200 Km	
		AIN SOLTANE (RN93) -ECOLE D'AKKOUCHA	/	/	05.00 Km	
		SID EL HACHEMI	/	/	02.00 Km	
		BEROUAG	/	/	01.600 Km	

Commune de Tircine	S/MAKHLOUF- MAARAD	/	/	06.00 Km	
	RN94-TAGDOURA- CW9 JIDA	/	/	10.00 Km	
	CW09-CW9Anc TAOUROUT/MHANI NE	/	/	09.00 Km	
	FORAGE WAHRANI	/	/	06.00 Km	
	OULED KADA	/	/	08.30 km	
	BEN ALLOUCHE	/	/	10.00 Km	
	DR MEHANIN -DR S/ABDERAHMEN	/	/	04.00 Km	
	BOUCENA	/	/	10.00 Km	
	MAARAD-TOUAHRIA	/	/	10.00 Km	

CW 09: Faiencage



**Figure IV-28 : Faiencage**

CW 09 A :



*Figure IV-29 : l'orniérage*



*Figure IV-30: Affaissement des chaussées*

CW 09 Anc :



*Figure IV-31 : les arrachements.*

CW 11 :



*Figure IV-32 : Dégradation de l'accotement*

CW 77A, 14 et 58 :



*Figure IV-33 : Dégradation de l'accotement*

## IV.5. CAS N°04 VOIRIE URBAINE [33]

### IV.5.1. Projet du déficit de la voirie urbaine Balloul Centre



*Figure IV-34 : l'état initial*



*Figure IV-35 : l'état final après l'entretien*

### IV.5.2. Le réseau de la voirie urbaine est composé de trois types

- Les axes principaux « traversent l'agglomération urbaine » ;
- Les axes secondaires « relient les axes principaux aux diverses localités dans l'agglomération » ;
- Les axes tertiaires « sont ceux qui se trouvent à l'intérieur des citées et des quartiers ».

## IV.6. CONCLUSION

Le trésor public prévoit plus de budget pour les voies dont le secteur travaux public s'en charge, mais pour la voirie urbaine, il ne réserve que quelques opérations isolées chaque décennie.



**CONCLUSION  
GENERALE**



## CONCLUSION GENERALE

Etant donné que le réseau routier est le nerf de l'activité vitale de l'humain, il sert comme un moyen principal dans la connexion entre pôles économiques et politiques et dans la défense nationale. Sa grande rentabilité sur la société (soit économique, politique ou sociale) est inestimable. La nécessité de garder ce nerf de vie durable et efficace est très important. Quel que soit le budget réservé pour son entretien, il sera toujours négligeable envers sa rentabilité.

Ce qu'on a conclu durant notre étude après traitement des cas les plus courants en classes de voiries :

➤ Dans le premier cas « **Autoroute Est Ouest entre Sba Et Tlemcen** » la nécessité du confortement de la chaussée en urgence

PK75 et PK76 côté Nord: Traitement des ravinements et l'installation des Inclinomètres. PK74+300 : Curage du dalot et nettoyage du talweg à l'amont et l'aval de l'ouvrage.

PK114 côté Nord: réalisation d'une butée de pied de talus réparation du Drain du lit d'arrêt d'urgence côté Sud.

PK51+900 côté Sud: réalisation d'une butée de pied et l'installation d'un Inclinomètre derrière GBA sur 15m de profondeur.

PK111+450 côté Nord: Installation d'un inclinomètre derrière GBA sur 10m de profondeur.

PK46+000 côté Sud: Installation d'un inclinomètre derrière GBA sur 10m De profondeur.

PK46+100 ,46+850, PK51+900 et PK111+400 : faire une expertise Détaillée de ces quatre zones,

➤ Dans le deuxième cas « **Route Nationale Rn90** » Les travaux du nettoyage des faussées et les ouvrages d'assainissement

➤ Dans le troisième cas « **Chemins Wilaya Cw et Chemins Communaux Cc** » la réhabilitation des accotements et les zones des faïençages.

➤ Dans le quatrième cas « **Voirie Urbaine Centre Balloul** » tout un programme dans le cadre de l'amélioration urbaine a été engagé pour ces types d'entretiens.

En outre, il existe un très grand réseau routier « voirie urbaine » marginalisé dans la politique budgétaire et même dans les études et documentation (non seulement dans notre pays mais dans le monde entier). Ce réseau est le nerf du confort social de l'être humain où la majorité du stress, du retard et les incidents (dans toutes les activités quotidiennes) issue du déficit de la voirie urbaine. Pour de futures investigations; nous proposons des études de ce réseau notamment sur sa conception, son entretien et son importance.



**ANNEXE**

## ANNEXE

### Annexe A

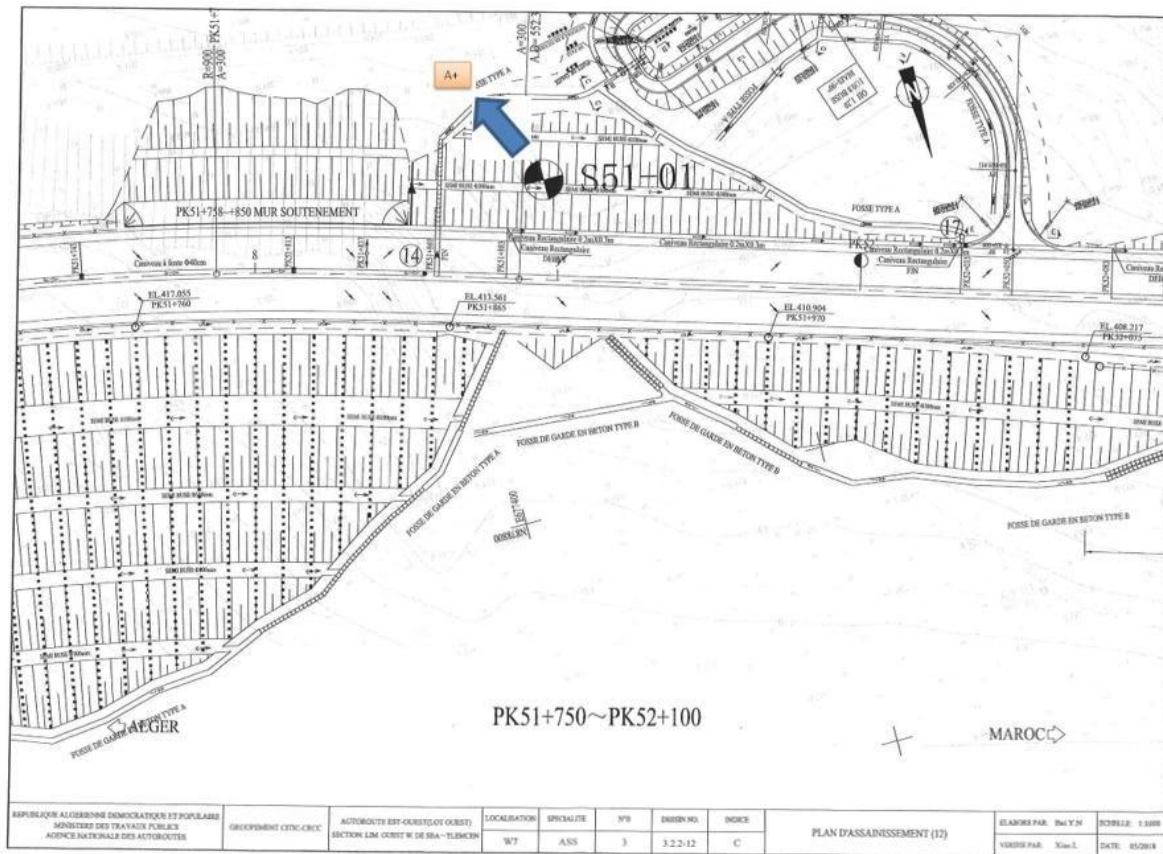
Le tableau A3.2 illustre les niveaux d'importance de chaque indicateur selon la fonctionnalité de la route, alors que le tableau A3.3 établit une correspondance entre les indicateurs de performance et les cotes d'état.

Tableau A3.2 – Cotes d'opportunité par rapport à la classe fonctionnelle de la section auscultée

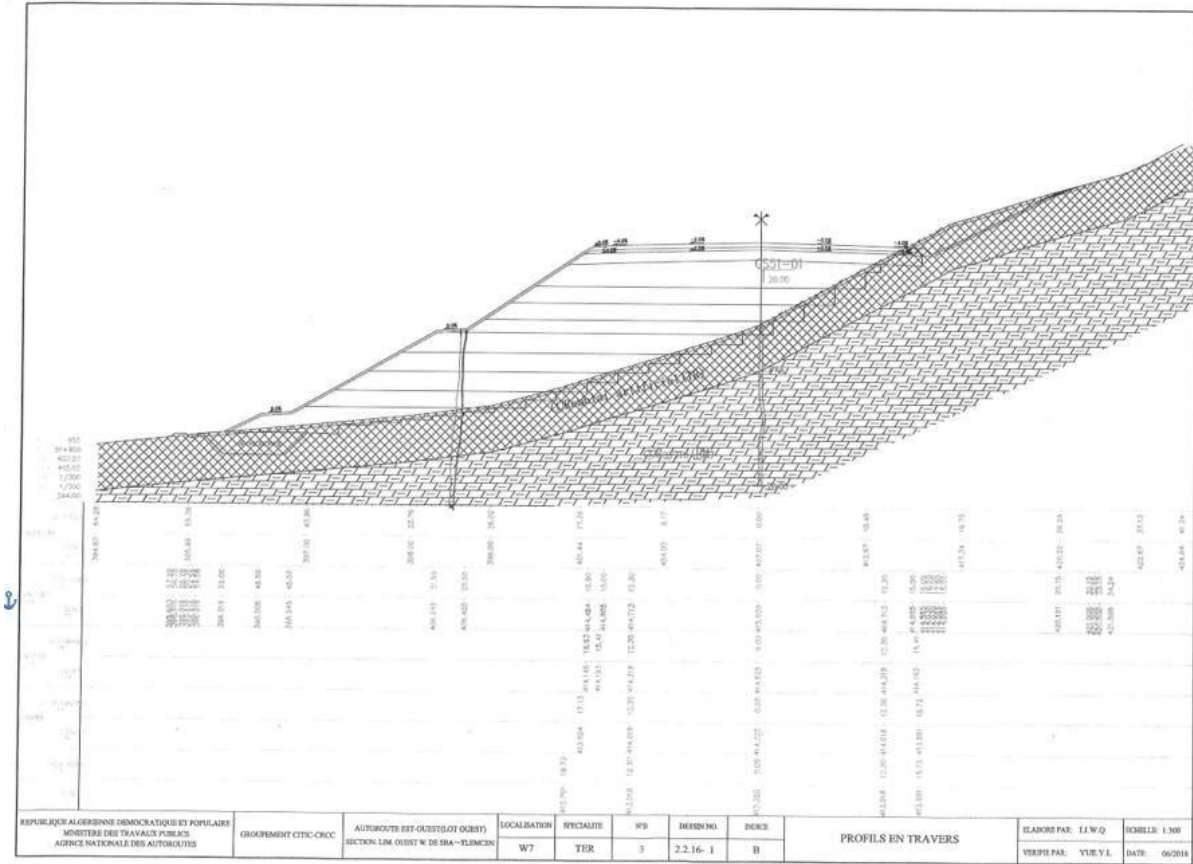
<b>Classes fonctionnelles (type de route)</b>	<b>Fissuration</b>	<b>Uni</b>	<b>Défauts de surface</b>	<b>Soulèvement différentiel dû au gel</b>	<b>Capacité structurale</b>	<b>Déformations, orniéage</b>
<b>Cul-de-sac</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Résidentielle</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Résidentielle avec bus</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Collectrice résidentielle</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Collectrice industrielle</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Artère</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

# ANNEXE

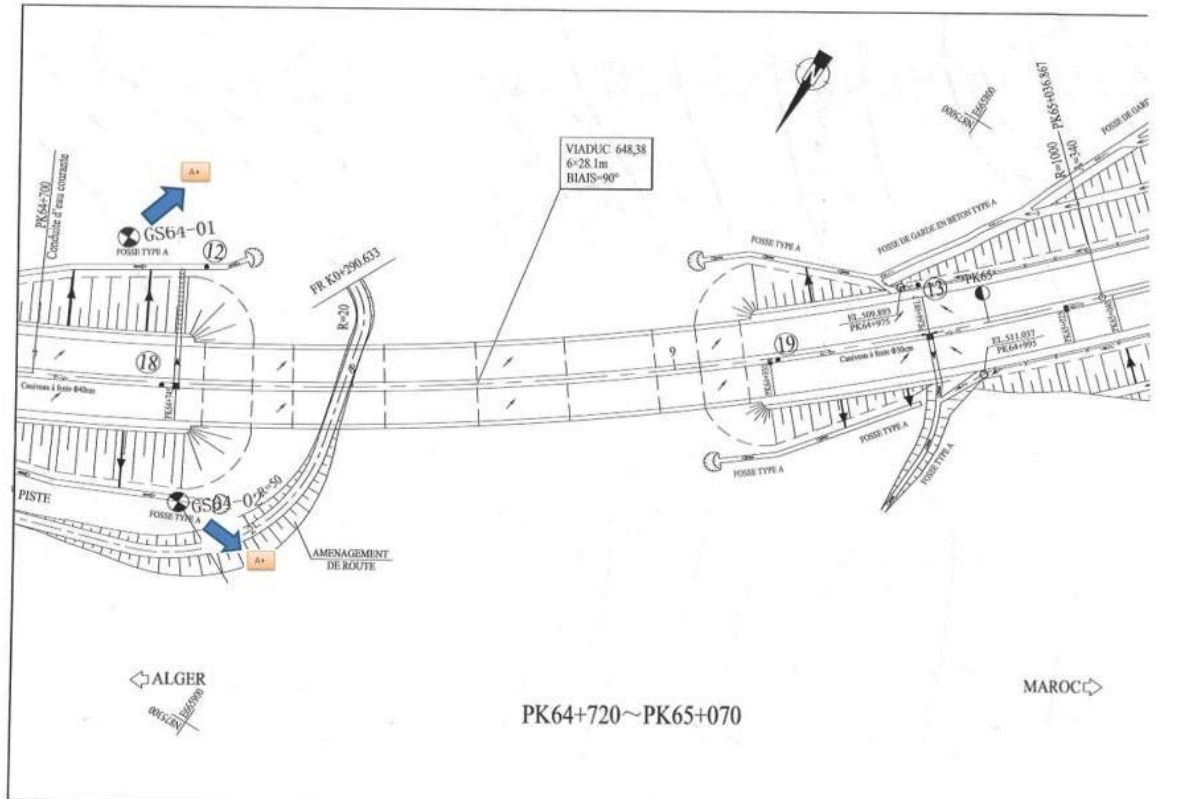
## Annexe B



# ANNEXE



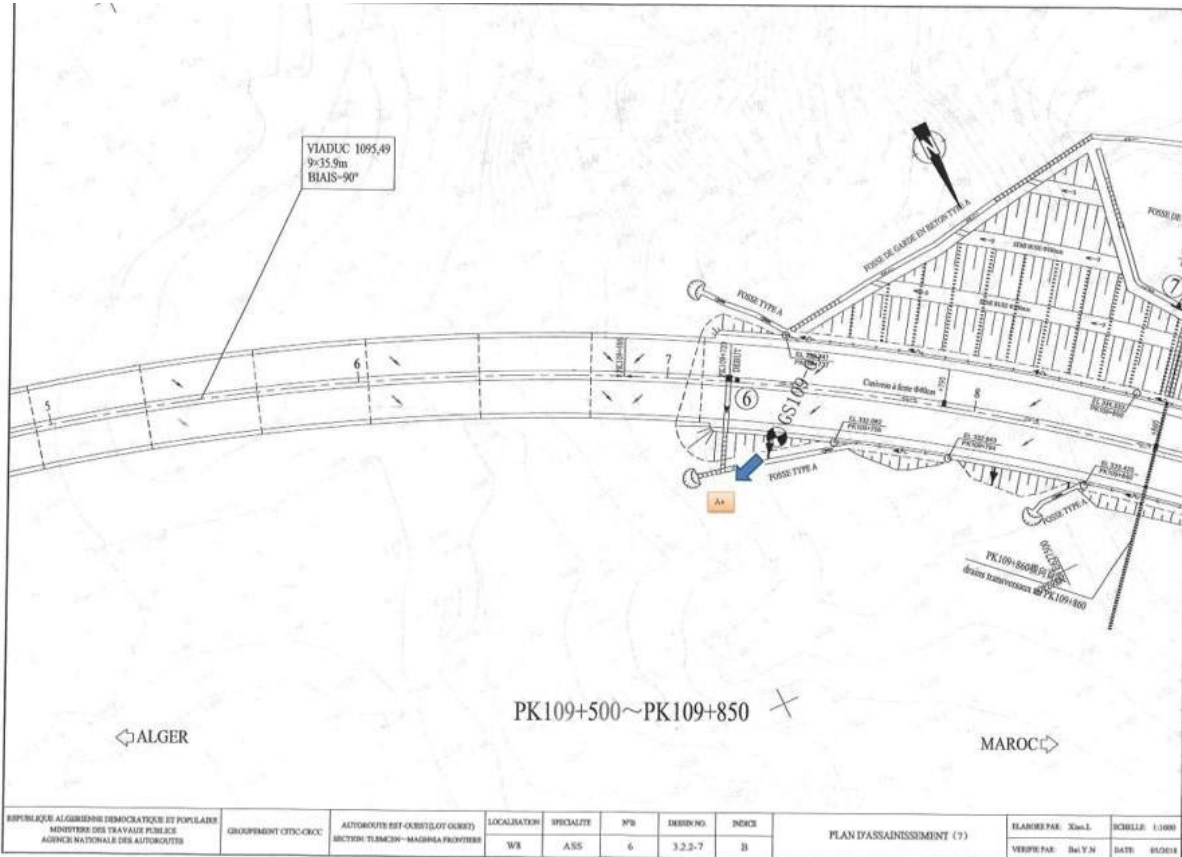
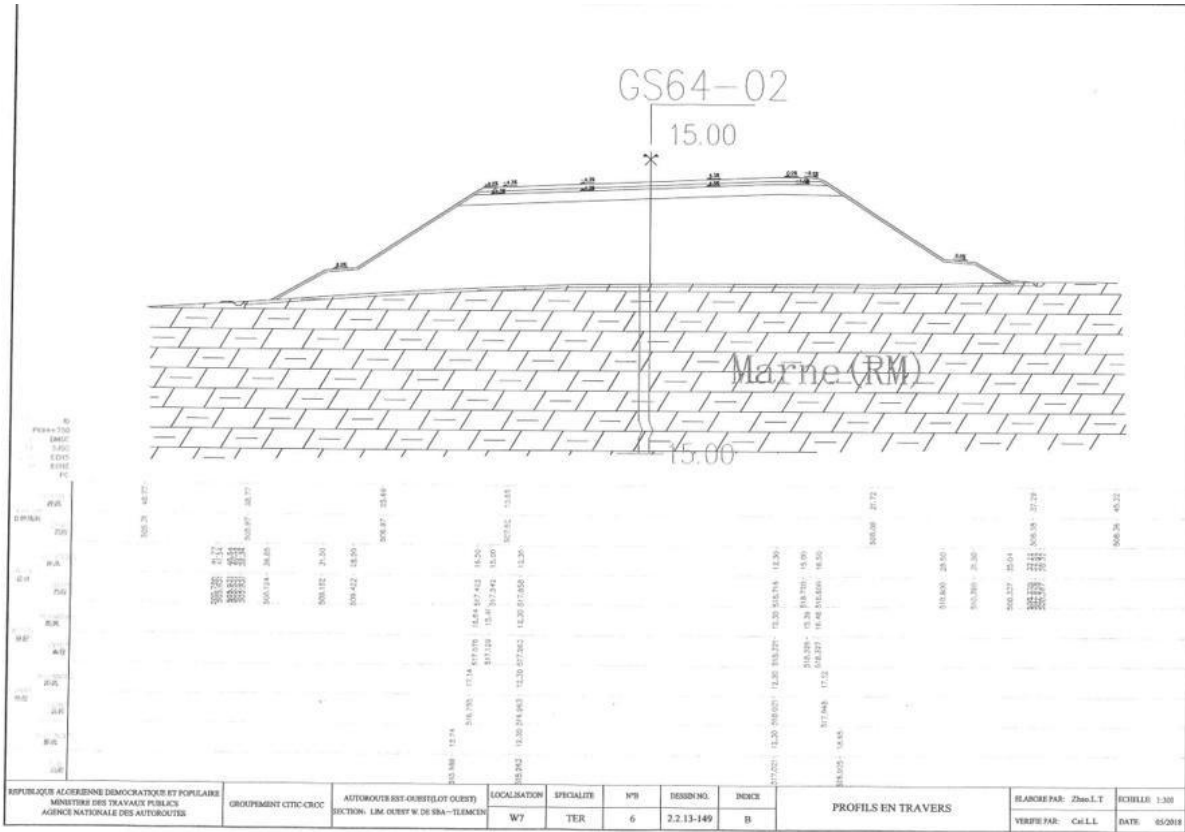
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CTC-CRCC	AUTOROUTE EST-OUEST(LOT OUEST) SECTION LM OUEST W DE SMA-TLEMSEN	LOCALISATION W7	SPECIALITE TER	N° 3	DESSIN NO. 2.2.16-1	DECRS B	PROFILS EN TRAVERS	ELABORE PAR: LI W Q	REVISÉ PAR: YUE Y L	DATE: 06/2018
--	---------------------	---	--------------------	-------------------	---------	------------------------	------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CTC-CRCC	AUTOROUTE EST-OUEST(LOT OUEST) SECTION LM OUEST W DE SMA-TLEMSEN	LOCALISATION W7	SPECIALITE ASS	N° 6	DESSIN NO. 3.2.2-10	DECRS C	PLAN D'ASSAINISSEMENT (10)	ELABORE PAR: BAL Y N	REVISÉ PAR: SIM L
--	---------------------	---	--------------------	-------------------	---------	------------------------	------------	----------------------------	----------------------	-------------------



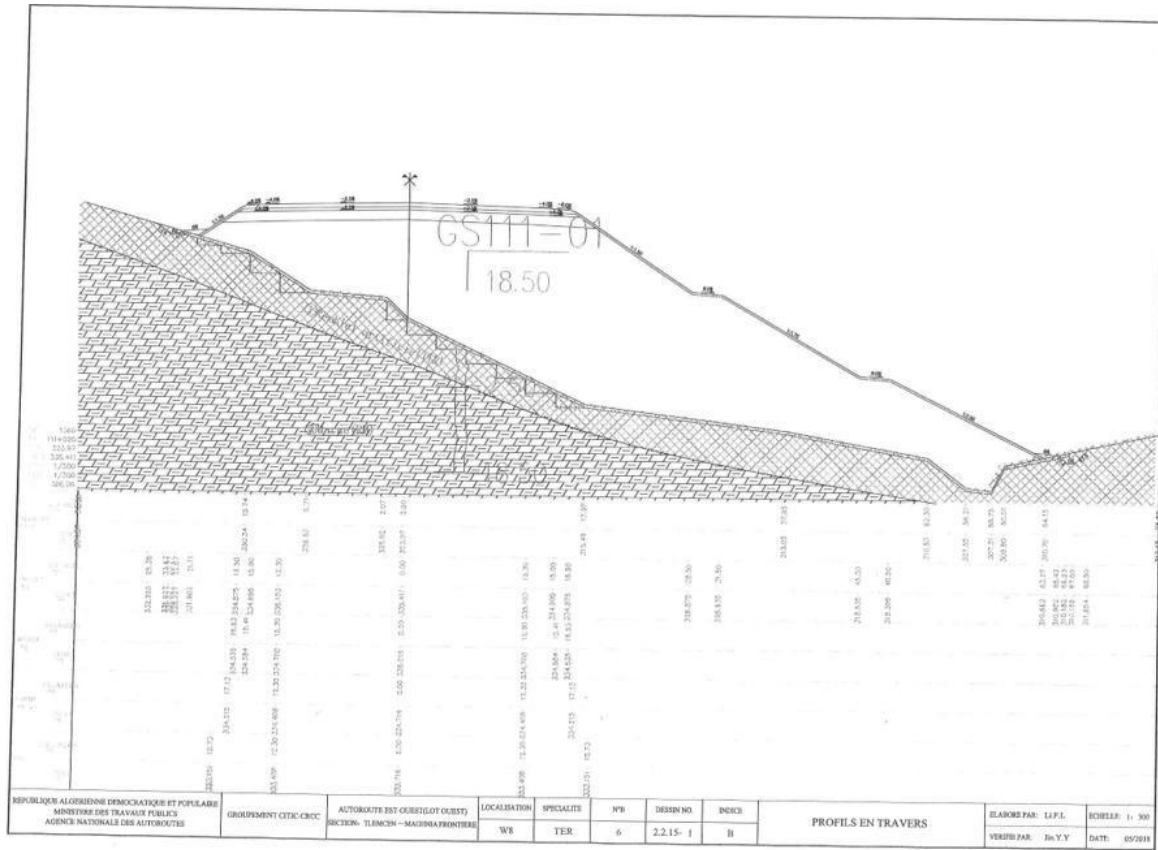
# ANNEXE



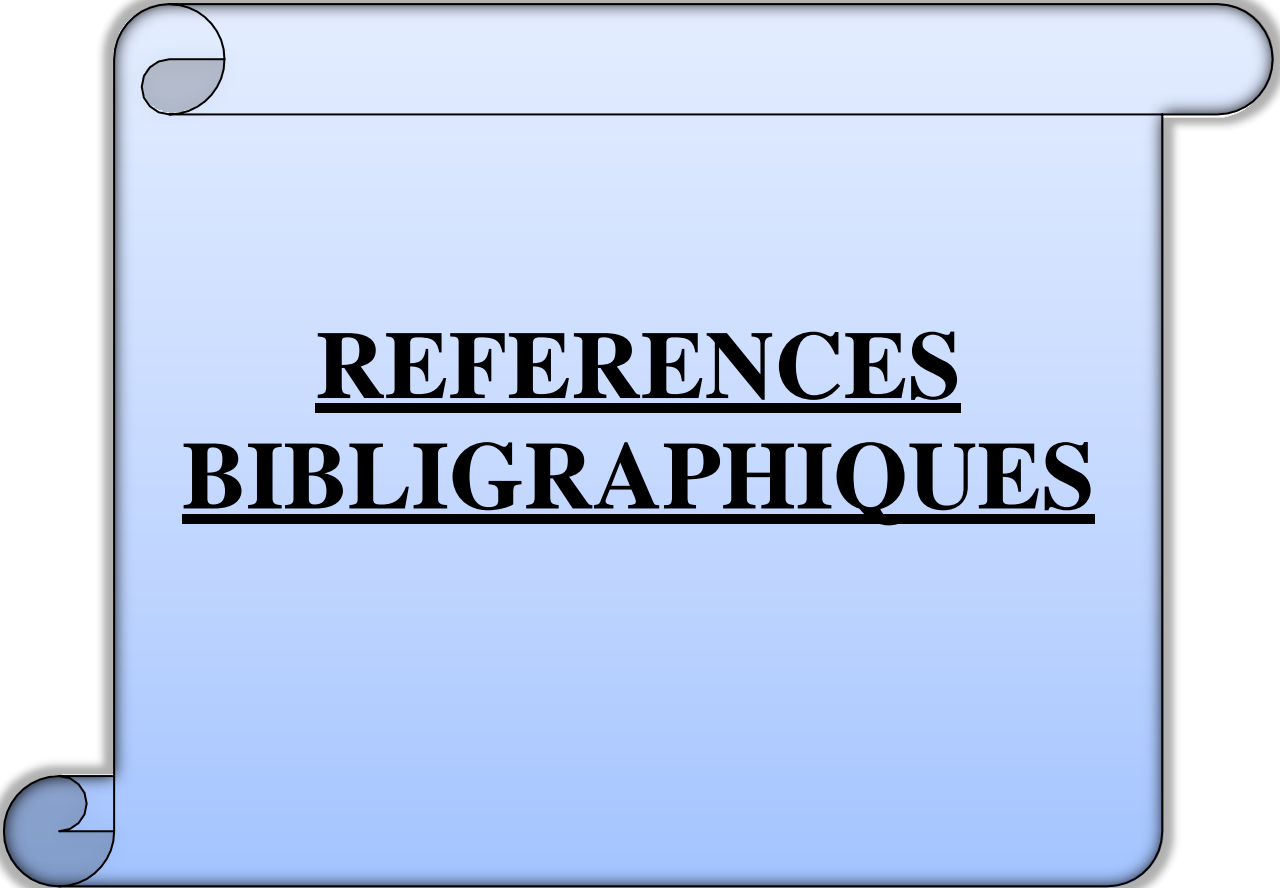




# ANNEXE



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS AGENCE NATIONALE DES AUTOROUTES	GROUPEMENT CITIC CRCC	AUTOROUTE EST-QUEST/LOT OUEST SECTION: TLEMSEN - MAJIDIA FRONTIERE	LOCALISATION	SPECIALITE	N°R	DESSIN NO.	INDICE	<b>PROFILS EN TRAVERS</b>	ELABORE PAR: L.F.L.	ECHELLE: 1: 300
			WB	TER	6	2.2.15- 1	B		VERIFIE PAR: M.Y.Y	DATE: 05/2018



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Internet (<https://www.infociments.fr/route/caracteristiques-generales-des-chaussees>).
- [2] : Internet (<https://www.lavoixdunord.fr/558242/article/2019-03-26/la-rd-64-cette-route-ou-l-roule-80-kmh-dans-un-sens-70-kmh-dans-l-autre>).
- [3] : Internet (<https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/rhone/trafic-s-annonce-dense-vallee-du-rhone-ce-1er-week-end-depart-vacances-1848904.html>).
- [4] : Internet (<https://www.facebook.com/1447869628650152/posts/1696441887126257/>).
- [5] : Internet (<https://centenaire.org/fr/en-france/quest-ce-quun-comite-departemental-du-centenaire>).
- [6] : Internet (<https://www.ornikar.com/code/cours/signalisation/verticale/bornes>).
- [7] : Internet (<https://lechodelaboucle.fr/2016/07/22/oublie-voiture-aire-dautoroute-parcourt-vingtaine-de-kilometres-de-sen-rendre-compte/>)
- [8] : Etudes générales technique et économique des aménagements routiers. (B40 normes Techniques d'aménagements des routes).
- [9] : Roger, Coquard. Route circulation tracé et construction. Livre. Paris.
- [10] : SETRA ,2000 ; ICTAAL. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des Autoroutes de liaison. Paris.
- [11] : Djelti, Abdelkader Zakaria ; Hattou, Mohammed, (2009). Etude de la réhabilitation du Chemin de wilaya CW54.Mémoire d'ingénieur, Tlemcen, université.
- [12] : Chebrak D, (2012). Étude du phénomène de l'orniérage de chaussées bitumineuse ; cas de la route national dans la wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire de magister, université.
- [13] : LCPC, SETRA, (2000), Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide Technique fascicule 1et2. 2ème édition. Paris.
- [14] : BARABET I ;( 2012). Le traitement des sols pour la couche de forme, plateforme de Chaussée. Mémoire de magister, université.
- [15] : LCPC, SETRA, Bagneux, 1998, Catalogue des structures types de chaussées neuves. Paris : ministres de l'équipement des transports et du logement.
- [16] : JGOONIA Ablatif, Rôle de l'ingénieur Topographe dans la construction d'une route.
- [17] : Catalogue des dégradations de surface des chaussées, LCPC, fichier PDF, 1998.
- [18] : Catalogue pour la réalisation des relevés visuels de dégradations sur chaussées aéronautiques, Service Technique de l'Aviation Civile, fichier PDF, 2007.
- [19] : Catalogue des dégradations de surface des chaussées, LCPC, fichier PDF, 1998.
- [20] : Internet (<https://www.google.com/search?q=les+affaissements+des+routes&rlz=1C1ASVAenDZ897DZ897>)

&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjWcCsyKLRhVXTBUIHSRdAr4Q\_AUoAXoE  
CAwQAw#imgsrc=gamPIrT\_HZ6m6M)

[21] : Internet

([https://www.google.com/search?q=les+bourrelets+des+routes&rlz=1C1ASVA\\_enDZ897DZ897&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwitoNujyaLrAhUeRBUIHavaAMAQ\\_AUoAXoEC  
AwQAw&biw=1360&bih=657#imgsrc=vJWUspPMd2bNjM](https://www.google.com/search?q=les+bourrelets+des+routes&rlz=1C1ASVA_enDZ897DZ897&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwitoNujyaLrAhUeRBUIHavaAMAQ_AUoAXoEC<br/>AwQAw&biw=1360&bih=657#imgsrc=vJWUspPMd2bNjM))

[22] : Elaboration d'un catalogue des dégradations des chaussées au Sénégal

[23] : Manuel international de l'entretien routier, Volume III, Routes revêtues, Association  
Mondiale de la Route, 1997.

[24] : JEUFFROY, Georges & SAUTEREY, Les chaussées en béton de ciment, Presses ENPC,  
1989.

[25] : LANKOANDE, Issaka-OUEDRAOGO, Ahamado. Tôle ondulée et Stabilisation. Mémoire de  
Fin d'Étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, ENSUT, Juillet 2005.

[26] : GUIDE DE GESTION DE L'ENTRETIEN POUR LA CONSERVATION DES  
CHAUSSÉES MUNICIPALES

[27] : La route en terre : Structure et Entretien, Gérard MELLIER, 1968.

[28] : Aissaoui Mohammed, Pathologie des ouvrages cas des dégradations des chaussées  
aéronautiques du sud algérien.

[29] : L'ENTRETIEN COURANT DES CHAUSSÉES, GUIDE PRATIQUE Service d'Études  
Techniques des Routes et Autoroutes.

[30] : ALGERIENNE DES AUTOROUTES DIRECTION RÉGIONALE OUEST. Rapport N°06  
Date : MARS—2020.

[31] : UNITE DE TIARET CLIENT : DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS DE LA WILAYA  
DE TIARET Affaire : REMISE A NIVEAU DES ROUTES NATIONALES Programme : P.A.C.E  
2015 Lot n°04 : ETUDE D'EXPERTISE DE LA RN 90 DU PK 308 + 000 AU PK 333 + 000.

[32] : le rapport de la Subdivision DTP OULED BRAHIM.

[33] : Le dossier de ROAD bureau d'étude Abdoune Abdelkader.