

REPUBLIQUE DU SENEGAL



GC.0550

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

Titre :

**Détermination des besoins en entretien
d'un réseau avec le système VIZIROAD :
application sur l'axe Thilogne-Bakel**

Auteur : Moustapha Bâ

Directeur interne : Pr. Ibrahima Khalil Cissé, Directeur de l'EPT

Directeur externe : Amadou Sylla Nam Ing. , Directeur de Polyconsult

Ingénierie

Année Académique: 2008 / 2009

DEDICACES:

Je dédie ce travail :

- A mes chers parents et plus particulièrement mon défunt père pour toute leur affection et leur bonne éducation ;
- A mes frères et sœurs ;
- A ma belle famille ;
- Particulièrement à Feu El hadj Mouhamadou Moustapha Ngom pour les conseils et les orientations qu'il nous a laissés.

(Que le Tout Puissant nous accorde longue vie et santé de fer).

REMERCIEMENTS :

La rédaction de ce projet de fin d'études a constitué une occasion de remercier solennellement toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ma formation académique et plus particulièrement à ce mémoire.

Ces personnes, par l'excellence des relations établies, ont largement facilité et contribué à la réalisation de ce travail. Qu'il nous soit permis par le biais de ce rapport de remercier vivement :

- ✚ M. Amadou Sylla Nam, Directeur Général de Polyconsult Ingénierie, notre directeur externe, pour son accueil dans ses services et qui nous a toujours accompagné dans notre projet en nous dotant de tous les moyens nécessaires ;
- ✚ M. Ibrahima Khalil Cissé, Professeur titulaire au département Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Thiès, pour les conseils très utiles, les explications claires et précises qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de ce projet ;
- ✚ M. Moussa Seck, Chef de division du trafic à Polyconsult Ingénierie, notre maître de stage pour ses conseils et ses orientations ;
- ✚ M. Samba Fall, Chef de département route à Polyconsult Ingénierie pour sa disponibilité, ses explications claires et concises.

Notre reconnaissance va également à l'endroit de tout le personnel de Polyconsult Ingénierie, de nos camarades de promotion et de tout le corps professoral de l'Ecole Polytechnique de Thiès.

SOMMAIRE :

Le présent document vise à rationaliser davantage l'étude d'auscultation des chaussées en vue de définir un programme d'entretien d'un réseau, d'alimentation ou de mise à jour d'une Banque de Données Routières.

La démarche proposée commence par un exposé de l'inventaire, de l'évolution et de l'état du réseau routier classé. Ensuite elle soulève la problématique de l'entretien routier au Sénégal.

Ensuite, il est fait une présentation du système VIZIROAD comme un progiciel c'est-à-dire un ensemble de logiciels et un dispositif profil métrique à grand rendement le Bump Integrator. La méthode VIZIR implémentée dans la console VIZIROAD y est exposée et aboutit à une détermination d'un indice VIZIR qui est directement lié à une tâche d'entretien à condition d'ajuster expérimentalement cette méthode en le combinant avec les mesures d'UNI pour les chaussées revêtues.

Par la suite, la méthodologie de calcul de l'UNI de surface des chaussées y est développée selon la méthode décrite par la *world Bank Technical Paper Number 46*. Aussi elle expose la théorie de traitement automatique des mesures d'UNI en utilisant la méthode de composition de la variance.

Enfin, la dernière partie applique la méthodologie des mesures d'UNI avec VIZIROAD sur la liaison Thilogne-Bakel et par la même occasion en détermine les sections homogènes de cette route.

LISTE DES TABLEAUX :

<i>Tableau 1 : réseau routier national (km) à la fin de 1978.....</i>	<i>page 5</i>
<i>Tableau 2 : taux d'accroissement ou de décroissement entre période.....</i>	<i>page 6</i>
<i>Tableau 3 : Réseau non revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région.....</i>	<i>page 7</i>
<i>Tableau 4 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par catégorie et par état de route.....</i>	<i>page 9</i>
<i>Tableau 5 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par état de route et par région.....</i>	<i>page 10</i>
<i>Tableau 6 : Classement du réseau dégradé par région en % du linéaire total.....</i>	<i>page 11</i>
<i>Tableau 7 : Réseau routier non revêtu (km) qui n'a reçu aucun aménagement (par région).....</i>	<i>page 11</i>
<i>Tableau 8 : Réseau routier non revêtu (km) qui n'a reçu aucun aménagement (par catégorie de route).....</i>	<i>page 11</i>
<i>Tableau 9 : Réseau routier non revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région – sans les routes qui n'ont reçu aucun aménagement.....</i>	<i>page 12</i>
<i>Tableau 10 : Etat du réseau routier non revêtu inspecté (km) par catégorie et par état de route – sans les routes n'ayant reçu d'aucun aménagement.....</i>	<i>page 12</i>

<i>Tableau 11 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par état de route et par région – sans les routes qui n'ont reçu aucun aménagement</i>	page 13
<i>Tableau 12: Réseau routier revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région</i>	page 14
<i>Tableau 13 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier revêtu par catégorie et par état de route</i>	page 15
<i>Tableau 14 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier revêtu par état de route et par région</i>	page 16
<i>Tableau 15 : Classement par région du linéaire en pourcentage du réseau dégradé</i>	page 17
<i>Tableau 16: Niveau de gravité des dégradations de type A</i>	page 25
<i>Tableau 17: Niveau de gravité des dégradations de type B</i>	page 26
<i>Tableau 18: Etapes de calcul de l'indice de dégradation</i>	page 31
<i>Tableau 19: Détermination de l'indice VIZIR</i>	page 32
<i>Tableau 20: Exemple de formulaire de relevé altimétrique rempli (Début)</i>	page 38
<i>Tableau 21: Résultats de calcul d'IRI théoriques à partir de relevés topographiques</i>	page 48
<i>Tableau 22: Régression IRI/Bump pour chaque vitesse</i>	page 49
<i>Tableau 23: Résultats d'IRI moyen et caractéristiques sur les sections homogènes sens Bakel-Thilogne</i>	page 51
<i>Tableau 24: Résultats d'IRI moyen et caractéristiques sur les sections homogènes sens Thilogne -Bakel</i>	page 54

LISTE DES FIGURES :

<i>Figure 1: Ordinateur portable muni du logiciel VIZIROAD et Equipements connexes.....</i>	<i>page 22</i>
<i>Figure 2: La famille VIZIROAD.....</i>	<i>page 23</i>
<i>Figure 3: Réalisation de relevés topographiques sur l'emprise de la chaussée.....</i>	<i>page 36</i>
<i>Figure 4: Schéma du Bump Integrator.....</i>	<i>page 40</i>
<i>Figure 5: Directives pour la mesure de l'UNI des routes et étalonnage des appareils.....</i>	<i>page 55</i>

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SYMBOLES :

PCI : Polyconsult Ingénierie ;

DIC : diplôme d'ingénieur de conception ;

VIZIROAD est un système de collecte de données principalement pour l'inspection visuelle des chaussées ;

AATR: Agence Autonome des Travaux Routiers ;

Bump Integrator : appareil de mesure profil-métrique à grand rendement défini comme appareil de classe 1 qui nécessite un étalonnage avant toutes mesures ;

VIZIR : algorithme de qualification et de quantification des dégradations des chaussées souple à revêtement bitumineux pour le programme et le suivi de l'entretien ;

VIZIRET : algorithme de qualification et de quantification des dégradations des chaussées souple non revêtues pour le programme et le suivi de l'entretien ;

UNI de surface : profil en long de la couche de roulement ;

BDR : Banque de Données Routières ;

IRI : International Roughness Index ;

PRF : Profil fin ;

PRD : Profil Début ;

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
I. <u>CHAPITRE1</u> : PRESENTATION DU RESEAU CLASSE ET PROBLEMATIQUE DE L'ENTRETIEN ROUTIER AU SENEGAL	3
1.1 Présentation du réseau routier classé	4
1.1.1 Cadre réglementaire et juridique.....	4
1.1.2 Historique du réseau routier.....	4
1.1.3 Etat du réseau routier classé.....	7
1.1.3.1 Routes non-revêtues.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1.3.2 Routes revêtues	13
1.2 Problématique de l'entretien routier au Sénégal.....	17
II. <u>CHAPITRE 2</u> : PRESENTATION DU SYSTEME VIZIROAD	19
2.1 Composition de VIZIROAD.....	21
2.2 La méthode VIZIR.....	23
2.2.1 Définition des dégradations de type A	24
2.2.2 Définition des dégradations de type B	25
2.2.3 Description des dégradations de type A.....	26
2.2.4 Description des dégradations de type B.....	28
2.3 Utilisation des quantificateurs de la dégradation pour la détermination des besoins en entretien.....	29
2.3.1 Indice de dégradation.....	30
III. <u>CHAPITRE 3</u> :MESURES D'UNI ET THEORIE DE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE L'IRI.....	34
3.1 Etalonnage du Bump.....	35
3.1.1 Réalisation des relevés topographiques sur les sections d'étalonnage	35
3.1.1.1 Localisation des mesures	36
3.1.1.2 Réalisation des relevés topographiques	36
3.1.1.3 Collecte de données	36
3.2 Calcul d'IRI	38
3.2.1 Passage du Bump.....	38
3.2.2 Calcul de la loi de corrélation	39

3.2.3 Mesures de Bump	40
3.3 Traitement automatique de l'IRI.....	40
3.3.1 Théorie de découpage en zones homogènes	41
3.3.2 Algorithme de découpage	44
IV. CHAPITRE 4 :ETUDE DE L'ITINERAIRE THILOGNE-BAKEL	46
4.1 Présentation du projet	47
4.2 Mesure d'UNI sur l'itinéraire	47
4.2.1 Etalonnage du Bump.....	48
4.2.2 Calcul de l'IRI.....	48
4.2.3 Modélisation IRI /Bump	50
4.3 Application de la méthode de découpage en sections homogènes sur Thilogne-Bakel	49
CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS	56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	57
ANNEXES	

INTRODUCTION GENERALE:

En Afrique subsaharienne, on estime qu'un tiers du capital investi dans le réseau routier a été perdu par le simple fait d'un entretien insuffisant ou inadéquat. Face à ce constat, une priorité est de plus en plus accordée à l'entretien qui est une des préoccupations majeures de nos pays. Or actuellement la problématique liée à l'entretien routier s'accroît davantage et ceci est du fait :

- ❖ De l'absence d'une armature de textes juridiques visant la protection du réseau routier classé;
- ❖ Des compétences du secteur privé qui sont au démarrage insuffisantes voire inexistantes;
- ❖ De l'inefficacité de son système de financement;
- ❖ De l'inexistence ou des manques de données de la Banque de Données routières (BDR) de l'AATR.

Face à ces constats, nous nous sommes intéressés spécifiquement à l'inventaire automatisé des chaussées au cours de notre stage de maîtrise à Polyconsult Ingénierie qui utilisait dans ce sens le système VIZIROAD.

Ainsi l'objectif général de ce projet était de rationaliser l'utilisation de VIZIROAD avec des exemples concrets à l'appui au sein dudit cabinet. C'est dans ce sens que nous avons participé à la mission d'études de la route Thilogne-Bakel avec l'utilisation de VIZIROAD. Nous avons par la suite sectionné l'itinéraire en des zones statistiquement homogènes qui suivaient la loi de Gauss ; ce qui nous a permis de l'introduire sur HDM4 et de faire l'analyse du cycle de vie de la route en vue de déterminer les scénarii d'entretien et le coût d'entretien de la route

Par contre, on n'a pas pu réaliser les inspections sommaires de la route qui étaient faites par un autre bureau d'études MSI Lab. Ces inspections nous permettraient d'avoir les indices VIZIR sur chaque section homogène et donc l'entretien adéquat à programmer sur chaque tronçon.

Le présent rapport est composé de quatre (4) chapitres. Le premier chapitre présente le réseau classé et soulève la problématique liée à l'entretien routier. Le second présente le système VIZIROAD et la méthode VIZIR. Le troisième chapitre traite des mesures d'UNI et expose la

théorie de traitement automatique de l'IRI. Quant au dernier chapitre, il expose la méthodologie du calcul de l'UNI et de détermination des sections homogènes

**CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU RESEAU CLASSE ET
PROBLEMATIQUE DE L'ENTRETIEN ROUTIER AU SENEGAL**

INTRODUCTION :

Nous ne pourrions parler d'entretien ou de la console VIZIROAD avant de circonscrire notre champ d'études c'est-à-dire de souligner à priori que notre étude s'intéresse au réseau routier classé revêtu et non-revêtu. Par conséquent cette partie commence d'abord par une présentation du réseau routier classé et son état, ensuite elle soulève les contraintes et difficultés liées à l'entretien routier au Sénégal.

1.1 PRESENTATION DU RESEAU ROUTIER CLASSE :

1.1.1 Cadre réglementaire et juridique :

D'après la loi n°74-20 du 20 Juin 1974 portant classement du réseau routier national et fixant le régime domanial de ce réseau on peut expliciter les deux articles suivants :

- Article 3 : une route est dite classée si elle a fait l'objet d'un acte administratif de classement pris dans les formes réglementaires, soit préalablement à sa construction soit postérieurement. Cet acte a pour effet :
 - De ranger la route en question dans une des classes définies à l'article 5 (route régionale, nationale, départementale et voie urbaine de grande circulation) et de la soumettre désormais au statut administratif et financier de ladite classe ;
 - D'incorporer au domaine public routier le sol des emprises de la route et de créer éventuellement des servitudes de voirie sur les terrains situés en bordure.
- Article 4 : une route est dite non-classée si elle n'a fait l'objet d'aucun classement, c'est-à-dire si son utilisation comme voie de communication émane d'un usage ou d'un état de fait. Cet usage ou cet état de fait entraîne l'incorporation du sol de la route au domaine public routier. Par conséquent les règles de police relatives à la circulation routière et, en général destinés à assurer la sécurité des personnes sont applicables aux routes non-classées comme sur les routes classées.

Ainsi on peut dire que le réseau classé se définit comme étant l'ensemble du réseau routier sous la tutelle du ministère de l'équipement et des transports alors que le réseau non-classé représente celui qui est géré par les communes ou les collectivités locales.

1.1.2 Historique du réseau routier:

A la fin de l'année 1978, le réseau routier était constitué de 13869km de routes et pistes dont 2976km étaient revêtues (21.46%).

Ce réseau est classé officiellement (article 5) en :

- ✓ Routes nationales : liaison à grande distance entre régions administratives ;
- ✓ Routes régionales : liaison entre départements
- ✓ Routes départementales : liaison interne au département permettant l'écoulement de la production ;
- ✓ Pistes : simplement répertoriées, elles relient le réseau de base aux centres de production ;
- ✓ Voies urbaines : voies à grande circulation.

Le réseau sénégalais pouvait être classé ainsi à la fin de l'année 1978 :

Tableau 1: réseau routier national (km) à la fin de l'année 1978

classification	Routes		Longueur totale	% du total
	Revêtues	Non-revêtues		
Routes nationales (N)	1871	1426	3297	23.8
Routes régionales (R)	362	810	1372	8.4
Routes départementales (D)	486	4945	5431	39.2
Routes répertoriées (P)	62	3707	3769	27.2
Voieries urbaines (VU)	195	5	200	1.4
Linéaire total	2976	10893	13869	100
% du total	21.5	78.5	100	

(Extrait du Plan National des Transports 1978)

Il ressort de cet inventaire que le linéaire du réseau classé est de **13869Km** réparti comme suit :

- Routes non-revêtues : 10893Km (**78.5 %**)
- Routes revêtues : 2976Km (**21.5%**)

Ensuite un inventaire a été effectué en 2002 et le réseau classé était de **14634Km** et se répartit comme suit :

- Routes non-revêtues : 10069Km (**69 %**)

- Routes revêtues : 4559Km (31%)

En tenant compte des routes non classées à reclasser et des routes en terre qui sont passées en routes revêtues, ce linéaire passe en 2005 à **14 805** km et est réparti comme suit:

- Routes revêtues : 4 805 km (32,5%)
- Routes en terre : 10 000 km (67,5%)

A partir de ces données on peut calculer les taux d'accroissements ou de décroissements de chaque classe de route suivant une période donnée. Ce taux se calcule à partir de la formule suivante :

$$\text{Puisque : } l_n = l_0(1 + t)^n$$

$$\text{Donc : } t = \sqrt[n]{\frac{l_n}{l_0}} - 1 \quad \text{où :}$$

l_0 : Linéaire du tronçon initialement (année 0) ;

l_n : Linéaire du tronçon à l'année n ;

t : taux d'accroissement ou de décroissement ;

n : nombre d'années.

<i>taux d'accroissement ou décroissement t(%)</i>		
	PERIODE (années)	
Classification	1978-2002	2002-2005
Routes revêtues	1.79	1.77
Routes non-revêtues	-0.33	-0.23
Total	0.22	0.39

(Tableau 2 : taux d'accroissement ou de décroissement entre période)

Notons que jusqu'à ce jour il n'a pas été réalisé d'inspections sommaires sur le réseau classé. C'est pour cette raison que notre analyse se limite à l'année 2005.

Il résulte de ce tableau ci-dessus que de la période de 1978 à 2005 le réseau revêtu s'est relativement accru de 1.77%. A l'inverse le réseau non-revêtu a diminué avec un taux de décroissement d'environ 0.28%. Cela s'explique par le fait qu'au cours de la période il y a eu

des travaux de constructions de routes revêtues mais aussi quelques routes non-revêtues ont été revêtues.

Globalement le réseau routier a un peu augmenté (taux d'accroissement de 0.30%) entre 1978-2002 à 2002-2005. Ainsi on peut affirmer sans ambages que, durant les trente dernières années, les projets d'investissement de travaux neufs en vue de l'extension du réseau routier classé étaient quasi-inexistants.

1.1.3 Etat du réseau routier classé :

1.1.3.1 Routes non-revêtues :

Le réseau routier non revêtu, dont le linéaire global est estimé à 10 000 km, a été inspecté sur un linéaire de 9 652,5 km, représentant 96,5%. Ce linéaire inspecté est réparti par classes de route et par régions de la manière suivante :

Tableau 3 : Réseau non revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région

REGION	LINEAIRE EN KM					TOTAL
	N	R	D	P	VU	
DAKAR	-	-	-	17,0	-	17,0
DIORBEL	-	44,6	148,8	132,3	-	325,7
FATICK	-	25,9	147,1	266,4	-	439,4
KAOLACK	-	-	587,0	515,5	-	1 102,5
KOLDA	-	53,3	490,0	797,1	-	1 340,3
LOUGA	63,8	13,8	145,0	855,5	-	1 078,1
MATAM	169,0	195,1	-	392,6	-	756,7
SAINT LOUIS	154,2	194,8	86,8	232,0	-	667,9
TAMBACOUNDA	118,0	-	2 357,8	538,5	-	3 014,2
THIES	-	-	242,2	88,2	-	330,4
ZIGUINCHOR	-	41,4	400,2	132,1	6,6	580,3
TOTAL	505,0	568,8	4 604,9	3 967,1	6,6	9 652,5
TOTAL en %	5,2%	5,9%	47,7%	41,1%	0,1%	100,0%

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

L'état global des routes non revêtues a été obtenu en utilisant la méthode VIZIRET.

Pour quantifier les dégradations, la méthode VIZIRET attribue des notes individuelles pour chaque type de dégradation. Ces notes varient de 1 à 3 suivant l'ampleur de la dégradation :

- La note 1 correspond à pas ou peu de dégradations ;
- La note 2 correspond aux dégradations de moindre importance ;
- La note 3 indique des dégradations de grande ampleur engendrant des dommages sérieux aux structures de chaussées.

L'indice VIZIRET ou l'indice de qualité structurale (IQS) est égal à la valeur maximale des dégradations considérée sur une section de route.

L'inspection visuelle des tronçons avec la méthode VIZIRET a permis d'affecter à chaque dégradation une note. Ces notes sont reportées sur les schémas itinéraires. L'analyse des données obtenues permet de distinguer trois types de sections de route :

1. Des sections en « bon état apparent » : l'indice VIZIRET est 1 ;
2. Des sections moyennement dégradées : l'indice VIZIRET est 2 ;
3. Des sections dégradées ou fortement dégradées : l'indice VIZIRET est 3.

A ces types de sections de route correspond un état apparent bon, moyen et mauvais.

Ce paramètre, mesuré par les équipes des inspections sommaires, a permis de dresser les différents états des routes non revêtues par catégorie de route et par région, qui sont résumés dans les tableaux ci-dessous.

- un premier tableau où figure le linéaire par état et par catégorie de route ;
- et un deuxième tableau où figure le linéaire par état de route et par région.

*Tableau 4 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par catégorie
et par état de route*

CATEGORIE / ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	TOTAL
N	-	6,0	499,0	505,0
N en %	0,0%	1,2%	98,8%	100,0%
R	115,1	45,7	408,0	568,8
R en %	20,2%	8,0%	71,7%	100,0%
D	1 082,9	667,6	2 854,4	4 604,9
D en %	23,5%	14,5%	62,0%	100,0%
P	301,2	407,4	3 258,6	3 967,1
P en %	7,6%	10,3%	82,1%	100,0%
VU	-	-	6,6	6,6
VU en %	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
TOTAL	1 499,1	1 126,8	7 026,6	9 652,5
TOTAL en %	15,5%	11,7%	72,8%	100,0%

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tableau 5 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par état de route et par région

REGION / ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	TOTAL
DAKAR	3,2	13,8	-	17,0
DIORBEL	149,5	51,9	124,3	325,7
FATICK	115,5	48,1	275,8	439,4
KAOLACK	98,0	150,8	853,7	1 102,5
KOLDA	308,8	328,9	702,6	1 340,3
LOUGA	59,5	81,5	937,1	1 078,1
MATAM	16,7	7,9	732,1	756,7
SAINT LOUIS	137,7	-	530,2	667,9
TAMBACOUNDA	413,6	200,7	2 400,0	3 014,2
THIES	51,6	40,8	238,0	330,4
ZIGUINCHOR	145,0	202,4	232,9	580,3
TOTAL	1 499,1	1 126,8	7 026,6	9 652,5
TOTAL en %	15,5%	11,7%	72,8%	100,0%

(Source Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tel que les deux tableaux précédents l'indiquent, une grande partie (72,8 %) du réseau routier non revêtu est en mauvais état.

Le classement des régions par ordre décroissant du linéaire (exprimé en pourcentage) du réseau dégradé à très dégradé est le suivant :

Tableau 6 : Classement du réseau dégradé par région en % du linéaire total

MATAM	96,7%
LOUGA	86,9%
TAMBACOUN	79,6%
SAINT LOUIS	79,4%
KAOLACK	77,4%
THIES	72,0%
FATICK	62,8%
KOLDA	52,4%
ZIGUINCHOR	40,1%
DIORBEL	38,2%
DAKAR	0,0%

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Signalons qu'une partie des routes non-revêtues en mauvais état, généralement celles qui n'ont jamais été aménagées ont été proposées en réhabilitation. Elles représentent 60% du réseau non revêtu et sont réparties de la façon suivante :

Tableau 7 : Réseau routier non revêtu (km) qui n'a reçu aucun aménagement (par région)

REGION	DAKAR	DIORBEL	FATICK	KAOLACK	KOLDA	LOUGA	MATAM	SAINT LOUIS	TAMBA	THIES	ZIGUINCHOR	TOTAL
LINEAIRES	-	79,3	186,6	689,2	411,6	913,2	655,8	445,3	2 051,1	202,9	151,2	5 786,2

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tableau 8 : Réseau routier non revêtu (km) qui n'a reçu aucun aménagement (par catégorie de route)

CATEGORIE	N	R	D	P	VU	TOTAL
LINEAIRES	463,5	225,5	2 269,3	2 827,8	-	5 786,2

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

En excluant les routes n'ayant pas fait l'objet d'aménagement, les résultats des inspections sommaires se présentent comme suit :

Tableau 9 : Réseau routier non revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région - sans les routes qui n'ont reçu aucun aménagement

REGION	LINEAIRE EN KM					
	N	R	D	P	VU	TOTAL
DAKAR	-	-	-	17,0	-	17,0
DIOURBEL	-	44,6	118,5	83,3	-	246,4
FATICK	-	25,9	126,2	100,7	-	252,8
KAOLACK	-	-	343,6	69,8	-	413,4
KOLDA	-	53,3	448,1	427,4	-	928,7
LOUGA	-	2,2	95,3	67,4	-	164,9
MATAM	-	100,9	-	-	-	100,9
SAINT LOUIS	-	75,1	64,5	83,0	-	222,6
TAMBACOUNDA	41,5	-	729,5	192,2	-	963,2
THIES	-	-	104,1	23,4	-	127,4
ZIGUINCHOR	-	41,4	306,0	75,1	6,6	429,0
TOTAL	41,5	343,3	2 335,6	1 139,4	6,6	3 866,3
TOTAL en %	1,1%	8,9%	60,4%	29,5%	0,2%	100%

Tableau 10 : Etat du réseau routier non revêtu inspecté (km) par catégorie et par état de route sans les routes n'ayant reçu d'aucun aménagement

CATEGORIE / ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	TOTAL
N	-	6,0	35,5	41,5
N en %	-	14,5%	85,5%	100,0%
R	115,1	45,7	182,5	343,3
R en %	33,5%	13,3%	53,2%	100,0%
D	1 082,9	667,6	585,1	2 335,6
D en %	46,4%	28,6%	25,1%	100,0%
P	301,2	407,4	430,8	1 139,4
P en %	26,4%	35,8%	37,8%	100,0%
VU	-	-	6,6	6,6
VU en %	-	-	100,0%	100,0%
TOTAL	1 499,1	1 126,8	1 240,5	3 866,3
TOTAL en %	38,8%	29,1%	32,1%	100,0%

(Source Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tableau 11 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier non revêtu par état de route et par région – sans les routes qui n'ont reçu aucun aménagement

REGION / ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	TOTAL
DAKAR	3,2	13,8	-	17,0
DIOURBEL	149,5	51,9	45,0	246,4
FATICK	115,5	48,1	89,2	252,8
KAOLACK	98,0	150,8	164,6	413,4
KOLDA	308,8	328,9	291,0	928,7
LOUGA	59,5	81,5	23,9	164,9
MATAM	16,7	7,9	76,3	100,9
SAINT LOUIS	137,7	-	84,9	222,6
TAMBACOUNDA	413,6	200,7	348,9	963,2
THIES	51,6	40,8	35,0	127,4
ZIGUINCHOR	145,0	202,4	81,7	429,0
TOTAL	1 499,1	1 126,8	1 240,5	3 866,3
TOTAL en %	38,8%	29,1%	32,1%	100,0%

(Source Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Nous obtenons alors pour les routes non-revêtues, l'état ci-après :

- 67,9% dans un état Bon /Moyen ;
- 32,1% dans un mauvais état.

1.1.3.2 Routes revêtues :

L'inspection sommaire du réseau routier revêtu a concerné 4805,3 km, soit la totalité du réseau. Ce linéaire est réparti par région et par catégorie de route de la manière suivante :

Tableau 12: Réseau routier revêtu (km) inspecté par catégorie de route et par région

REGION	LINEAIRE EN KM							
	N	R	D	P	VD	VU	Routes	TOTAL
DAKAR	49,2	21,2	46,0	37,8	13,6	132,0	-	299,8
DIOURBEL	118,7	39,1	8,0	26,0	-	24,2	106,8	322,8
FATICK	194,1	60,9	122,6	-	-	-	-	377,5
KAOLACK	272,1	56,2	33,3	-	-	5,9	-	367,5
KOLDA	410,6	123,2	25,5	-	-	-	-	559,3
LOUGA	205,1	160,8	190,9	19,4	-	15,6	7,0	598,8
MATAM	197,7	-	-	-	-	-	-	197,7
SAINT LOUIS	384,6	3,0	56,7	3,0	-	17,7	-	465,0
TAMBACOUNDA	640,0	-	62,1	-	-	-	-	702,1
THIES	180,3	70,8	297,2	5,7	-	19,1	18,0	591,1
ZIGUINCHOR	192,3	71,3	44,1	-	-	16,1	-	323,8
TOTAL	2 844,6	606,5	886,4	91,9	13,6	230,6	131,8	4805,3

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

LEGENDE : N : Route Nationale ; R : Route Régionale ;
D : Route Départementale ; P : Piste Répertoire ;
VD : Voie de Dégagement ; VU : Voirie Urbaine.

Pour les routes revêtues, l'inspection sommaire menée selon la méthode VIZIR a permis de dresser l'état de dégradation des routes revêtues. Cet état du réseau revêtu est présenté dans les deux tableaux ci-dessous, par classe de route et par région.

Les quatre (4) états retenus sont les suivants :

- Bon : L'état visuel des dégradations structurelles est considéré comme bon (pas de problèmes structurels apparents) ;
- Moyen : Axes routiers où les dégradations structurelles apparaissent mais de niveau faible ;
- Mauvais : Axes routiers où les dégradations structurelles sont importantes ;
- Très Mauvais : Axes routiers présentant des dégradations structurelles en continu.

Tableau 13 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier revêtu par catégorie et par état de route

CATEGORIE/ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	Très mauvais	TOTAL
N	1 014,1	397,3	498,2	935,1	2 844,6
N en %	36%	14%	18%	33%	100%
R	208,5	145,8	99,2	153,0	606,5
R en %	34%	24%	16%	25%	100%
D	318,4	212,6	206,6	148,8	886,4
D en %	36%	24%	23%	17%	100%
P	45,6	43,2	-	2,8	91,6
P en %	50%	47%	-	3%	100%
VD	-	-	13,6	-	13,6
VD en %	-	-	100%	-	100%
VU	61,5	50,7	100,1	18,3	230,6
VU en %	27%	22%	43%	8%	100%
Routes Non Classées	131,8	-	-	-	131,8
RNC en %	100%	-	-	-	100%
TOTAL	1 779,9	849,6	917,6	1 258,0	4 805,1
TOTAL en %	37,0%	17,7%	19,1%	26,2%	100,0%

54,7% soit 2629,462 km sont dans un état Bon/Moyen

45,3% soit 2175,626 km sont dans un état Mauvais/Très Mauvais

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tableau 14 : Etat du linéaire inspecté (km) du réseau routier revêtu par état de route et par région

REGION/ETAT	Bon	Moyen	Mauvais	Très mauvais	TOTAL
DAKAR	105,7	100,0	70,2	23,9	299,8
DIOURBEL	161,0	25,3	22,4	7,3	215,9
FATICK	56,1	69,4	144,0	108,1	377,5
KAOLACK	13,0	3,3	147,6	203,6	367,5
KOLDA	5,5	87,0	230,8	235,9	559,3
LOUGA	348,7	243,2	-	-	591,8
MATAM	130,2	-	-	67,5	197,7
SAINT LOUIS	349,0	96,3	6,8	12,7	464,8
TAMBACOUNDA	-	63,7	187,4	451,0	702,1
THIES	421,7	94,8	14,4	42,2	573,1
ZIGUINCHOR	57,2	66,7	94,0	105,8	323,8
Routes Non Classées	131,8	-	-	-	131,8
TOTAL	1 779,9	849,6	917,6	1 258,0	4 805,1
TOTAL en %	37,0%	17,7%	19,1%	26,2%	100,0%

NB : Les 131,8 km de routes revêtues non classées sont répartis entre les régions de Diourbel

(106,8 km), Thiès (18 km) et Louga (7km)

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

Tel que l'indiquent les deux tableaux précédents, 45,3% du réseau routier revêtu est en mauvais à très mauvais état.

Le classement des régions par ordre décroissant du linéaire (exprimé en pourcentage) du réseau dégradé à très dégradé est le suivant :

Tableau 15 : Classement par région du linéaire en pourcentage du réseau dégradé

KAOLACK	96%
TAMBACOUNDA	91%
KOLDA	83%
FATICK	67%
ZIGUINCHOR	62%

MATAM	34%
DAKAR	31%
DIOURBEL	14%
THIES	10%
SAINT LOUIS	4%
LOUGA	0%

(Source : Plan triennal des transports du Sénégal 2007-2009)

1.2 PROBLEMATIQUE DE L'ENTRETIEN AU SENEGAL :

Comme le reconnaissent les experts, le développement des transports est la condition première de la croissance économique et sociale des pays en voie de développement. Conscient de cela, l'Etat du Sénégal, par l'intermédiaire de l'Agence Autonome des Travaux Routiers (AATR) assure la gestion du réseau routier classé qui est très complexe vu les difficultés et contraintes liées à sa gestion à savoir :

- L'extension du réseau routier s'est réalisée sans que soient réellement appréhendés les besoins d'entretien ultérieurs et les financements correspondants ;
- Malgré une forte évolution du trafic, la place réservée à l'entretien routier reste secondaire ;
- L'inefficacité des politiques d'entretien routier due essentiellement aux lenteurs des procédures émanant de l'Etat en matière d'entretien ;
- La gestion et l'entretien des routes relèvent d'organismes (AATR, AGETIP, DTP...) dont les responsabilités en termes juridiques n'apparaissent pas clairement ;
- La gestion des routes relève peu de l'économie des marchés. En effet, l'économie des transports est une économie de marché que si tous les usagers de la route sont des clients, or dans la pratique cette assertion n'est pas toujours vérifiée ;
- L'augmentation considérable du trafic lourd et simultanément le tonnage qui dépasse considérablement les hypothèses de dimensionnement (13 tonnes à l'essieu), accélère l'usure et la dégradation des couches de roulement malgré l'efficacité d'entretien courant et périodique effectués durant la durée de vie de la chaussée.

Face à ce constat, une priorité de plus en plus grande est accordée à l'entretien qui est devenu une des préoccupations majeures de nos pays en voie de développement (on estime qu'en Afrique subsaharienne qu'un tiers du capital investi est perdu par le simple fait d'un entretien insuffisant).

CONCLUSION :

45,3% du réseau routier revêtu (32,5% du réseau routier classé) est en mauvais à très mauvais état alors que 72,8 % du réseau routier non revêtu (67,5% du réseau routier classé) est en mauvais état. A partir de ces chiffres on peut affirmer que plus de la moitié du réseau routier classé est en état de dégradation avancé. Par conséquent, il incombe aux gestionnaires routiers de se pencher vers des systèmes de gestion des réseaux routiers les plus perfectionnés et efficaces notamment la console VIZIROAD qui est notre principal outil d'auscultation routière.

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU SYSTEME VIZIROAD

INTRODUCTION :

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

En plus VIZIROAD peut être considéré comme un progiciel car intégrant plusieurs sous-logiciels et un dispositif intéressant le Bump Integrator qui est un appareil de mesure profil métrique à grand rendement défini comme appareil de classe 1. Ce dispositif mesure l'uni de surface de la chaussée. L'uni est spécifié par un paramètre appelé **l'IRI (international roughness index)**. C'est avec ce paramètre que le spécialiste routier parvient à déterminer les zones d'équi-qualité c'est-à-dire les tronçons relevant d'une même solution d'entretien. Vu de ce côté, VIZIROAD parvient à identifier sans ambages les parties très dégradées d'un réseau routier, donc c'est un outil important voire incontournable dans l'évaluation de l'entretien dans les Programmes Triennaux Glissants sous contrainte budgétaire.

En outre, l'IRI possède des applications directes avec HDM-4 en déterminant le coût d'exploitation des véhicules et globalement intervient dans l'analyse du cycle de vie de la chaussée.

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

à partir de ces deux données fondamentales qu'il parvient à se prononcer sur l'entretien adéquat.

2.1 Composition de VIZIROAD :

Le système VIZIROAD est composé:

- De deux claviers complémentaires de 24 touches chacune, dont les icônes sont interchangeables selon les données à collecter ;
- D'une entrée pour les impulsions de distance sur le clavier de gauche ;
- D'une entrée supplémentaire pour les impulsions comptées par le BUMP Integrator ;
- D'un ordinateur portable où sont interconnectés deux claviers;
- D'un programme software, fonctionnant sur Windows 3.1 ou Windows 95/98 et distribué sur des floppies de 31/2 et aussi distribué sur CD avec le manuel « on line » contenant des icônes de trafic et une petite icône d'editor ;

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

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

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

VIZIROAD est interconnecté aux sous-systèmes suivants :

- P.C ;
- Synclin ;
- Inclino ;
- Odomètre ;

- Odomètre ;
- Claviers ;
- Video Board ;
- Videocam ;
- Topomètre ;
- GPS Garmin ;

Ci-dessous des figures présentant le Système VIZIROAD.



Figure 1: Ordinateur portable muni du logiciel VIZIROAD et équipements connexes

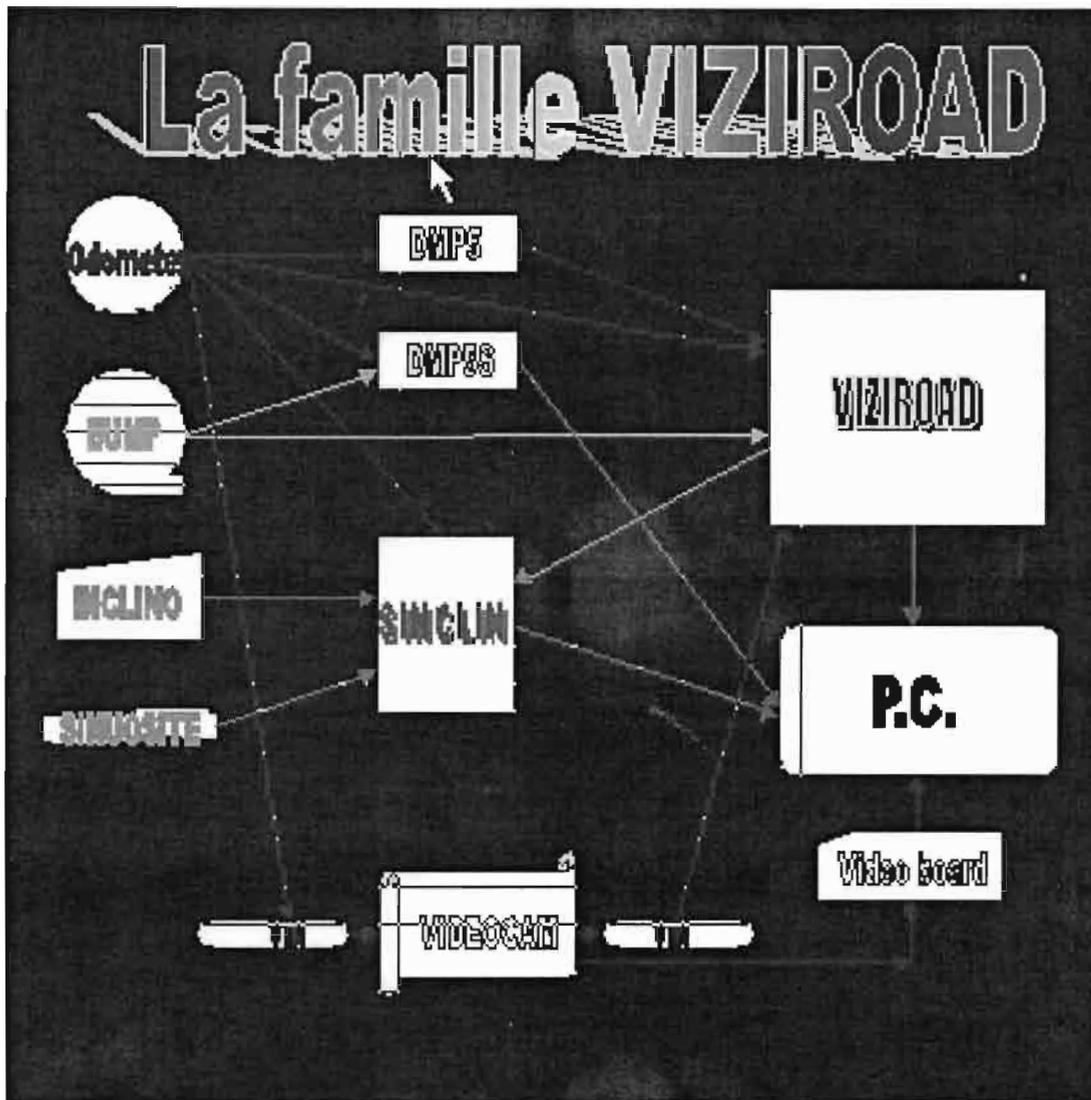


Figure 2: La famille VIZIROAD

2.2 La méthode VIZIR :

La méthode VIZIR émane de l'expérience des ingénieurs des Laboratoires des Ponts et Chaussées des années quatre vingt (80) apportant leur concours aux bureaux d'études français qui travaillaient principalement à l'étranger. C'est dans ce sens que la méthode a été expérimentée pour la première fois dans les continents Asiatique et Africain. Elle se base sur l'hypothèse suivante : l'état de surface de la chaussée est un paramètre indispensable pour l'évaluation de la qualité de la chaussée, parfois il représente l'élément principal d'identification voire même le seul (cas des inspections sommaires). En effet, d'après l'expérience de ces ingénieurs, l'état de surface traduit fidèlement la qualité de la route dans 60% des cas, dans d'autres cas elle n'est qu'un élément d'un diagnostic plus complexe qui fait

intervenir d'autres critères. VIZIR est au bout de la chaîne une méthode scientifique de détermination des besoins d'entretien et de remise en état des chaussées.

VIZIR a pour but de :

- Quantifier et classifier les dégradations des routes ;
- Fournir l'image de l'état du réseau de surface revêtue à un instant donné;
- Identifier les zones d'equi-qualité classifiées en trois (3) niveaux de dégradations ;
- Evaluer la qualité des réseaux routiers.

Ces zones d'equi-qualité et ces trois (3) niveaux de dégradations sont utilisés pour déterminer la nature et le type de travaux requis.

2.2.1 Définition des dégradations de type A :

Ce sont des dégradations qui sont liées à la capacité structurelle de la chaussée. Ce sont :

- Les déformations ;
- Les orniérages ;
- Les fissurations (de fatigue) ;
- Les faïençages.

Gravité / Dégradation	1	2	3
Déformation orniéragée	Sensible à l'utilisateur mais peu importante $f < 2$ cm	Graves déformations, affaissements localisés ou orniéragée $2 \leq f \leq 4$ cm	Déformations affectant gravement la sécurité ou le temps de parcours $f \geq 4$ cm
Fissuration	Fissures fines dans les traces de roues ou dans l'axe	Fissures franchement ouvertes et (ou) souvent ramifiées	Fissures très ramifiées et (ou) très ouvertes ; lèvres parfois dégradées.
Faiencement	Faiencement fin sans départ de matériaux Maillage large (> 50 cm)	Faiencement plus serré (< 50 cm), avec parfois départ de matériaux, arrachements et nids-de-poule en formation	Faiencement très ouvert, découpage en pavés (< 20 cm), avec parfois départ de matériaux
Réparation	<input type="checkbox"/> Soit réfection de tout ou partie du corps de chaussée <input type="checkbox"/> Soit intervention de surface liée à des défauts de type B	Interventions de surfaces liées à des défauts de type A <input type="checkbox"/> Tenue satisfaisante de la réparation	<input type="checkbox"/> Dégradations apparaissant sur la réparation elle-même

Tableau 16: Niveau de gravité des dégradations de type A

2.2.2 Définition des dégradations de type B :

Ce sont des dégradations qui ne sont pas liées à la capacité structurelle de la chaussée. Elles peuvent être résumées comme-suit :

- Les fissurations, hors fissuration de fatigue, c'est-à-dire les fissurations longitudinales de joint ou transversales de retrait d'argile (dessiccation) ;
- Les nids-de-poule ;
- Les arrachements et de manière générale tous les défauts du revêtement de type ressuage, plumage etc. ;

Le relevé des dégradations est effectué par un opérateur qui parcourt l'itinéraire et qui note :

- ✓ Le type de dégradation ;
- ✓ Son degré de gravité ;
- ✓ Son étendue c'est-à-dire la longueur de route incriminée ou la surface dans le cas échéant.

Gravité / Dégradation	①	②	③
Fissure longitudinale de joint	Fine et unique	<ul style="list-style-type: none"> • Large (1 cm ou plus) sans arrachement ou • Fine ramifiée 	<ul style="list-style-type: none"> • Large avec épaufrures des lèvres ou • Large ramifiée
Nid-de-poule	<ul style="list-style-type: none"> • Quantité < 5 • Taille Ø 30 max. 	5 à 10 ou Ø 30 Ø 100	> 10 5 à 10 ou Ø 30 Ø 100
Pour 100 m de chaussée			
Arrachements : - désenrobage, - plumage, - pelade, et Mouvements de matériaux : ex. : ressuage	Ponctuels sans apparition de la couche de base	Continus ou ponctuels avec apparition de la couche de base	Continus avec apparition de la couche de base
	Ponctuel	Continus sur une bande de roulement	Continus sur une bande de roulement et « très marqués »

Tableau 17: Niveau de gravité des dégradations de type B

Ce relevé des dégradations est communément appelé *Inspection Sommaire*.

2.2.3 Description des dégradations de type A :

VIZIROAD permet de calculer l'indice de gravité moyen et le pourcentage d'étendue sur une longueur déterminée, ou encore celui d'un indice global de qualité. Cet indice est restitué sous forme de fichiers par l'intermédiaire des masques de saisies qui mettent à jour la banque de données en particulier le logiciel VISAGE.

Dans cette partie, à chaque gravité correspond une photo qui est présentée à l'Annexe 2.

Il existe deux (2) types de déformations, celles d'orniérage et celles d'affaissement.

- ❖ Orniérage : due au tassement des matériaux sous trafic lourd et canalisé associé à une chute de portance, elle apparaît dans les traces de roue à 80cm du bord extérieur de la chaussée et à 1.40m par rapport à cette dernière ligne ;

Suivant la gravité on donne les valeurs indicatives ci-dessous :

- Gravité faible : la flèche est inférieure à 2cm sous une règle de 1.50m ;

- Gravité moyenne : la flèche est comprise entre 2 et 4cm ;
- Gravité forte : la flèche est supérieure à 4cm.
- ❖ Affaissement : il concerne la totalité du bord de la chaussée causée par les défauts de portance ou de stabilité. Il apparaît fréquemment dans les zones virages ou dans les zones où les contraintes sont élevées. On distingue trois (3) niveaux de gravité :
 - Gravité 1 : affaissement localisé matérialisé par l'eau qui stagne ;
 - Gravité 2 : bourrelet au centre de la chaussée d'épaisseur supérieure à 10cm mais localisé ;
 - Gravité 3 : affaissement régnant sur une grande longueur de chaussée avec des profondeurs supérieures à 8cm.

Les déformations longitudinales sont généralement traduites par la mesure d'UNI (flèche de quelques centimètres et de longueur d'onde de 1 à 20m) tandis que les déformations transversales sont traduites par des mesures de déflexion.

- ❖ Fissuration de fatigue : unique et discontinue à l'origine, elle évolue vers une fissuration continue parfois ramifiée avant de se multiplier dans les passages des roues jusqu'à devenir très serrées.
 - Gravité 1 : fissures longitudinales uniques et bien séparées ;
 - Gravité 2 : fissures continues ramifiées ou franchement ouvertes ;
 - Gravité 3 : fissures très ramifiées annonçant un début de faïençage ou fissures très ouvertes.
- ❖ Faïençage : traduite dans le cas des chaussées souples par un phénomène de fatigue intense de la chaussée et des couches bitumineuses, il est constitué de croisement de fissures longitudinales et transversales.
 - Gravité 1 : faïençage fin à mailles larges sans arrachement ;
 - Gravité 2 : faïençage à mailles moyennes, pas de déformation ;
 - Gravité 3 : faïençage généralisé, découpage de la chaussée en pavées de petites dimensions.

- ❖ Réparation : destinée à palier aux défauts de la chaussée de manière provisoire ou définitive car les spécialistes soutiennent *qu'une réparation récente masque un problème, des réparations fréquentes le soulignent.*
- Gravité 1 : réparation du joint longitudinal ;
- Gravité 2 : réparation du corps de la chaussée ;

2.2.4 Description des dégradations de type B :

- ✓ Fissuration du joint longitudinal : il s'agit d'un défaut de collage de deux bandes d'enrobés contigües ;
 - Gravité 1 : Fissure d'axe fine unique et rectiligne ;
 - Gravité 2 : Fissure d'axe ramifiée sans arrachements ;
 - Gravité 3 : Fissure d'axe large et ramifiée avec arrachements.
- ✓ Nid –de –poule : ils sont constitués le plus souvent à une usure ou une destruction de la couche de roulement ;
 - Gravité 1 : Petits nids –de-poule peu nombreux ;
 - Gravité 2 : Nids-de –poule de faible profondeur et de faible surface mais en nombre important ;
 - Gravité3 : Nids-de –poule en formation sur faïençage, reprise du corps de chaussée ou renforcement nécessaire.
- ✓ Mouvement de matériau :

On en distingue plusieurs à savoir :

- Désenrobage et plumage : caractérisés par des départs plus ou moins importants de gravillons de la couche de surface des enduits superficiels ;
- Pelade : arrachement de tout ou partie d'une couche de roulement en enrobé mince (< 3cm) et décollement de son support ;
- Peignage : défaut de mise en œuvre lié à un mauvais fonctionnement du matériel ;

- Ressuage : remontée des excédents de bitume sous l'effet du trafic lourd très agressif et de la chaleur.
- ✓ Fissure de retrait thermique : c'est une fissuration de la couche en enrobé bitumineux due aux écarts de température élevées.
- ✓ Fissure de retrait d'argile : inventoriée sur les corps de chaussées constitués de graveleux latéritiques à la limite de retrait particulière, elle est due aux variations de teneurs en eau dans la fraction argileuse de matériau lors d'un changement de saison.
- ✓ Accotement/érosion : ils sont de trois (3) types.
 - Dentelle de rive : provoquée par les arrêts fréquents de véhicules sur les accotements ;
 - Dénivellation des accotements ;
 - Erosion des accotements.

2.3 Utilisation des quantificateurs de la dégradation pour la détermination des besoins en entretien :

Dans la partie précédente on a distingué deux types de dégradations (A ou B) et donné pour chacune d'elles une grille permettant de les classer en trois niveaux de gravité ; chaque dégradation est ainsi quantifiée par deux estimateurs :

- Son étendue (longueur de la route concernée) ;
- Sa gravité.

VIZIR quantifie des dégradations pour estimer la qualité des chaussées qui sont étudiées soit dans le cadre d'une étude de gestion de l'entretien routier (réseau), soit dans le cadre d'un projet de réalisation de travaux (itinéraire).

Dans le cas des dégradations de type B, la solution d'entretien découle de la reconnaissance de la dégradation seule et il n'est pas nécessaire de faire appel à d'autres paramètres pour faire le diagnostic.

Exemple : à la fissuration axiale correspond le pointage des fissures, à la dentelle de rives correspond la reprise des rives et des accotements, etc.

Dans le cas des dégradations de type A il n'en est pas de même ; la solution va dépendre de plusieurs facteurs et le diagnostic associera dégradation, portance, trafic,...

Il va donc falloir établir une note globale de l'état visuel tout comme il existe des notes ou des classes de notation pour les autres paramètres. Les dégradations de type A génèrent des travaux importants de type renouvellement ou renforcement des couches de surface. Ces travaux pallient aux défauts de type B : le pointage d'une fissure axiale qui a pour but d'empêcher la pénétration de l'eau n'est plus nécessaire si l'on doit rajouter une couche de roulement sur la chaussée. De manière générale les dégradations de type B n'interviennent dans la solution qu'en l'absence de dégradations de type A (d'où le choix de l'ordre A et B) et, à l'inverse l'indice visuel global qui qualifie la chaussée ne prend en compte que les dégradations de type A.

2.3.1 Indice de dégradation :

L'indice visuel global est calculé sur une longueur donnée de route à partir de trois groupes de dégradations :

- Fissuration et faïençage ;
- Déformation et orniérage ;
- Réparations.

On calcule d'abord un indice de fissuration **If** qui dépend de la gravité et de l'étendue de la fissuration ou du faïençage sur une longueur de route considérée. Lorsqu'il y a à la fois fissuration et faïençage, on prend la plus forte des deux valeurs.

On calcule ensuite un indice de déformation **Id** qui, de la même manière dépend de la gravité et de l'étendue de la déformation et de l'orniérage.

La combinaison de **If** et **Id** donne un premier indice qui qualifie la chaussée ; le cas échéant de celui-ci peut être corrigé en fonction de la gravité et de l'étendue de certaines réparations.

Après cette correction on aboutit à un indice global de dégradation **Is** qui qualifie la chaussée sur la longueur choisie pour le calcul. **Is** varie de 1 à 7. Les notes 1 et 2 correspondent à de bons états de surface ne nécessitant pas de travaux. Les notes 3 et 4 correspondent à de bons états de surface assez moyens, suffisamment mauvais pour déclencher les travaux d'entretien

en dehors de toute autre considération. Les notes 5,6 et 7 correspondent à de très mauvais états de surface nécessitant de gros travaux d'entretien ou de renforcement. La longueur de base sur laquelle se fait le calcul I_s peut dépendre de chaque type d'étude, de la base de données ou d'autres paramètres entrant dans le diagnostic, ainsi que de l'opérateur.

Lorsque le relevé des dégradations est fait à l'aide de VIZIROAD, qui intègre VIZIR dans son logiciel, il suffit d'indiquer lors du traitement des données le pas de mesure sur lequel le calcul doit être fait et l'échelle de restitution du schéma itinéraire ; VIZIROAD fait le reste automatiquement.

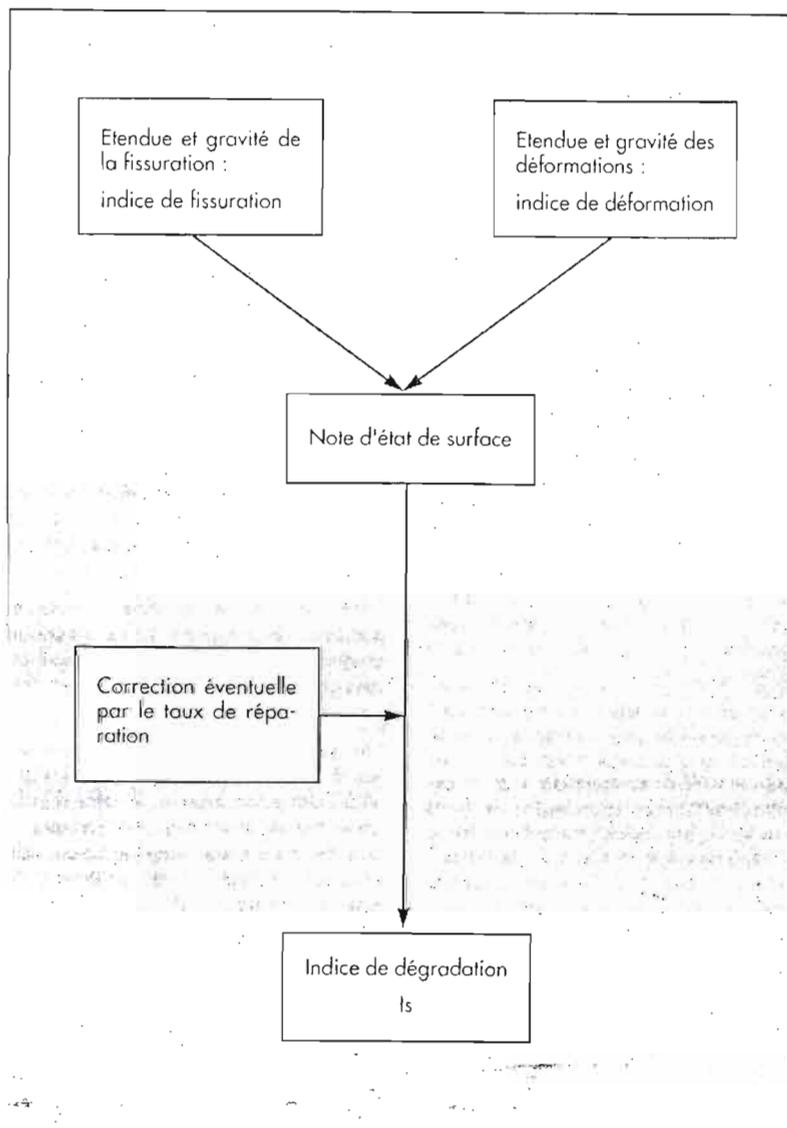


Tableau 18: Etapes de calcul de l'indice de dégradation

DÉTERMINATION DE L'INDICE DE DÉGRADATION

Pas de fissure ni de déformation	0
----------------------------------	---

Examen visuel	(1) Indice de fissuration If	Étendue			Indice de déformation Id	Étendue		
		Gravité	0 à 10 %	10 à 50 %		> 50 %	Gravité	0 à 10 %
	1	1	2	3	1	1	2	
	2	2	3	4	2	2	3	
	3	3	4	5	3	3	4	

(1) Calcul effectué séparément pour la fissuration longitudinale et le faïençage. L'indice retenu est le plus grand des deux calculés.

Première note de dégradation	If		0	1-2	3	4-5
	Id					
0			1	2	3	4
1-2			3	3	4	5
3			4	5	5	6
4-5 %			5	6	7	7

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

Correction pour réparation

Indice
de
dégradation
de
surface

Is
Note de 1 à 7

Note finale

Tableau 19: Détermination de l'indice VIZIR

Conclusion :

L'algorithme VIZIR pour la quantification et la qualification des dégradations à partir des inspections sommaires permet de qualifier la chaussée via l'indice global de dégradation qui est directement lié à la tâche d'entretien à réaliser. Cependant la méthode qui nous semble la plus rigoureuse est de déterminer les travaux d'entretien non seulement en fonction des inspections sommaires mais aussi des mesures d'UNI (degré de confort et de sécurité des usagers). En plus dans certains cas d'autres paramètres secondaires comme le trafic, la structure de la chaussée peuvent être nécessaires. C'est dans ce sens que nous allons parler de l'UNI dans le prochain chapitre et d'autres paramètres nécessaires pour l'évaluation des travaux d'entretien à réaliser.

CHAPITRE 3 : *MESURES D'UNI ET THEORIE DE TRAITEMENT AUTOMATIQUE D'IRI*

INTRODUCTION :

L'UNI de surface, défini comme étant le profil en long de la couche de roulement, est spécifié par un paramètre communément appelé l'IRI (indice de rugosité international) qui est l'indicateur d'UNI par lots de 100m. C'est dans ce sens que l'UNI est spécifié dans les contrats au moyen d'IRI en m/km (ou en mm/m). L'IRI est mesuré par le système VIZIROAD à travers un dispositif intéressant le Bump Integrator qui est un appareil de mesure profil métrique à grand rendement défini comme un appareil de classe 1 qui est placé sur l'essieu derrière d'un véhicule et mesurant le nombre de Bump d'impulsions émanant d'une chaussée détériorée

3.1 Étalonnage du Bump :

Théoriquement l'UNI peut être calculé à partir des relevés topographiques selon la méthode décrite par la *world Bank Technical Paper Number 46*, mais cette approche est très fastidieuse vu les milliers de kilomètres de mesure à faire dans une campagne et face à l'intervalle de mesure entre les relevés topographiques de l'ordre du demi mètre.

Vu ces contraintes, les ingénieurs américains ont envisagé une corrélation entre l'IRI théorique obtenue à partir des relevés topographiques et les Bump d'impulsion sur chaque sous-section, cette corrélation se fait communément appeler *modélisation IRI/Bump* et a comme objectif de déterminer une équation de corrélation générale calculant l'IRI avec n'importe quelle vitesse (souvent imposée par les conditions de terrain).

Pour les besoins de l'étalonnage, choisir 4 sections "*homogènes*" de route de **200m** représentant 4 classes d'uni allant de *très mauvais, mauvais, moyen et bon*. Pour cela on peut s'aider du Bump et du répétiteur calé sur un pas de 100m ou moins. On effectuera 3 passages pour chacune des vitesses **30, 50 et 80 km/h** quand cela est possible.

3.1.1 Réalisation des relevés topographiques sur les sections d'étalonnage :

Ces relevés seront effectués avec un pas de 50cm entre deux points successifs le long de la trace de roue.

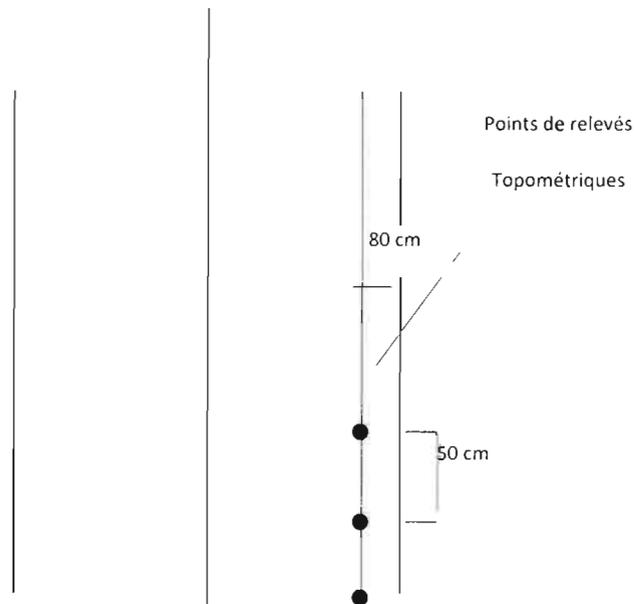


Figure 3: Réalisation de relevés topographiques sur l'emprise de la chaussée.

3.1.1.1 Localisation des mesures :

Les mesures seront effectuées avec un pas de 50 cm entre deux points successifs le long de la trace de roue. La trace de roue droite est définie comme la ligne distante de 80 cm par rapport au bord extérieur de la chaussée.

L'origine de chaque section sera matérialisée sur le terrain par un trait de peinture, avec indication du numéro de la section, et chaque point de mesure sera également marqué à la peinture.

3.1.1.2 Réalisation des relevés topographiques:

La méthode de mesure consistera à utiliser les appareils topographiques traditionnels, comportant une mire (graduée en millimètres) et un niveau. Les points de mesure devront préalablement être localisés et marqués selon la mesure faite par un ruban décamètre. La précision de la mesure altimétrique devra être inférieure à 1 mm.

Vu qu'il est inutile pour calculer l'IRI de disposer d'une cote dans un repère absolu, la cote du niveau à la première station de chaque site sera choisie de façon arbitraire égale à 10 mètres, et ainsi toutes les cotes du site seront exprimées dans ce repère local.

3.1.1.3 Collecte des données :

Une fois les relevés topographiques réalisés, les résultats obtenus seront présentés sous la forme de tableaux dont un exemple est donné en tableau ci-dessous. Ces tableaux seront fournis sous forme d'un fichier informatisé sur disquette, lisible par l'ordinateur sur lequel sera fait le calcul d'IRI (fichier de type texte, ou au format du logiciel utilisé, par exemple Microsoft Excel).

SITE	1
DATE	12/06/98
ABSCISS	COTE
E	RIVE
0	97,831
0,5	97,835
1	97,84
1,5	97,844
2	97,848
2,5	97,856
3	97,862
3,5	97,865
4	97,868
4,5	97,874
5	97,877
5,5	97,882
6	97,888
6,5	97,89
7	97,895
7,5	97,9
8	97,903
8,5	97,904
9	97,912
9,5	97,914
10	97,918
10,5	97,924

Tableau 20 - Exemple de formulaire de relevé altimétrique rempli (début)

3.2 Calcul de l'IRI :

Le programme nécessaire au calcul de l'IRI est IRITOPPO. Il est fourni sur le système VIZIROAD

3.2.1 Passage du Bump :

Le type d'appareil normalement utilisé est la version "embarquée" du Bump Integrator, qui doit être montée sur un véhicule normal, de type "tourisme" ou "4x4", pourvu qu'il possède un essieu **arrière rigide**. Le même véhicule doit être utilisé à la fois pour l'étalonnage et pour toute la campagne de mesures. De même, les conditions de fonctionnement du véhicule doivent rester constantes : mêmes amortisseurs, mêmes pneumatiques (dont la pression doit être vérifiée), absence de charge et de passagers (hors ce qui est nécessaire à la réalisation des mesures), etc.

La vitesse du véhicule en mesure doit être de 80 km/h ; si une telle vitesse ne peut être atteinte (et maintenue constante) sur un nombre non négligeable de sites, on utilisera une autre vitesse (les vitesses conseillées sont alors de 30 ou 50 km/h) qui sera alors choisie comme vitesse de consigne pour toutes les mesures. Il est de toute façon recommandé d'opérer les mesures aux trois vitesses (80, 50 et 30 km/h), et ainsi de calculer l'équation d'étalonnage pour chaque vitesse (l'expérience acquise montre cependant que la mesure au Bump Integrator dépend peu de la vitesse, sauf sur les routes non revêtues présentant de la tôle ondulée).

Pour une vitesse donnée, la mesure au Bump Integrator doit être répétée trois fois.

3.2.2 Calcul de la loi de corrélation :

Le calcul doit déboucher sur une estimation de l'IRI à partir d'une formule du type

$$Y = A + B X + C X^2$$

Où **X** est la valeur mesurée au Bump Integrator et **Y** l'IRI théorique calculé à partir des relevés topographiques, **A**, **B** et **C** les constantes résultant de l'étalonnage.

L'expérience montre que souvent le coefficient **C** est très faible et peut par conséquent être pris comme négligeable. Ce qui revient donc à calculer une régression linéaire simple de la manière suivante :

$$Y = A + B X$$

Le calcul se fait par régression, à partir d'autant de couples de valeurs **X** (moyenne des trois valeurs mesurées au Bump Integrator) et **Y** (moyenne des deux valeurs d'IRI calculées, correspondant aux deux traces de roues) qu'il n'existe de sections.

Le calcul peut se faire par tout logiciel comprenant une fonction de régression multiple, par exemple **DROITEREG** dans Microsoft Excel.

3.2.3 Mesures de Bump :

Après avoir terminé l'étalonnage et obtenu les constantes A et B de la droite de régression, on passe aux mesures proprement dites de Bump pour obtenir L'IRI de la route.

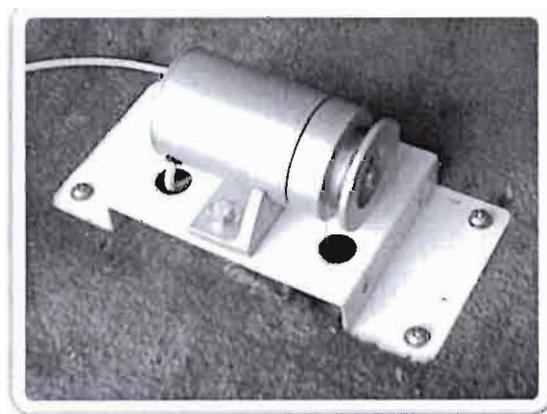


Figure 4: Schéma du Bump Integrator

3.3 Traitement automatique de l'IRI :

L'uni de surface, caractérisé par l'IRI, est calculé tous les 100m selon les spécifications de la *world Bank Technical Paper Number 46*. Cet indice a une importance capitale car la qualité du réseau routier a une incidence directe sur l'économie d'un pays. En effet plus l'IRI est bon, plus le temps de parcours est moindre et plus le coût de transport diminue. La recherche d'une méthode objective de découpage des enregistrements continus en zones homogènes nous a paru nécessaire afin d'améliorer l'utilisation de ces moyens de mesure et d'auscultation en continu et à grand rendement. C'est une méthode de traitement qui permet de découper l'enregistrement en zones *statistiquement homogènes*. Pour ce faire, on émet l'hypothèse que dans une zone homogène la suite des valeurs du paramètre mesuré (IRI) est distribuée suivant la **loi de Gauss**. Bien sûr que cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée, c'est pour cela que les calculs ont été effectués avec un seuil de risque α défini comme étant la probabilité de risque d'affiner à tort que la suite n'est pas issue d'une population normale. Le choix du seuil de risque du test d'homogénéité est essentiel et conditionne la qualité des résultats donnés par la méthode. En effet la valeur trop grande de α conduit à un découpage en un très grand nombre de zones de longueurs réduites pour lesquelles des solutions d'entretien différentes ne s'imposent pas compte tenu des faibles

écarts entre les IRI caractéristiques ($m+2\sigma$). A l'opposé, une valeur trop faible de α ne permet pas de déceler finement les variations de l'IRI notamment les singularités locales, et conduit à un découpage en un petit nombre de zones de grandes longueurs et d'écarts types élevés. Ainsi le traitement de l'IRI par cette méthode de découpage en zones homogènes conduit à une interprétation rigoureuse et objective des mesures. La recherche des zones utilise une technique de dichotomie fondée sur les propriétés de composition de la variance. Cette méthode de traitement qui facilite l'exploitation et l'analyse, présente d'autant plus d'intérêt :

- ✓ Que le nombre de mesures est important, rendant l'exploitation manuelle longue et fastidieuse ;
- ✓ Que les résultats des mesures sont enregistrés sur un support informatique.

3.3.1 Théorie de découpage en zones homogènes :

Soient n valeurs d'IRI x et \bar{x} la valeur moyenne des n observations définie comme suit :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$$

Si les résultats de n mesures supposés appartenir à une population normale apparaissent de façon aléatoire alors on peut définir la quantité ci-dessous r appelée coefficient de corrélation de la manière suivante :

$$r = \frac{1}{2} \frac{\sum_{j=1}^{n-1} (x_{j+1} - x_j)^2}{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}$$

Une valeur de r nettement inférieure à 1 indique une progression continue des mesures, des variations périodiques lentes ou des groupements anormaux ; tandis qu'une valeur de r nettement supérieure à 1 indique des fluctuations rapides. Donc dans la pratique, il est souhaitable que le coefficient de corrélation soit compris entre $0.95 \leq r \leq 1$.

La variable r peut être considérée comme aléatoire quand on multiplie au hasard les prélèvements de n valeurs dans une population normale. Ainsi pour une valeur de n donnée, les tables fournissent les limites r_α et $r_{1-\alpha}$ telle que :

$$Prob. (r < r_\alpha) = Prob. (r > r_{1-\alpha}) = 1 - \alpha = p$$

Pour $n > 25$, on définit la suite :

$u = (1 - r) \sqrt{\frac{n^2 - 1}{n - 2}}$ Suit une loi normale réduite. A partir de r , on calcule u que l'on compare aux limites u_α et $u_{1-\alpha}$ de la loi normale réduite.

- Si $r_\alpha \leq r \leq r_{1-\alpha}$ (respectivement $u_\alpha < u < u_{1-\alpha}$) alors la suite peut être considérée comme appartenant à une population normale : on dira alors que **la zone est homogène** ;
- Si $r < r_\alpha$ (respectivement $u > u_{1-\alpha}$) on admettra que la suite contient des variations lentes ou **des groupements anormaux** ;
- Si $r > r_{1-\alpha}$ (respectivement $u < u_\alpha$) on dira que la suite contient des **fluctuations rapides**.

Compte tenu de l'expérience acquise, il nous a paru raisonnable de faire l'hypothèse suivante :

Dans une zone homogène la suite des valeurs d'IRI observées est aléatoire et gaussienne. Ainsi nous avons choisi **le test du carré moyen des différences successives** qui est particulièrement adapté à l'étude du caractère **aléatoire** et **gaussien**.

La méthode de découpage, qu'on se propose d'exposer ci-après, consiste à trouver l'indice i frontière entre deux zones. Soit S la somme des carrés des écarts entre les mesures et la valeur moyenne :

$S = \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2$, elle peut être décomposée en une somme de quatre termes en fonction des moyennes \bar{x}_1 et \bar{x}_2 :

$$S = \sum_{j=1}^i (x_j - \bar{x}_1)^2 + \sum_{j=i+1}^n (x_j - \bar{x}_2)^2 + i(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + (n - i)(\bar{x}_2 - \bar{x})^2$$

Posons:

$$W = \sum_{j=1}^i (x_j - \bar{x}_1)^2 + \sum_{j=i+1}^n (x_j - \bar{x}_2)^2$$

$$B = i(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + (n - i)(\bar{x}_2 - \bar{x})^2$$

W et B peuvent être décomposés comme suit :

$$\sum_{k=1}^p (x_k - \bar{x})^2 = \sum_{j=1}^i x_k^2 - p\bar{x}^2$$

$$\sum_{j=1}^i x_k^2 - \frac{1}{p} \left(\sum_{j=1}^i \bar{x}_k \right)^2$$

Alors :

$$W = \sum_{j=1}^n x_j^2 - \frac{1}{i} \left(\sum_{j=1}^i \bar{x}_j \right)^2 + \frac{1}{n-i} \left(\sum_{j=i+1}^n x_j \right)^2$$

$$B = -\frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n x_j \right)^2 - \frac{1}{i} \left(\sum_{j=1}^i \bar{x}_j \right)^2 + \frac{1}{n-i} \left(\sum_{j=i+1}^n x_j \right)^2$$

En faisant un changement d'origine en centrant les variables. En posant $y_j = X_j - \bar{x}$
alors :

$$\sum_{j=1}^n y_j = 0$$

$$\sum_{j=1}^i y_j = - \sum_{j=i+1}^n y_j$$

Par suite, les expressions W et B deviennent :

- 1^{ère} zone : i points $1 < j < i$ moyenne \bar{x}_1 ;
- 2^{ème} zone : n-i points $1+1 < j < n$ moyenne \bar{x}_2 ;

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i x_j$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n-i} \sum_{j=i+1}^n x_j$$

$$W = \sum_{j=1}^n y_j^2 - \frac{n}{i(n-i)} \left(\sum_{j=i+1}^n x_j \right)^2$$

$$B = -\frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n y_j \right)^2 + \frac{n}{i(n-i)} \left(\sum_{j=i+1}^n y_j \right)^2$$

3.3.2 Algorithme du découpage:

L'algorithme de découpage en zones homogènes combine le critère d'homogénéité et la méthode de découpage.

- ✓ 1ère étape : on applique le test d'homogénéité à l'ensemble de l'enregistrement. Si le test montre que la suite des mesures répond au critère d'homogénéité, on passe à l'enregistrement suivant, sinon on débute la deuxième étape.
- ✓ 2ème étape : si le test indique que l'enregistrement contient des variations lentes ou des groupements anormaux, on met en œuvre la méthode de découpage. Pour un enregistrement contenant n mesures, on calcule les valeurs des (n-1) fonctions g(i) :

$$g(i) = \frac{n}{i(n-i)} \left(\sum_{j=i+1}^n y_j \right)^2$$

$$1 \leq i \leq n-1 ; \quad y_j = X_j - \bar{x}$$

L'enregistrement est découpé en deux zones, la limite entre les deux zones correspond au point i tel que g(i) soit maximal.

- zone : i points entre les abscisses 1 et i ;
 - zone : n-i points entre les abscisses 1+i et n ;
- ✓ 3^{ème} étape : on applique le test d'homogénéité aux deux zones déterminées précédemment.

Les zones répondent au critère d'homogénéité, on arrête le traitement sinon elles sont redécoupées, on retourne donc à l'étape 2 en posant :

- 1^{ère} zone: $z_j = y_j - \bar{y}_1$ points $1 \leq j \leq i$ \bar{y}_1 moyenne des y_j dans la zone 1;
- 2^{ème} zone : $z_j = y_j - \bar{y}_2$ points $1 + i \leq j \leq n$ \bar{y}_2 moyenne des y_j dans la zone 2;

En fin de compte chaque zone est caractérisée par les valeurs de ces abscisses, l'IRI moyen et l'IRI caractéristique ($m+2\sigma$).

Conclusion :

L'indice global de dégradation I_s émanant des inspections sommaires et l'IRI parviennent aisément à faire connaître l'état de dégradation de la route et donc à déterminer la tâche d'entretien à programmer. Ainsi dans le dernier chapitre nous tenterons de déterminer les tâches d'entretien sur l'itinéraire Thilogne- Bakel et en utilisant d'autres données fournies au besoin.

CHAPITRE 4 : ETUDE DE L'ITINERAIRE
THILOGNE-BAKEL

INTRODUCTION:

Dans le cadre du Millénum Challenge Account (MCA), la réhabilitation de l'axe Thilogne-Bakel a été pris comme étant partie des Objectifs du Millénaire de Développement (OMD). C'est dans cette optique que l'Etat du Sénégal a délégué le groupement AECOM/TECSULT CANADA, deux des bureaux d'études charnières de renommée mondiale pour conduire les études sur cet itinéraire. Dans ce sens, le groupement AECOM/TECSULT CANADA a confié les mesures d'UNI avec le Bump Integrator, les enquêtes Origine/Destination et le comptage automatique au bureau d'études et de contrôle Polyconsult Ingénierie. Quant aux inspections sommaires elles ont été confiées au bureau d'études MSI Lab en vue de la production de schémas itinéraires.

4.1 Présentation du projet :

L'axe Thilogne-Bakel de 197 km est desservi entre la région de Matam et celle de Tambacounda, il a un Trafic Moyen Journalier (TMJ) de 1026 veh/j et une précipitation moyenne annuelle de 930mm. La route est constituée par une chaussée à deux (2) voies allant de 2.5 à 3.5 m chacune avec des accotements de 1m de part et d'autre de la chaussée et beaucoup d'ouvrages hydrauliques et de verrouillage.

Pour l'étude de réhabilitation de la route on a posé les hypothèses suivantes en accord avec le maître d'ouvrage :

- ✓ Réalisation de travaux entre 2011 et 2014 ;
- ✓ Durée de vie 20ans.
- ✓ Délai de réalisation des travaux 24 mois globalement dont 22 en travaux pour chacun des deux (2) lots suivants : THILOGNE-SINTHOU BAMAMBE, SINTHOU BAMAMBE- BAKEL.

4.2 Mesures d'UNI sur l'itinéraire:

4.2.1 Etalonnage du Bump :

Après choix des quatre(4) sections étalons, des relevés topographiques y ont été faits suivant la méthode de la world Bank. Notons que ces sections recouvrent entièrement la gamme de sections que l'on désire trouver sur l'axe Thilogne-Bakel. C'est ainsi qu'on a choisi ces sections ci-dessous suivant le niveau de dégradation:

- **Section 1 : « BON » ;**
- **Section 2 : « MOYEN » ;**
- **Section 3 : « MAUVAIS » ;**
- **Section 4 : « TRES MAUVAIS ».**

4.2.2 Calcul de l'IRI :

Après les levés Topographiques et passages du Bump, les résultats obtenus sont introduits dans le logiciel IRITOP de VIZIROAD afin d'obtenir les IRI théoriques. Les données sont confinées dans le tableau ci-dessous :

BUMP	IRI calculé sur PE	
12	2.666	Section 1
24	5.314	Section 2
94	5.243	Section 3
76	7.161	Section 4
14.0	2.666	Section 1
31	5.314	Section 2
63	5.243	Section 3
96	7.161	Section 4
10	2.666	Section 1
25	5.314	Section 2
52	5.243	Section 3
70	7.161	Section 4

Tableau 21: Résultats de calcul d'IRI théoriques à partir de relevés topographiques

4.2.3 Modélisation IRI/Bump :

Ensuite à partir de ces données on trace les droites de régression pour chaque vitesse en veillant à ce que la régression IRI/Bump soit bonne c'est-à-dire que le coefficient de corrélation doit être compris entre 0.95 et 1. Ainsi la modélisation est bonne pour les trois vitesses à savoir de 30, 50 et 80 km/h.

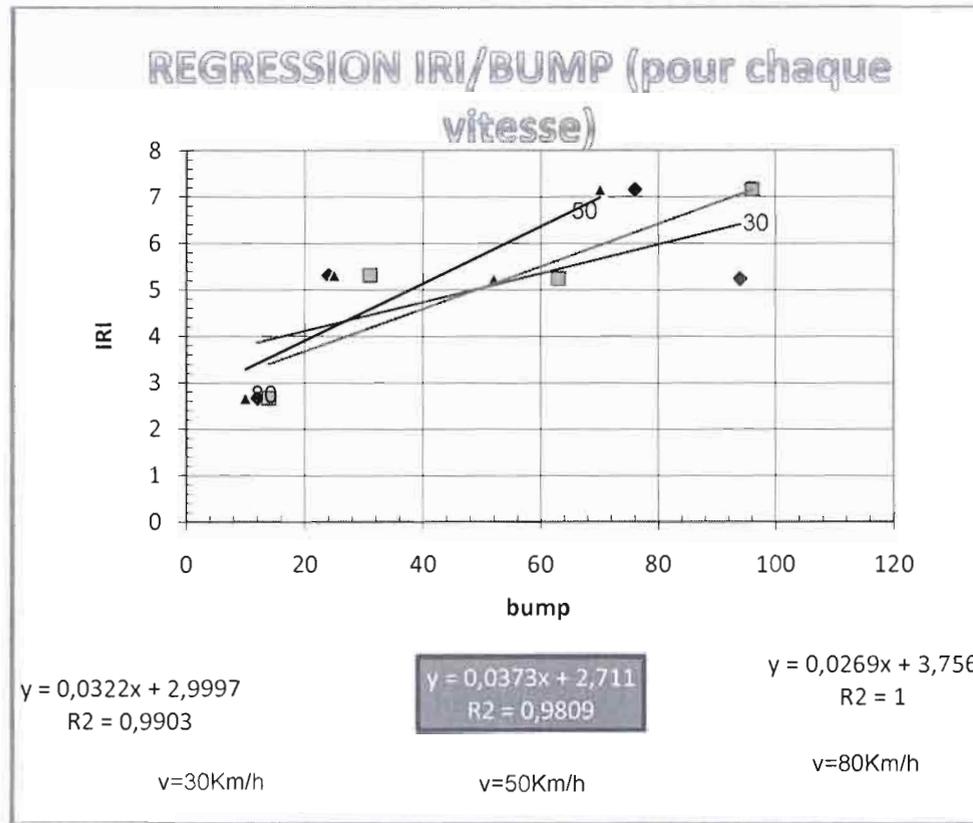


Tableau 22: Régression IRI/Bump pour chaque vitesse

On prend par la suite la régression qui entre le mieux dans le fuseau et on essaie de rouler à la vitesse correspondante lors des mesures. Dans notre cas on a adopté l'équation et la vitesse ci-dessous :

$$Y = 0,0373X + 2,711 \quad \text{IRI} = 0,0373 \text{ Bump} + 2,711$$

v=80Km/h

VIZIROAD fournit les fichiers où il donne l'abscisse début, fin, l'IRI et la vitesse de parcours. Les IRI sont automatiquement calculés à partir de la formule d'IRI en fonction du Bump (voir annexe 1) où les mesures ont été réalisées dans les deux sens (Thilogne – Bakel ; Bakel– Thilogne).

4.3 Application de la méthode de découpage en sections homogènes sur Thilogne-Bakel:

Dans un souci d'affiner ces résultats on se propose de déterminer les sections homogènes c'est-à-dire les sections relevant d'une même solution de renforcement ou d'entretien. Elles sont définies comme étant des zones d'équi-qualité se caractérisant par l'IRI caractéristique ($m+2\sigma$). Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants :

SENS BAKEL-Thilogne			
Mesure d'uni SECTIONS HOMOGENES			
08/05/2009			
PR Début	PR Fin	IRI moyen	$m+2\sigma$
3	4.2	3.6	3.92
4.6	7.4	3.6	3.75
8	11.8	4.3	5.39
11.8	15.2	3.7	4.08
15.2	16.4	5	5.9
16.4	25.4	3.9	4.67
26	29.4	4.5	5.65
29.4	36.8	4	4.67
36.8	39.4	3.6	3.78
40.4	48.2	3.7	3.97
49.2	57.6	4.5	5.44
60.8	62.8	4.5	5.55
62.8	64	3.7	3.91
64	68.6	4.6	5.46
69.6	73.8	4.1	4.84
73.8	75.8	5.2	5.87
76.2	86.2	3.6	3.79
86.2	88	4.2	4.84
88	91.8	3.7	4.05
92.4	95.6	3.8	4.35

95.6	100.2	4.4	5.4
100.4	103.8	4.8	5.35
104.6	113.4	4.9	5.37
113.8	115.8	4.6	4.97
116.2	117.8	4.9	5.2
117.8	119.2	3.8	3.86
119.2	123.4	4.5	5.23
123.4	128.8	4.9	5.44
128.8	130.8	6.2	6.89
130.8	134.4	4.9	5.5
134.4	136.4	7	7.76
136.4	137.8	5.2	5.79
139.6	144.2	5	5.54
PR Début	PR Fin	IRI moyen	m+2σ
144.2	148.8	4.5	5.19
148.8	150.8	5	5.08
150.8	155.2	5.4	5.71
155.2	157.8	5.7	5.92
157.8	163	5.4	5.98
163	165	4.8	5.65
166	171.2	5.5	5.86
172	173.8	5.6	6.1
173.8	175.6	5.7	5.75
176.8	180.8	5.2	5.88
180.8	184	5.5	5.72
184	185.8	4.9	5.58
189.8	191.2	5.5	5.6
191.2	192.4	5.6	5.65
193.4	195.4	5.6	5.78
197.2	200.8	5.4	5.72

Tableau 23: Résultats d'IRI moyen et caractéristiques sur les sections homogènes sens Bakel-Thilogne

SENS THILOGNE-BAKEL			
Mesure d'uni SECTIONS HOMOGENES			
08/05/2009			
PR Début	PR Fin	IRI moyen	m+2σ
1	2.8	4.8	5.47
2.8	7.2	4.9	5.48
7.2	10.4	5.3	5.43
14.4	17.4	5.3	5.66
17.4	18.8	5.6	5.7
19.8	22	4.9	5.21
22	23.8	5.4	5.52
23.8	26.4	5.2	5.58
27.2	28.8	5.6	5.68
28.8	32.2	5.3	5.51
32.2	33.4	5.6	5.68
33.4	35.8	5.1	5.78
36.4	41	5	5.46
41	44.4	5.5	5.67
44.8	46.4	5.3	5.39
46.4	49.2	5.5	5.59
49.2	50.4	5.1	5.31
51	54.6	5.2	5.51
PR Début	PR Fin	IRI moyen	m+2σ
54.6	57.4	5.5	5.73
57.4	60.2	5	5.38
60.2	61.6	3.7	3.82
61.6	63	4.9	5.36
63	65	3.8	4.13
65	67.2	5.3	5.65
67.6	73.6	4.8	5.52

74.4	79	5.6	5.68
81	83.6	5.1	5.6
83.6	86.2	5.6	5.7
88	90.6	5.2	5.5
90.6	92.6	5.6	5.72
93.4	96.6	5.6	5.69
96.6	100.8	5.2	5.76
100.8	103.8	5.3	5.86
104.8	108.2	5.2	5.64
108.2	111.2	5.6	5.69
112.8	114.4	5.8	5.88
114.4	116.6	5.6	5.7
118.8	120.6	5.7	5.71
120.6	123.6	5.5	5.81
123.6	125.6	4.9	5.28
125.6	126.8	5.5	5.78
126.8	129.4	5.7	5.87
129.4	139.6	5.3	6.35
139.6	141.2	4.8	5.15
141.2	144.6	5.7	6.12
144.6	147	5.4	5.89
147	151.2	5.6	5.84
151.2	154.2	5.8	5.88
154.2	158.4	6	6.06
158.4	160	5.4	5.84
160	161.6	5.7	5.79
161.6	164.2	5.9	6.09
164.2	165.6	5.5	5.68
167	168.6	30.6	30.6
168.6	171.4	5.1	5.9
171.4	176.6	5.4	5.94
177	179.4	6.1	6.15

180.4	184.4	5.7	6.08
184.4	188.8	5.4	5.94
188.8	191.4	5.8	6.1
191.8	194.8	5.8	5.94
194.8	197	5.2	5.62

Tableau 24: Résultats d'IRI moyen et caractéristiques sur les sections homogènes sens Thilogne -Bakel

Conclusion :

Les résultats obtenus nous donnent :

- Sens Thilogne-Bakel **IRI moyen = 5,01**
- Sens Bakel-Thilogne **IRI moyen = 4,89**

Selon le Document Technique de la Banque Mondiale 46F, intitulé « *Directives pour la mesure de l'uni des routes et étalonnage des appareils* », **pour une route ancienne (older pavements)**, l'IRI doit être compris entre 4 et 6 c'est-à-dire, **4<IRI<6** (voir figure ci-dessous).

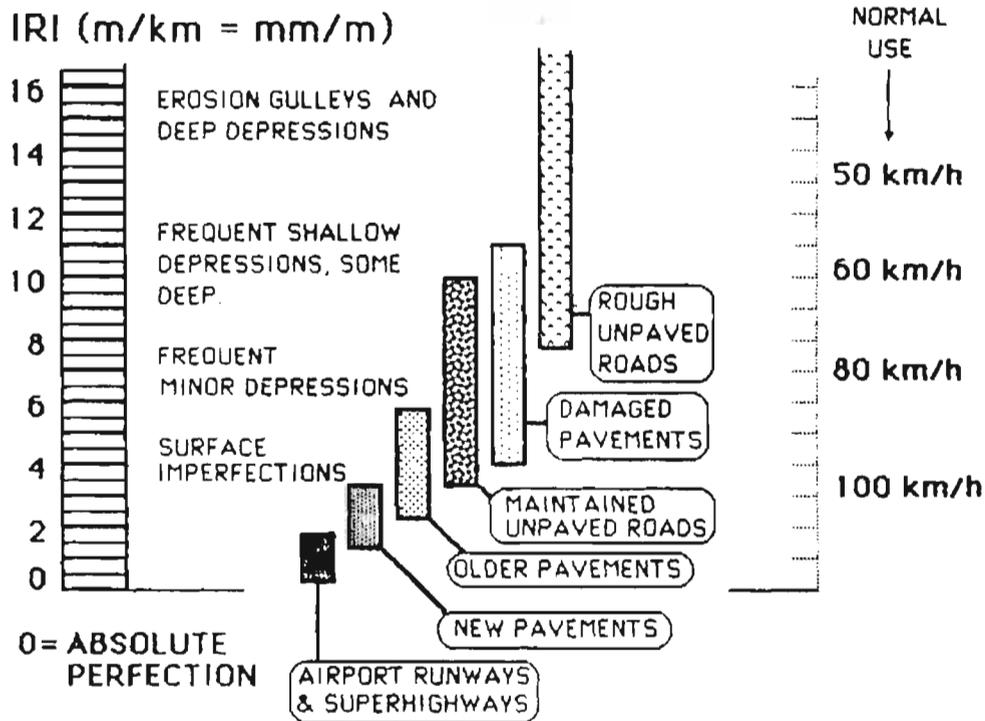


Figure 5: Directives pour la mesure de l'UNI des routes et étalonnage des appareils

CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS:

Nous pouvons donc conclure sans équivoque que l'uni de la route Thilogne-Bakel est moyen dans certaines parties mais dans d'autres elle est mauvaise (proche de 6). Ainsi pour optimiser sa durée de vie il faut réaliser des travaux d'entretien relativement moyens dans certaines zones (entretien courant pour IRI <5) et pour quelques parties très dégradées on peut adopter un renforcement ou réhabilitation (IRI >5).

Cependant, rigoureusement on devra utiliser les résultats d'inspection sommaires de MSI Lab avant de se prononcer sur la tâche d'entretien à réaliser. Ainsi en exploitant ces résultats, on a constaté que les schémas n'étaient pas pourvus d'indices globaux de dégradation I_s . Tout ce qu'on peut tirer des schémas itinéraires est que la quasi-totalité des dégradations sont de type B. Donc d'après la méthode VIZIR la solution d'entretien découle de la reconnaissance de la dégradation seule et il n'est pas nécessaire de faire appel à d'autres paramètres pour faire le diagnostic. Par conséquent, on peut définir des scénarii d'entretien en fonction des paramètres comme l'IRI, le trafic etc. C'est pour cette raison que l'étude a été faite avec le logiciel économique HDM4.

D'après notre modeste expérience, on peut conseiller à l'Agence Autonome des Travaux Routiers d'élaborer des campagnes d'inspections sommaires en même temps que les campagnes de mesures d'UNI et si possible de mesures de trafic et de déflexion en vue de rationaliser davantage le choix des travaux d'entretien. En effet, le Bump donne la dégradation d'ensemble du tronçon alors que les inspections sommaires donnent la gravité de ces dégradations à travers la méthode VIZIR, l'état des ouvrages annexes, le niveau de service et le temps de parcours ; donc ce sont des études qui vont de pair.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- Manuel V4 b de VIZIROAD ;
- Programme triennal Glissant (PTG) 2003-2005 ;
- Manuel IRI Topo de VIZIROAD R ;
- World Bank technical Paper Number 46;
- Programme triennal Glissant (PTG) 2007-2009 ;
- Evaluation de la qualité des chaussées par des mesures d'UNI et introduction au modèle HDM4 pour l'interprétation et l'exploitation des résultats, Mémoire IST 2003 ;
- Manuel HDM 4 volume 1 <overview>;
- VIZIR: qualification et quantification des dégradations d'une chaussée à revêtement bitumineux pour la programmation et le suivi de l'entretien ;
- Analyse critique de la stratégie d'entretien du réseau routier revêtu au Sénégal, Ndeye bigué Dieng Mboup, Mémoire 2004 ESP.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

**Compte rendu de mesures d'UNI de la route
Thilogne-Bakel**

Client : GROUPEMENT AECOM/TECSULT CANADA
Projet : TRAVAUX D'ENTRETIEN ET/OU DE RENFORCEMENT DE L'AXE
THILOGNE-BAKEL 197KM.

COMPTE RENDU DE MESURES D'UNI

ETAIENTS PRESENTS :

M. Moussa	SECK	POLYCONSULT Ingénierie
M. Moustapha	Bâ	POLYCONSULT Ingénierie
M. Koli	Diallo	TECSULT CANADA

1^{ier} jour Préparations (le 01 Avril 2009 à Ourossogui)

- Choix des sections et réalisations des levés topographiques pour l'étalonnage du « bump intégrator ».

2^{ième} jour Etalonnage du « bump » (le 02 avril 2009 à Bakel)

- Mesures de bump dans le sens « Bakel – Thilogne »

3^{ième} jour Etalonnage du « bump » (le 03 avril 2009 à Thilogne)

- Mesures de bump dans le sens « Thilogne – Bakel »

Après mesure in situ, les résultats suivants sont obtenus :

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
	08/05/2009			
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
0	0.2	59	31	5.343
0.2	0.4	49	44	5.074
0.4	0.6	50	48	5.101
0.6	0.8	51	45	5.128
0.8	1	64	43	5.478
1	1.2	74	48	5.747
1.2	1.4	55	49	5.236
1.4	1.6	73	51	5.720
1.6	1.8	54	54	5.209
1.8	2	77	44	5.827
2	2.2	96	24	6.338
2.2	2.4	53	48	5.182
2.4	2.6	91	48	6.204
2.6	2.8	47	58	5.020
2.8	3	42	59	4.886
3	3.2	54	44	5.209
3.2	3.4	98	20	6.392
3.4	3.6	59	40	5.343
3.6	3.8	156	21	7.952
3.8	4	102	27	6.500
4	4.2	72	44	5.693
4.2	4.4	50	59	5.101
4.4	4.6	50	56	5.101
4.6	4.8	49	49	5.074
4.8	5	51	55	5.128
5	5.2	101	29	6.473
5.2	5.4	57	38	5.289
5.4	5.6	46	38	4.993
5.6	5.8	60	48	5.370
5.8	6	63	51	5.451
6	6.2	48	53	5.047
6.2	6.4	41	54	4.859
6.4	6.6	55	52	5.236
6.6	6.8	74	48	5.747
6.8	7	60	51	5.370
7	7.2	39	55	4.805
7.2	7.4	41	53	4.859

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
	08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
8.4	8.6	60	55	5.370	
8.6	8.8	58	59	5.316	
8.8	9	58	61	5.316	
9	9.2	62	58	5.424	
9.2	9.4	69	56	5.612	
9.4	9.6	62	55	5.424	
9.6	9.8	66	54	5.531	
9.8	10	54	58	5.209	
10	10.2	52	63	5.155	
10.2	10.4	59	65	5.343	
10.4	10.6	60	61	5.370	
10.6	10.8	45	59	4.967	
10.8	11	72	49	5.693	
11	11.2	51	58	5.128	
11.2	11.4	67	59	5.558	
11.4	11.6	61	57	5.397	
11.6	11.8	53	61	5.182	
11.8	12	38	63	4.778	
12	12.2	55	63	5.236	
12.2	12.4	48	63	5.047	
12.4	12.6	34	68	4.671	
12.6	12.8	36	69	4.724	
12.8	13	46	71	4.993	
13	13.2	54	73	5.209	
13.2	13.4	74	71	5.747	
13.4	13.6	57	71	5.289	
13.6	13.8	69	67	5.612	
13.8	14	51	68	5.128	
14	14.2	65	66	5.505	
14.2	14.4	41	67	4.859	
14.4	14.6	37	66	4.751	
14.6	14.8	46	46	4.993	
14.8	15	58	51	5.316	
15	15.2	55	48	5.236	
15.2	15.4	72	35	5.693	
15.4	15.6	51	53	5.128	
15.6	15.8	63	61	5.451	
15.8	16	63	63	5.451	
16	16.2	66	63	5.531	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
17.2	17.4	57	66	5.289
17.4	17.6	94	33	6.285
17.6	17.8	67	47	5.558
17.8	18	45	57	4.967
18	18.2	92	61	6.231
18.2	18.4	71	49	5.666
18.4	18.6	63	40	5.451
18.6	18.8	56	63	5.262
18.8	19	51	67	5.128
19	19.2	61	71	5.397
19.2	19.4	61	70	5.397
19.4	19.6	70	64	5.639
19.6	19.8	47	69	5.020
19.8	20	53	68	5.182
20	20.2	76	29	5.800
20.2	20.4	164	30	8.168
20.4	20.6	56	51	5.262
20.6	20.8	61	57	5.397
20.8	21	63	51	5.451
21	21.2	120	37	6.984
21.2	21.4	97	34	6.365
21.4	21.6	93	34	6.258
21.6	21.8	85	45	6.043
21.8	22	62	52	5.424
22	22.2	62	56	5.424
22.2	22.4	74	46	5.747
22.4	22.6	77	50	5.827
22.6	22.8	97	38	6.365
22.8	23	139	28	7.495
23	23.2	82	48	5.962
23.2	23.4	61	56	5.397
23.4	23.6	52	61	5.155
23.6	23.8	60	64	5.370
23.8	24	64	64	5.478
24	24.2	72	62	5.693
24.2	24.4	70	57	5.639
24.4	24.6	55	61	5.236
24.6	24.8	49	65	5.074
24.8	25	53	66	5.182

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
26	26.2	42	66	4.886	
26.2	26.4	48	66	5.047	
26.4	26.6	49	69	5.074	
26.6	26.8	65	62	5.505	
26.8	27	65	35	5.505	
27	27.2	54	47	5.209	
27.2	27.4	63	52	5.451	
27.4	27.6	75	35	5.774	
27.6	27.8	52	59	5.155	
27.8	28	46	61	4.993	
28	28.2	47	62	5.020	
28.2	28.4	53	64	5.182	
28.4	28.6	62	66	5.424	
28.6	28.8	44	69	4.940	
28.8	29	54	67	5.209	
29	29.2	59	67	5.343	
29.2	29.4	54	69	5.209	
29.4	29.6	44	70	4.940	
29.6	29.8	39	73	4.805	
29.8	30	41	69	4.859	
30	30.2	67	46	5.558	
30.2	30.4	62	55	5.424	
30.4	30.6	59	62	5.343	
30.6	30.8	58	62	5.316	
30.8	31	64	53	5.478	
31	31.2	40	60	4.832	
31.2	31.4	57	63	5.289	
31.4	31.6	48	63	5.047	
31.6	31.8	44	55	4.940	
31.8	32	57	46	5.289	
32	32.2	59	57	5.343	
32.2	32.4	63	61	5.451	
32.4	32.6	43	61	4.913	
32.6	32.8	63	46	5.451	
32.8	33	43	55	4.913	
33	33.2	60	50	5.370	
33.2	33.4	50	56	5.101	
33.4	33.6	38	64	4.778	
33.6	33.8	40	68	4.832	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
34.8	35	69	33	5.612	
35	35.2	40	55	4.832	
35.2	35.4	61	55	5.397	
35.4	35.6	77	57	5.827	
35.6	35.8	56	44	5.262	
35.8	36	92	27	6.231	
36	36.2	116	25	6.876	
36.2	36.4	79	50	5.881	
36.4	36.6	54	66	5.209	
36.6	36.8	56	68	5.262	
36.8	37	50	69	5.101	
37	37.2	97	33	6.365	
37.2	37.4	145	26	7.657	
37.4	37.6	147	27	7.710	
37.6	37.8	63	50	5.451	
37.8	38	44	55	4.940	
38	38.2	49	53	5.074	
38.2	38.4	41	54	4.859	
38.4	38.6	53	53	5.182	
38.6	38.8	68	51	5.585	
38.8	39	56	51	5.262	
39	39.2	39	53	4.805	
39.2	39.4	54	55	5.209	
39.4	39.6	100	44	6.446	
39.6	39.8	54	49	5.209	
39.8	40	50	63	5.101	
40	40.2	56	55	5.262	
40.2	40.4	67	54	5.558	
40.4	40.6	66	50	5.531	
40.6	40.8	62	37	5.424	
40.8	41	90	27	6.177	
41	41.2	72	37	5.693	
41.2	41.4	56	45	5.262	
41.4	41.6	55	51	5.236	
41.6	41.8	42	48	4.886	
41.8	42	116	20	6.876	
42	42.2	61	47	5.397	
42.2	42.4	36	62	4.724	
42.4	42.6	36	64	4.724	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
43.6	43.8	46	66	4.993	
43.8	44	70	53	5.639	
44	44.2	64	61	5.478	
44.2	44.4	61	67	5.397	
44.4	44.6	47	68	5.020	
44.6	44.8	51	71	5.128	
44.8	45	63	67	5.451	
45	45.2	57	68	5.289	
45.2	45.4	62	70	5.424	
45.4	45.6	65	62	5.505	
45.6	45.8	84	35	6.016	
45.8	46	54	45	5.209	
46	46.2	58	57	5.316	
46.2	46.4	66	53	5.531	
46.4	46.6	41	59	4.859	
46.6	46.8	54	58	5.209	
46.8	47	47	54	5.020	
47	47.2	47	54	5.020	
47.2	47.4	56	59	5.262	
47.4	47.6	69	54	5.612	
47.6	47.8	41	65	4.859	
47.8	48	42	68	4.886	
48	48.2	44	69	4.940	
48.2	48.4	35	64	4.698	
48.4	48.6	37	67	4.751	
48.6	48.8	31	68	4.590	
48.8	49	23	68	3.740	
49	49.2	44	64	4.940	
49.2	49.4	41	67	4.859	
49.4	49.6	46	62	4.993	
49.6	49.8	46	60	4.993	
49.8	50	62	64	5.424	
50	50.2	62	65	5.424	
50.2	50.4	56	65	5.262	
50.4	50.6	76	56	5.800	
50.6	50.8	85	46	6.043	
50.8	51	55	53	5.236	
51	51.2	47	57	5.020	
51.2	51.4	89	48	6.150	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
	08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
52.4	52.6	30	52	4.563	
52.6	52.8	30	57	4.563	
52.8	53	35	61	4.698	
53	53.2	29	59	4.536	
53.2	53.4	22	55	3.708	
53.4	53.6	23	59	3.740	
53.6	53.8	41	55	4.859	
53.8	54	41	56	4.859	
54	54.2	42	64	4.886	
54.2	54.4	25	63	3.805	
54.4	54.6	51	39	5.128	
54.6	54.8	47	53	5.020	
54.8	55	53	44	5.182	
55	55.2	28	56	4.509	
55.2	55.4	31	70	4.590	
55.4	55.6	49	37	5.074	
55.6	55.8	38	56	4.778	
55.8	56	36	67	4.724	
56	56.2	23	69	3.740	
56.2	56.4	30	72	4.563	
56.4	56.6	36	61	4.724	
56.6	56.8	75	45	5.774	
56.8	57	35	62	4.698	
57	57.2	32	67	4.617	
57.2	57.4	39	66	4.805	
57.4	57.6	41	67	4.859	
57.6	57.8	48	61	5.047	
57.8	58	39	64	4.805	
58	58.2	25	71	3.805	
58.2	58.4	37	66	4.751	
58.4	58.6	37	63	4.751	
58.6	58.8	59	47	5.343	
58.8	59	97	27	6.365	
59	59.2	61	42	5.397	
59.2	59.4	61	53	5.397	
59.4	59.6	39	59	4.805	
59.6	59.8	48	31	5.047	
59.8	60	34	52	4.671	
60	60.2	37	62	4.751	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
	08/05/2009				
PRD		PRF	Bump	Vitesse	IRI
	61.2	61.4	56	43	5.262
	61.4	61.6	110	26	6.715
	61.6	61.8	103	23	6.527
	61.8	62	120	23	6.984
	62	62.2	122	24	7.038
	62.2	62.4	223	17	9.755
	62.4	62.6	133	23	7.334
	62.6	62.8	118	24	6.930
	62.8	63	93	29	6.258
	63	63.2	66	30	5.531
	63.2	63.4	42	45	4.886
	63.4	63.6	37	44	4.751
	63.6	63.8	38	60	4.778
	63.8	64	31	63	4.590
	64	64.2	50	36	5.101
	64.2	64.4	82	25	5.962
	64.4	64.6	158	20	8.006
	64.6	64.8	169	18	8.302
	64.8	65	129	21	7.226
	65	65.2	90	26	6.177
	65.2	65.4	94	23	6.285
	65.4	65.6	144	24	7.630
	65.6	65.8	183	23	8.679
	65.8	66	124	28	7.092
	66	66.2	134	21	7.361
	66.2	66.4	34	50	4.671
	66.4	66.6	49	61	5.074
	66.6	66.8	49	64	5.074
	66.8	67	38	68	4.778
	67	67.2	34	69	4.671
	67.2	67.4	37	70	4.751
	67.4	67.6	48	60	5.047
	67.6	67.8	78	36	5.854
	67.8	68	50	53	5.101
	68	68.2	46	61	4.993
	68.2	68.4	35	57	4.698
	68.4	68.6	126	14	7.145
	68.6	68.8	105	18	6.581
	68.8	69	51	44	5.128

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
70	70.2	107	21	6.634
70.2	70.4	61	37	5.397
70.4	70.6	90	28	6.177
70.6	70.8	87	28	6.096
70.8	71	71	36	5.666
71	71.2	87	24	6.096
71.2	71.4	133	25	7.334
71.4	71.6	81	37	5.935
71.6	71.8	81	33	5.935
71.8	72	57	53	5.289
72	72.2	23	58	3.740
72.2	72.4	26	65	3.837
72.4	72.6	39	61	4.805
72.6	72.8	42	55	4.886
72.8	73	110	25	6.715
73	73.2	79	27	5.881
73.2	73.4	33	48	4.644
73.4	73.6	36	49	4.724
73.6	73.8	77	31	5.827
73.8	74	55	41	5.236
74	74.2	53	62	5.182
74.2	74.4	41	63	4.859
74.4	74.6	59	34	5.343
74.6	74.8	37	50	4.751
74.8	75	41	57	4.859
75	75.2	39	63	4.805
75.2	75.4	37	66	4.751
75.4	75.6	51	52	5.128
75.6	75.8	36	67	4.724
75.8	76	30	64	4.563
76	76.2	34	67	4.671
76.2	76.4	32	72	4.617
76.4	76.6	32	75	4.617
76.6	76.8	42	67	4.886
76.8	77	42	68	4.886
77	77.2	45	67	4.967
77.2	77.4	42	69	4.886
77.4	77.6	30	70	4.563
77.6	77.8	32	70	4.617

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
78.8	79	31	72	4.590	
79	79.2	30	67	4.563	
79.2	79.4	36	68	4.724	
79.4	79.6	34	70	4.671	
79.6	79.8	36	71	4.724	
79.8	80	39	68	4.805	
80	80.2	39	69	4.805	
80.2	80.4	47	67	5.020	
80.4	80.6	46	58	4.993	
80.6	80.8	94	52	6.285	
80.8	81	29	62	4.536	
81	81.2	44	62	4.940	
81.2	81.4	43	70	4.913	
81.4	81.6	30	70	4.563	
81.6	81.8	27	72	4.482	
81.8	82	25	71	3.805	
82	82.2	26	69	3.837	
82.2	82.4	32	45	4.617	
82.4	82.6	30	50	4.563	
82.6	82.8	23	61	3.740	
82.8	83	35	65	4.698	
83	83.2	41	62	4.859	
83.2	83.4	40	61	4.832	
83.4	83.6	44	30	4.940	
83.6	83.8	58	30	5.316	
83.8	84	42	61	4.886	
84	84.2	26	66	3.837	
84.2	84.4	47	59	5.020	
84.4	84.6	70	34	5.639	
84.6	84.8	89	31	6.150	
84.8	85	28	63	4.509	
85	85.2	41	69	4.859	
85.2	85.4	35	71	4.698	
85.4	85.6	34	70	4.671	
85.6	85.8	32	71	4.617	
85.8	86	42	72	4.886	
86	86.2	52	72	5.155	
86.2	86.4	45	70	4.967	
86.4	86.6	39	72	4.805	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
87.6	87.8	78	40	5.854	
87.8	88	39	58	4.805	
88	88.2	37	64	4.751	
88.2	88.4	55	7	5.236	
88.4	88.6	83	999	5.989	
88.6	88.8	78	999	5.854	
88.8	89	63	999	5.451	
89	89.2	81	8	5.935	
89.2	89.4	41	59	4.859	
89.4	89.6	50	67	5.101	
89.6	89.8	38	63	4.778	
89.8	90	44	57	4.940	
90	90.2	41	51	4.859	
90.2	90.4	33	52	4.644	
90.4	90.6	32	49	4.617	
90.6	90.8	48	42	5.047	
90.8	91	32	52	4.617	
91	91.2	34	55	4.671	
91.2	91.4	43	60	4.913	
91.4	91.6	41	61	4.859	
91.6	91.8	66	37	5.531	
91.8	92	33	66	4.644	
92	92.2	46	71	4.993	
92.2	92.4	53	61	5.182	
92.4	92.6	47	62	5.020	
92.6	92.8	37	67	4.751	
92.8	93	34	69	4.671	
93	93.2	43	69	4.913	
93.2	93.4	56	71	5.262	
93.4	93.6	43	70	4.913	
93.6	93.8	39	68	4.805	
93.8	94	41	47	4.859	
94	94.2	22	50	3.708	
94.2	94.4	29	60	4.536	
94.4	94.6	77	50	5.827	
94.6	94.8	41	61	4.859	
94.8	95	35	69	4.698	
95	95.2	41	69	4.859	
95.2	95.4	36	69	4.724	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
	08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
96.4	96.6	32	69	4.617	
96.6	96.8	25	70	3.805	
96.8	97	27	69	4.482	
97	97.2	26	72	3.837	
97.2	97.4	37	66	4.751	
97.4	97.6	34	68	4.671	
97.6	97.8	40	69	4.832	
97.8	98	69	37	5.612	
98	98.2	58	52	5.316	
98.2	98.4	37	66	4.751	
98.4	98.6	36	66	4.724	
98.6	98.8	49	68	5.074	
98.8	99	51	63	5.128	
99	99.2	46	70	4.993	
99.2	99.4	30	73	4.563	
99.4	99.6	57	39	5.289	
99.6	99.8	58	47	5.316	
99.8	100	32	61	4.617	
100	100.2	27	57	4.482	
100.2	100.4	110	26	6.715	
100.4	100.6	56	40	5.262	
100.6	100.8	34	58	4.671	
100.8	101	37	70	4.751	
101	101.2	33	69	4.644	
101.2	101.4	40	52	4.832	
101.4	101.6	47	44	5.020	
101.6	101.8	33	49	4.644	
101.8	102	65	48	5.505	
102	102.2	34	60	4.671	
102.2	102.4	34	66	4.671	
102.4	102.6	35	67	4.698	
102.6	102.8	31	64	4.590	
102.8	103	21	63	3.676	
103	103.2	29	65	4.536	
103.2	103.4	23	55	3.740	
103.4	103.6	49	26	5.074	
103.6	103.8	47	40	5.020	
103.8	104	23	60	3.740	
104	104.2	29	60	4.536	

SENS THILOGNE-BAKEL

PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
08/05/2009				
105.2	105.4	28	78	4.509
105.4	105.6	23	79	3.740
105.6	105.8	27	79	4.482
105.8	106	24	75	3.773
106	106.2	24	69	3.773
106.2	106.4	28	68	4.509
106.4	106.6	28	54	4.509
106.6	106.8	25	45	3.805
106.8	107	19	67	3.612
107	107.2	25	63	3.805
107.2	107.4	23	68	3.740
107.4	107.6	20	66	3.644
107.6	107.8	74	37	5.747
107.8	108	30	52	4.563
108	108.2	34	59	4.671
108.2	108.4	77	29	5.827
108.4	108.6	34	53	4.671
108.6	108.8	63	35	5.451
108.8	109	23	68	3.740
109	109.2	30	49	4.563
109.2	109.4	22	55	3.708
109.4	109.6	32	67	4.617
109.6	109.8	20	71	3.644
109.8	110	31	72	4.590
110	110.2	15	73	3.483
110.2	110.4	20	69	3.644
110.4	110.6	22	68	3.708
110.6	110.8	28	71	4.509
110.8	111	35	68	4.698
111	111.2	36	69	4.724
111.2	111.4	31	68	4.590
111.4	111.6	25	70	3.805
111.6	111.8	23	69	3.740
111.8	112	25	67	3.805
112	112.2	18	66	3.579
112.2	112.4	20	62	3.644
112.4	112.6	27	60	4.482
112.6	112.8	26	45	3.837
112.8	113	46	27	4.993

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
114	114.2	24	73	3.773
114.2	114.4	33	72	4.644
114.4	114.6	17	73	3.547
114.6	114.8	21	73	3.676
114.8	115	15	75	3.483
115	115.2	20	79	3.644
115.2	115.4	18	76	3.579
115.4	115.6	20	72	3.644
115.6	115.8	30	70	4.563
115.8	116	19	70	3.612
116	116.2	19	72	3.612
116.2	116.4	13	64	3.418
116.4	116.6	32	70	4.617
116.6	116.8	29	68	4.536
116.8	117	20	63	3.644
117	117.2	15	67	3.483
117.2	117.4	18	70	3.579
117.4	117.6	20	70	3.644
117.6	117.8	27	66	4.482
117.8	118	24	54	3.773
118	118.2	34	27	4.671
118.2	118.4	24	47	3.773
118.4	118.6	24	55	3.773
118.6	118.8	27	63	4.482
118.8	119	34	67	4.671
119	119.2	27	71	4.482
119.2	119.4	28	73	4.509
119.4	119.6	18	73	3.579
119.6	119.8	23	72	3.740
119.8	120	20	72	3.644
120	120.2	24	71	3.773
120.2	120.4	16	71	3.515
120.4	120.6	27	70	4.482
120.6	120.8	14	71	3.451
120.8	121	18	71	3.579
121	121.2	17	72	3.547
121.2	121.4	19	71	3.612
121.4	121.6	21	71	3.676
121.6	121.8	21	71	3.676

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
122.8	123	15	73	3.483
123	123.2	31	37	4.590
123.2	123.4	26	63	3.837
123.4	123.6	27	66	4.482
123.6	123.8	21	66	3.676
123.8	124	27	66	4.482
124	124.2	32	64	4.617
124.2	124.4	20	66	3.644
124.4	124.6	28	66	4.509
124.6	124.8	44	66	4.940
124.8	125	55	55	5.236
125	125.2	88	39	6.123
125.2	125.4	61	31	5.397
125.4	125.6	47	34	5.020
125.6	125.8	56	38	5.262
125.8	126	97	32	6.365
126	126.2	44	48	4.940
126.2	126.4	27	63	4.482
126.4	126.6	82	28	5.962
126.6	126.8	70	44	5.639
126.8	127	42	62	4.886
127	127.2	27	73	4.482
127.2	127.4	35	72	4.698
127.4	127.6	51	58	5.128
127.6	127.8	32	52	4.617
127.8	128	27	66	4.482
128	128.2	31	72	4.590
128.2	128.4	24	74	3.773
128.4	128.6	24	73	3.773
128.6	128.8	22	71	3.708
128.8	129	66	60	5.531
129	129.2	29	73	4.536
129.2	129.4	23	75	3.740
129.4	129.6	26	75	3.837
129.6	129.8	28	74	4.509
129.8	130	18	78	3.579
130	130.2	25	79	3.805
130.2	130.4	24	76	3.773
130.4	130.6	25	70	3.805

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
	08/05/2009			
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
131.6	131.8	35	40	4.698
131.8	132	40	28	4.832
132	132.2	66	37	5.531
132.2	132.4	96	42	6.338
132.4	132.6	34	58	4.671
132.6	132.8	52	55	5.155
132.8	133	22	67	3.708
133	133.2	15	77	3.483
133.2	133.4	27	72	4.482
133.4	133.6	27	70	4.482
133.6	133.8	20	68	3.644
133.8	134	69	52	5.612
134	134.2	24	64	3.773
134.2	134.4	19	71	3.612
134.4	134.6	27	71	4.482
134.6	134.8	21	71	3.676
134.8	135	25	72	3.805
135	135.2	34	72	4.671
135.2	135.4	24	72	3.773
135.4	135.6	23	70	3.740
135.6	135.8	26	74	3.837
135.8	136	39	69	4.805
136	136.2	24	69	3.773
136.2	136.4	38	71	4.778
136.4	136.6	26	63	3.837
136.6	136.8	36	57	4.724
136.8	137	21	63	3.676
137	137.2	27	58	4.482
137.2	137.4	25	68	3.805
137.4	137.6	17	68	3.547
137.6	137.8	21	68	3.676
137.8	138	34	69	4.671
138	138.2	75	42	5.774
138.2	138.4	34	61	4.671
138.4	138.6	34	67	4.671
138.6	138.8	26	67	3.837
138.8	139	23	71	3.740
139	139.2	21	71	3.676
139.2	139.4	30	69	4.563

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
140.4	140.6	37	70	4.751
140.6	140.8	28	69	4.509
140.8	141	35	39	4.698
141	141.2	31	45	4.590
141.2	141.4	58	32	5.316
141.4	141.6	44	47	4.940
141.6	141.8	41	52	4.859
141.8	142	112	27	6.769
142	142.2	98	29	6.392
142.2	142.4	132	27	7.307
142.4	142.6	27	69	4.482
142.6	142.8	20	78	3.644
142.8	143	24	82	3.773
143	143.2	13	75	3.418
143.2	143.4	100	29	6.446
143.4	143.6	30	56	4.563
143.6	143.8	22	76	3.708
143.8	144	30	82	4.563
144	144.2	31	78	4.590
144.2	144.4	30	74	4.563
144.4	144.6	23	74	3.740
144.6	144.8	19	75	3.612
144.8	145	35	75	4.698
145	145.2	22	73	3.708
145.2	145.4	30	72	4.563
145.4	145.6	33	74	4.644
145.6	145.8	30	74	4.563
145.8	146	42	44	4.886
146	146.2	34	64	4.671
146.2	146.4	29	74	4.536
146.4	146.6	46	74	4.993
146.6	146.8	46	74	4.993
146.8	147	44	73	4.940
147	147.2	50	45	5.101
147.2	147.4	49	51	5.074
147.4	147.6	49	59	5.074
147.6	147.8	35	74	4.698
147.8	148	64	34	5.478
148	148.2	39	56	4.805

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
	08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
149.2	149.4	29	72	4.536	
149.4	149.6	16	66	3.515	
149.6	149.8	23	73	3.740	
149.8	150	24	79	3.773	
150	150.2	31	79	4.590	
150.2	150.4	39	73	4.805	
150.4	150.6	36	74	4.724	
150.6	150.8	47	62	5.020	
150.8	151	29	66	4.536	
151	151.2	25	71	3.805	
151.2	151.4	26	62	3.837	
151.4	151.6	78	55	5.854	
151.6	151.8	37	70	4.751	
151.8	152	23	73	3.740	
152	152.2	21	72	3.676	
152.2	152.4	51	52	5.128	
152.4	152.6	30	75	4.563	
152.6	152.8	29	82	4.536	
152.8	153	18	75	3.579	
153	153.2	27	75	4.482	
153.2	153.4	44	76	4.940	
153.4	153.6	38	74	4.778	
153.6	153.8	30	75	4.563	
153.8	154	31	77	4.590	
154	154.2	22	78	3.708	
154.2	154.4	32	78	4.617	
154.4	154.6	31	79	4.590	
154.6	154.8	22	77	3.708	
154.8	155	15	75	3.483	
155	155.2	25	76	3.805	
155.2	155.4	19	77	3.612	
155.4	155.6	26	81	3.837	
155.6	155.8	35	83	4.698	
155.8	156	21	81	3.676	
156	156.2	30	82	4.563	
156.2	156.4	21	84	3.676	
156.4	156.6	22	84	3.708	
156.6	156.8	25	86	3.805	
156.8	157	19	87	3.612	

SENS THILOGNE-BAKEL

PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
158	158.2	19	82	3.612
158.2	158.4	23	82	3.740
158.4	158.6	26	84	3.837
158.6	158.8	22	83	3.708
158.8	159	32	82	4.617
159	159.2	23	84	3.740
159.2	159.4	24	81	3.773
159.4	159.6	23	81	3.740
159.6	159.8	23	76	3.740
159.8	160	25	60	3.805
160	160.2	20	70	3.644
160.2	160.4	26	76	3.837
160.4	160.6	39	39	4.805
160.6	160.8	28	65	4.509
160.8	161	36	55	4.724
161	161.2	34	53	4.671
161.2	161.4	22	73	3.708
161.4	161.6	19	76	3.612
161.6	161.8	15	76	3.483
161.8	162	13	74	3.418
162	162.2	26	69	3.837
162.2	162.4	25	70	3.805
162.4	162.6	28	73	4.509
162.6	162.8	26	74	3.837
162.8	163	23	78	3.740
163	163.2	15	82	3.483
163.2	163.4	19	81	3.612
163.4	163.6	24	83	3.773
163.6	163.8	16	86	3.515
163.8	164	20	83	3.644
164	164.2	22	81	3.708
164.2	164.4	31	67	4.590
164.4	164.6	27	75	4.482
164.6	164.8	24	82	3.773
164.8	165	19	89	3.612
165	165.2	14	85	3.451
165.2	165.4	22	76	3.708
165.4	165.6	24	72	3.773
165.6	165.8	28	55	4.509

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
166.8	167	24	79	3.773
167	167.2	17	83	3.547
167.2	167.4	21	83	3.676
167.4	167.6	22	86	3.708
167.6	167.8	22	93	3.708
167.8	168	12	99	3.386
168	168.2	21	2	3.676
168.2	168.4	22	999	3.708
168.4	168.6	20	999	3.644
168.6	168.8	31	999	4.590
168.8	169	19	999	3.612
169	169.2	25	999	3.805
169.2	169.4	58	999	5.316
169.4	169.6	17	999	3.547
169.6	169.8	19	999	3.612
169.8	170	77	47	5.827
170	170.2	32	46	4.617
170.2	170.4	43	53	4.913
170.4	170.6	26	62	3.837
170.6	170.8	21	67	3.676
170.8	171	21	66	3.676
171	171.2	19	61	3.612
171.2	171.4	91	30	6.204
171.4	171.6	190	8	8.867
171.6	171.8	68	42	5.585
171.8	172	31	71	4.590
172	172.2	22	67	3.708
172.2	172.4	31	36	4.590
172.4	172.6	22	55	3.708
172.6	172.8	23	69	3.740
172.8	173	17	70	3.547
173	173.2	25	70	3.805
173.2	173.4	36	40	4.724
173.4	173.6	23	52	3.740
173.6	173.8	20	75	3.644
173.8	174	16	83	3.515
174	174.2	13	86	3.418
174.2	174.4	35	43	4.698
174.4	174.6	27	56	4.482

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL					
08/05/2009					
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI	
175.6	175.8	17	75	3.547	
175.8	176	25	76	3.805	
176	176.2	24	73	3.773	
176.2	176.4	25	75	3.805	
176.4	176.6	36	39	4.724	
176.6	176.8	29	63	4.536	
176.8	177	26	77	3.837	
177	177.2	64	35	5.478	
177.2	177.4	33	44	4.644	
177.4	177.6	58	33	5.316	
177.6	177.8	16	65	3.515	
177.8	178	21	76	3.676	
178	178.2	19	80	3.612	
178.2	178.4	25	83	3.805	
178.4	178.6	20	84	3.644	
178.6	178.8	22	84	3.708	
178.8	179	17	86	3.547	
179	179.2	16	86	3.515	
179.2	179.4	18	87	3.579	
179.4	179.6	12	85	3.386	
179.6	179.8	16	87	3.515	
179.8	180	16	88	3.515	
180	180.2	20	85	3.644	
180.2	180.4	17	86	3.547	
180.4	180.6	27	84	4.482	
180.6	180.8	24	76	3.773	
180.8	181	29	67	4.536	
181	181.2	67	42	5.558	
181.2	181.4	49	28	5.074	
181.4	181.6	31	40	4.590	
181.6	181.8	24	67	3.773	
181.8	182	24	71	3.773	
182	182.2	24	71	3.773	
182.2	182.4	22	76	3.708	
182.4	182.6	21	77	3.676	
182.6	182.8	15	82	3.483	
182.8	183	22	82	3.708	
183	183.2	47	34	5.020	
183.2	183.4	19	55	3.612	

SENS THILOGNE-BAKEL

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
184.4	184.6	16	74	3.515
184.6	184.8	16	77	3.515
184.8	185	24	78	3.773
185	185.2	20	79	3.644
185.2	185.4	17	83	3.547
185.4	185.6	39	78	4.805
185.6	185.8	77	33	5.827
185.8	186	26	61	3.837
186	186.2	24	72	3.773
186.2	186.4	18	71	3.579
186.4	186.6	77	35	5.827
186.6	186.8	47	42	5.020
186.8	187	26	67	3.837
187	187.2	37	67	4.751
187.2	187.4	26	66	3.837
187.4	187.6	23	71	3.740
187.6	187.8	14	69	3.451
187.8	188	22	75	3.708
188	188.2	30	73	4.563
188.2	188.4	38	57	4.778
188.4	188.6	61	35	5.397
188.6	188.8	21	73	3.676
188.8	189	19	82	3.612
189	189.2	17	69	3.547
189.2	189.4	79	35	5.881
189.4	189.6	23	68	3.740
189.6	189.8	40	38	4.832
189.8	190	28	58	4.509
190	190.2	24	77	3.773
190.2	190.4	16	85	3.515
190.4	190.6	23	84	3.740
190.6	190.8	19	79	3.612
190.8	191	19	76	3.612
191	191.2	23	52	3.740
191.2	191.4	17	72	3.547
191.4	191.6	21	83	3.676
191.6	191.8	20	82	3.644
191.8	192	9	79	3.290
192	192.2	18	79	3.579

SENS THILOGNE-BAKEL				
08/05/2009				
PRD	PRF	Bump	Vitesse	IRI
193.2	193.4	15	79	3.483
193.4	193.6	23	85	3.740
193.6	193.8	20	73	3.644
193.8	194	24	77	3.773
194	194.2	31	71	4.590
194.2	194.4	16	74	3.515
194.4	194.6	15	78	3.483
194.6	194.8	14	78	3.451
194.8	195	18	75	3.579
195	195.2	14	77	3.451
195.2	195.4	12	72	3.386
195.4	195.6	12	71	3.386
195.6	195.8	12	72	3.386
195.8	196	17	71	3.547
196	196.2	15	64	3.483
196.2	196.4	13	59	3.418
196.4	196.6	21	31	3.676
196.6	196.8	15	60	3.483
196.8	197	14	67	3.451
197	197.2	10	69	3.322
197.2	197.4	13	56	3.418
197.4	197.6	13	59	3.418
197.6	197.8	8	53	3.257
197.8	198	21	38	3.676
198	198.2	28	44	4.509
198.2	201.799	27	36	4.482

POLYCONSULT Ingénierie

Div. Inventaires routier

Moustapha Bâ

ANNEXE 2 :

**Planches photographiques des dégradations
selon la gravité d'après VIZIR**

ORNIÉRAGE



Gravité 1

Photo 1
La flèche est inférieure à 2 cm sous
une règle de 1,50 m.

Gravité 2

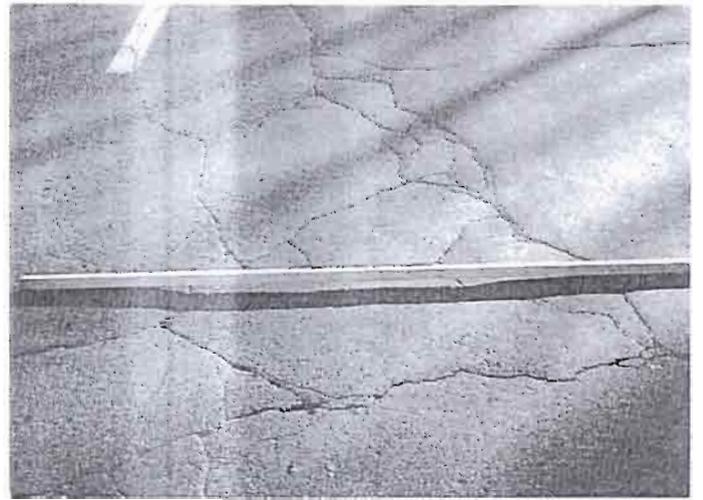


Photo 2
La flèche est inférieure à 4 cm.



Gravité 3

Photo 3
La flèche est supérieure à 5 cm.

DÉFORMATION

Gravité 1



Photo 4
Affaissement localisé matérialisé par
l'eau qui stagne.

Gravité 3



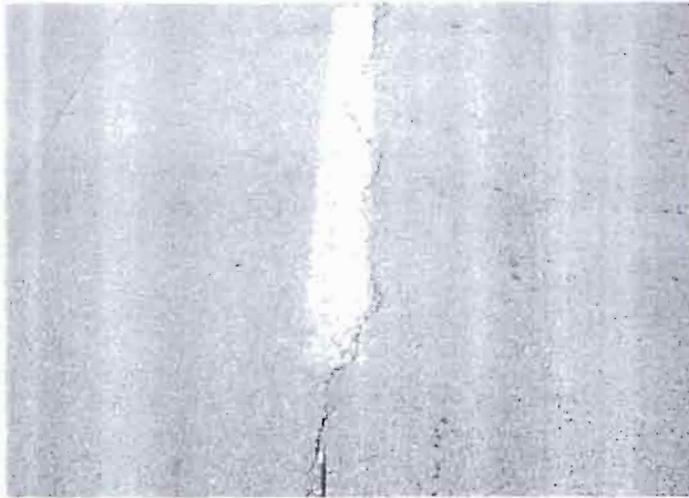
Photo 5
Bourrelet au centre de la chaussée
d'épaisseur supérieure à
10 cm mais localisé.

Gravité 3



Photo 6
Affaissement régnant sur une grande
longueur de chaussée avec des pro-
fondeurs supérieures à 8 cm.

FISSURATION



Gravité 1

Photo 7
Fissure longitudinale fine et unique.

Gravité 2

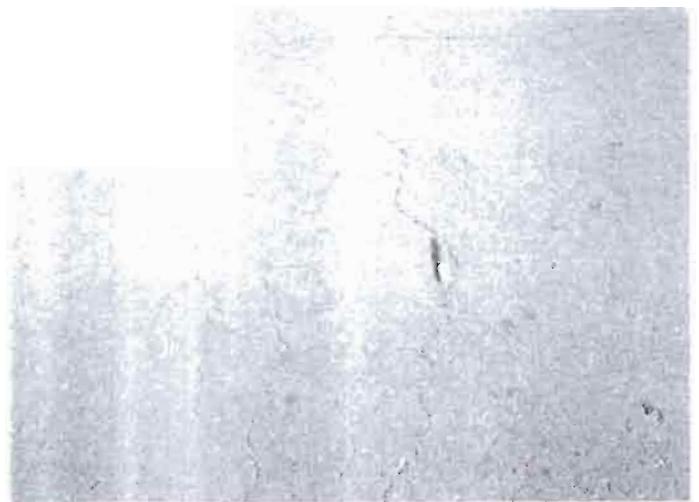


Photo 8
Fissure longitudinale ramifiée



Gravité 3

Photo 9
Fissure longitudinale très ramifiée annonçant un début de faïençage.

Gravité 1



Photo 10
Fissures longitudinales.

Gravité 2

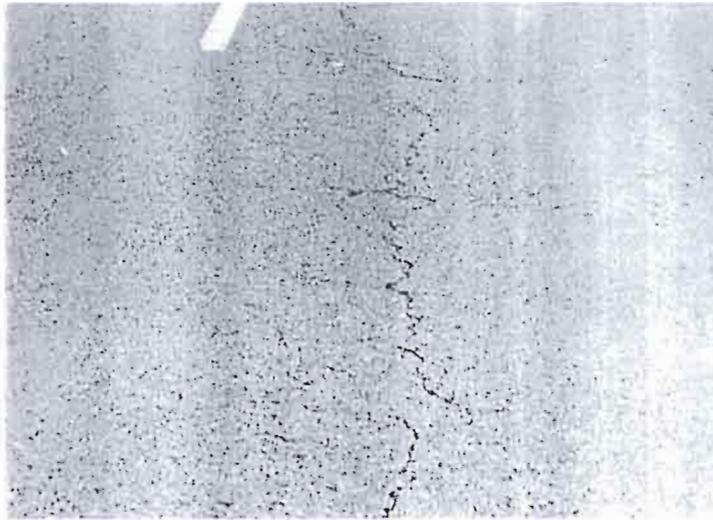


Photo 11
Fissure longitudinale
franchement ouverte.

Gravité 2



Photo 12
Fissure longitudinale ramifiée
et très ouverte.

FAÏENCAGE



Gravité 1

Photo 13
Faïencage fin à mailles larges
sans arrachements.

Gravité 2

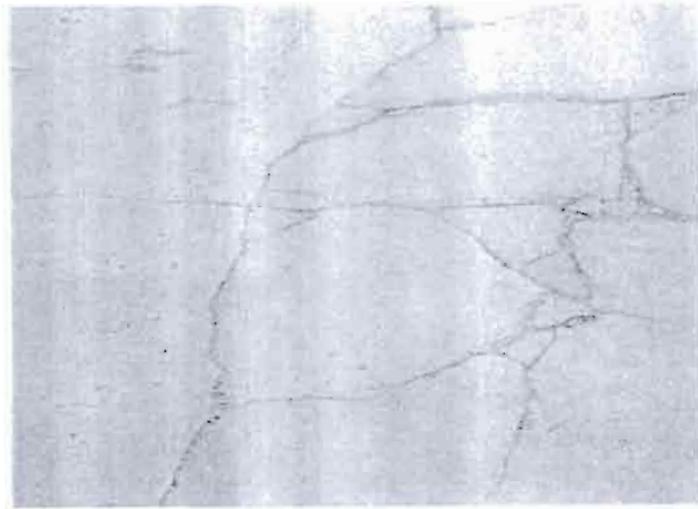


Photo 14
Faïencage à mailles moyennes.
pas de déformation.



Gravité 3

Photo 15
Faïencage généralisé, découpage
de la chaussée en pavés
de petites dimensions.

FAÏENÇAGE

Gravité 1

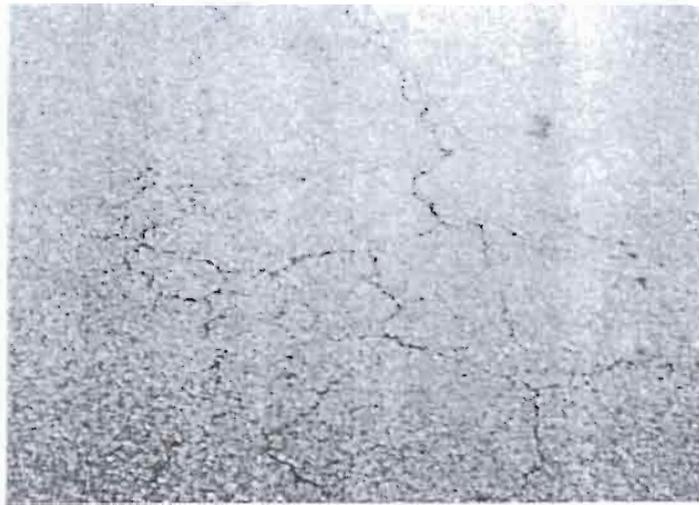
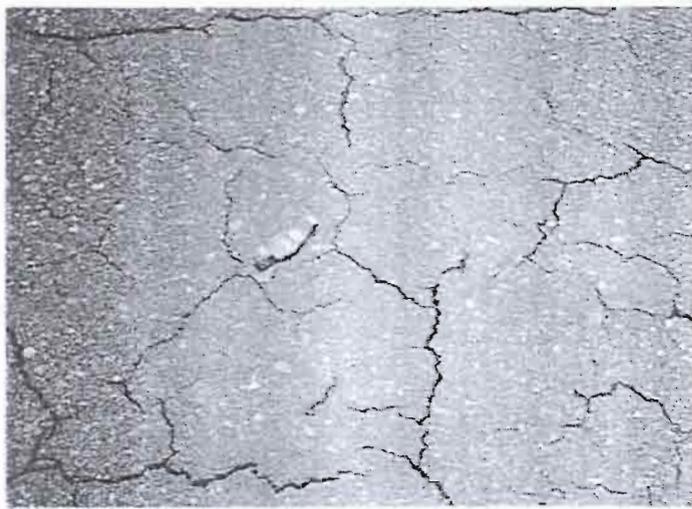


Photo 16
Faïencage fin à mailles larges



Gravité 2

Photo 17
Faïencage à mailles moyennes
Fissures franchement ouvertes

Gravité 3



Photo 18
Faïencage généralisé à mailles serrées. Départs de matériaux

RÉPARATION



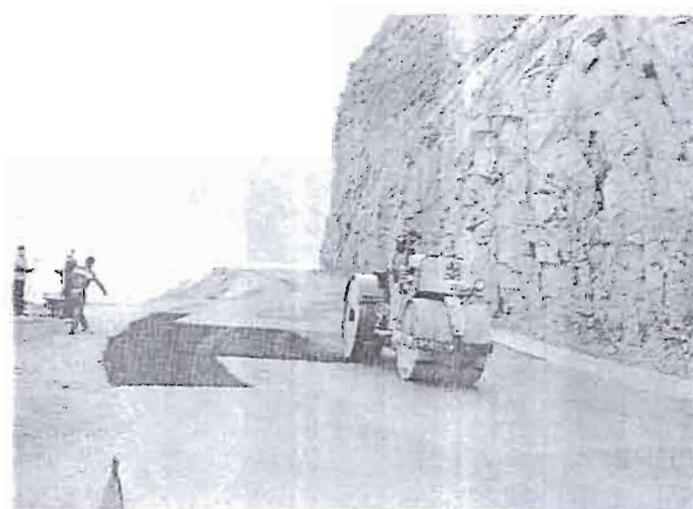
Gravité 1

Photo 19
Réparation du joint longitudinal
(défaut de type B).

Gravité 2



Photo 20
Réparation du corps de chaussée
(défaut de type A).
Tenue satisfaisante.



Gravité 2

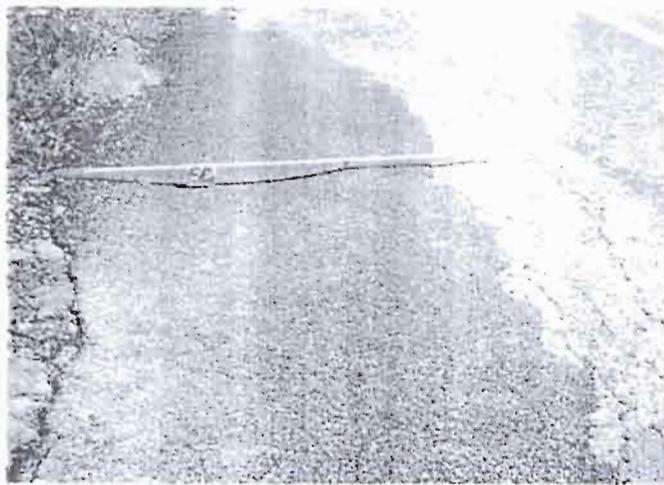
Photo 21
Réparation en cours bien exécutée.
Existence de réparations plus
anciennes à côté, mais en bon état.

RÉPARATION

Gravité 1



Photo 22
Réparation de la couche
de roulement. « Point à temps »
(défaut de type B)



Gravité 3

Photos 23-24
Défauts structurels de la chaussée
après réparations.

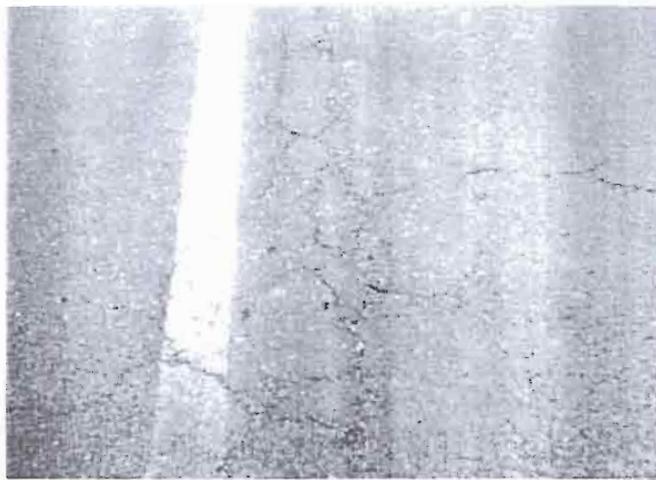


FISSURATION DU JOINT LONGITUDINAL

Gravité 1



Photo 25
Fissure d'axe fine,
unique et rectiligne



Gravité 2

Photo 26
Fissure d'axe ramifiée,
sans arrachements

Gravité 3



Photo 27
Fissure d'axe large et ramifiée
avec arrachements.

NIDS-DE-POULE



Gravité 1

Photo 28
Petits nids-de-poule, peu nombreux.

Gravité 2



Photo 29
Nids-de-poule de faible profondeur
et de faible surface mais
en nombre important.



Gravité 3

Photo 30
Nids-de-poule en formation sur
faïençage, reprise du corps de
chaussée ou renforcement nécessaire.

MOUVEMENT DE MATÉRIAU



Gravité 1

Photo 31
Arrachements ponctuels sur
faïence.

Gravité 1

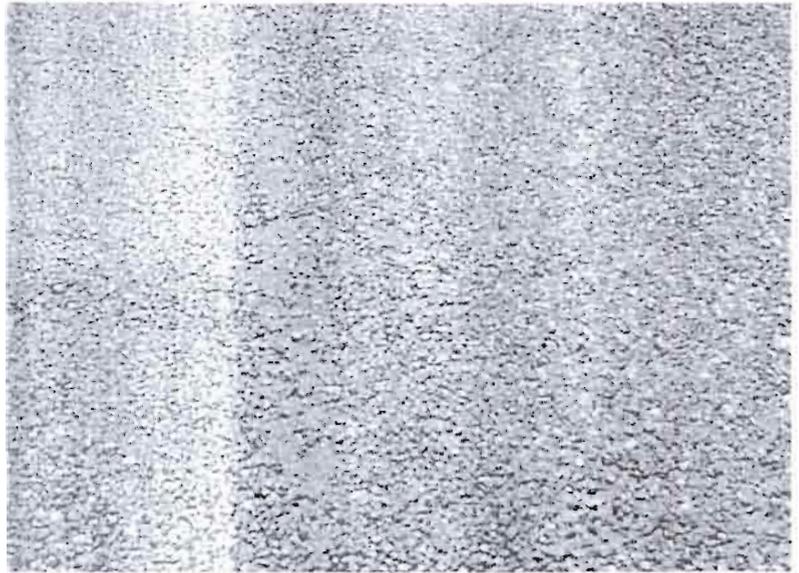


Photo 32
Arrachement discontinu
type plumage.



Gravité 2

Photo 33
Arrachement continu sans
apparition de la couche de base.

FISSURE DE RETRAIT

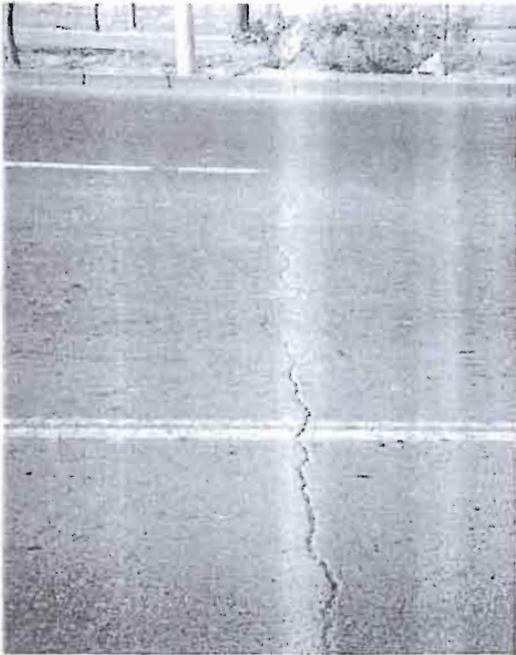


Photo 37
Fissure transversale nette et rectiligne dans un enrobé. Fissure de retrait thermique.
Gravité 1



Photo 38
Scandage. La coupe de chaussée montre sans équivoque que la fissure est limitée à l'enrobé.



Photo 39
Fissures longitudinale et transversale de retrait d'argile dues au mouvement d'eau entre



Photo 40
Le scandage montre sans équivoque que la fissure est localisée dans la couche

ACCOTEMENT



Gravité 1

Photo 41
*Dentelle de rive en formation.
La dégradation est peu marquée.*

Gravité 2



Photo 42
Dentelle de rive continue et marquée



Gravité 3

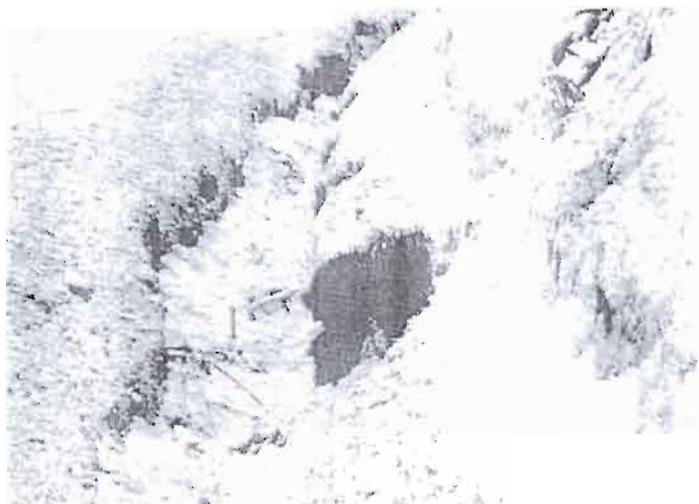
Photo 43
Dégradation de la chaussée.

ACCOTEMENT

Gravité 2



Photo 44
Forte dénivellée entre la chaussée et
l'accotement (inférieure ou égale à
10 cm).



Gravité 1

Photo 45
Érosion du fossé.

Gravité 3



Photo 46
Destruction par affouillement de l'ac-
cotement. L'érosion atteint le bord de
la chaussée