

# **LA RÉHABILITATION D'UNE ROUTE NATIONALE BASÉE SUR UN SYSTÈME DE GARANTIE DE BONNE EXÉCUTION DU PRODUIT**

D R Rossmann  
South African National Roads Agency Limited, Pietermaritzburg, Afrique du Sud  
rossmann@nra.co.za

R M Dunbar  
BCP Engineers, Pietermaritzburg, Afrique du Sud  
robbied@bcp.co.za

V K Ori  
V J Ori & Associates, Tongaat, Afrique du Sud  
vijori@iafrica.com

G P Rutland  
Murray & Roberts Civils (Pty) Ltd, Afrique du Sud  
grutland@mweb.co.za

G Swart  
BCP Engineers, Durban, Afrique du Sud  
garys@bcpdbn.co.za

## **RÉSUMÉ**

La vision actuelle de l'Agence des routes nationales sud-africaines SA (South African National Roads Agency Limited) (SANRAL) est d'encourager une technologie innovatrice et des solutions appropriées dans le cadre d'un approvisionnement aussi transparent que possible. Un marché donné de réhabilitation de routes a été considéré comme étant un projet idéal pour mettre à exécution cette stratégie innovatrice de réhabilitation basée sur un système de garantie. Quand les appels d'offres ont été lancés, les entrepreneurs ont été pourvus d'une information détaillant les travaux de pré-traitement considérés nécessaires pour les réparations structurelles à la base et au revêtement bitumineux existants. Les entrepreneurs avaient cependant l'option d'indiquer leurs propres pré-traitement et méthodologie pour ces réparations. L'intégrité de ces réparations devait être surveillée sur la base de paramètres fonctionnels minimums prédéfinis évalués visuellement et au moyen d'instruments, intégrité qui doit être assurée après des périodes de deux, quatre et six ans. Pour assurer que SANRAL est couverte en cas de non-conformité durant ces périodes, un système de réduction des garanties bancaires a été prescrit comme partie intégrante du marché.

## **MOTS CLÉS**

PPGS, GARANTIES, INNOVATION, REVÊTEMENTS BITUMINEUX ULTRA-MINCES, RÉHABILITATION DES ROUTES.

### **1. INTRODUCTION**

Le scénario actuel de réhabilitation de la chaussée des routes en Afrique du Sud implique l'évaluation habituelle de la chaussée et les recommandations de réparation. Les réparations peuvent varier d'une reconstruction majeure de la chaussée à des

recouvrements de surface. Comme telle, l'amélioration de la chaussée est fixée, les appels d'offres sont lancés, basés sur une liste fixe de quantités avec des recettes de mélange et des propriétés prescrites.

Bien que ce processus fonctionne bien, il ne se prête pas facilement à l'innovation, ni à l'usage de produits brevetés qui dans les circonstances normales ne peuvent pas être spécifiés. À cet égard, l'usage de revêtements ultra-minces défini par Corté (Corté, 2002) comme étant dans la gamme d'épaisseur de 10 à 20 mm est nouveau pour l'Afrique du Sud et, à ce jour, il n'existe pas de spécifications génériques pour ces types de couches. La sélection de ces couches est donc difficile quand on considère que ce sont des produits brevetés, ce qui rend difficile l'approvisionnement sur une base d'appels d'offres ouverts.

Avec cet arrière-plan et le besoin de tenir compte de l'innovation et de l'introduction de "marques déposées", il a été décidé que l'appel d'offres serait lancé en employant un logiciel d'utilisateur final employant un système de spécification des propriétés. Avant d'aller de l'avant avec cette décision, nous avons interviewé des entrepreneurs expérimentés dans la construction de revêtements bitumineux afin d'évaluer leurs opinions sur l'applicabilité d'entreprendre le travail sur la base d'un Système de garantie de bonne exécution du projet (SGBEP).<sup>1</sup> Un SGBEP est défini par Verhaeghe (Verhaeghe et autres, 1999) comme un système qui comporte la gestion formelle des garanties de la bonne exécution du produit, y compris la gestion contractuelle, institutionnelle et de partage des risques pour l'industrie de la construction routière, où:

- le produit est le résultat d'une activité ou d'un processus, soit tangible soit intangible,
- la bonne exécution comprend les exigences et les services convenus pendant la période désirée et
- la garantie est définie comme la promesse ou la garantie de bonne exécution du produit.

## 2. LE PROJET

La route concernée consiste de 8,4 km de la route existante à quatre voies de la Route nationale 3, Section 1 à très forte circulation de Candella Road à Pinetown, près de Durban, qui fait partie de la principale liaison artérielle reliant Durban à Johannesburg. Elle a été ouverte à la circulation en 1974 avec la conception de chaussée suivante:

40 mm	Revêtement bitumineux calibré avec graviers pré-enrobés
125 mm	Base bitumineuse continuellement calibrée
150 mm	Sous-couche supérieure cimentée à gravier naturel
150 mm	Sous-couche inférieure cimentée à gravier naturel
100 mm	Couche de fondation à gravier naturel sélectionné

Un revêtement bitumineux calibré de 40 mm a été ajouté en 1985. Depuis lors, aucune réparation majeure à la chaussée n'a été faite, à part des travaux routiniers de réparation sous la forme de bouchage et de réparation de fissures.

Au moment de l'ouverture, le volume de la circulation quotidienne était aux alentours de 30.000 véhicules par jour (dans les deux sens) dont les véhicules poids lourds

---

<sup>1</sup> Note du Traducteur: Traduction littérale de l'expression anglaise: Project Performance Guarantee System (PPGS).

représentaient environ 7%. De 1974 à 2000, la circulation passée a été calculée comme étant de l'ordre de  $26 \times 10^6$  E80.<sup>2</sup> La circulation équivalente cumulative pour une période de conception de 15 ans, supposant une croissance de 4%, à partir de janvier 2000 est rapportée dans le Tableau 1 pour chaque file.

Tableau 1- E80 cumulatifs pour chaque voie

Longueur (km)	Vers le Nord					Longueur (km)	Vers le Sud		
	E80/Voie x 10 <sup>6</sup>						E80/Voie x 10 <sup>6</sup>		
	8	7	6	5	4		3	2	1
9,0 - 10,6	0,87	8,71	30,97						
10,6 - 11,5	0,87	2,90	10,16	11,61	15,48	9,0 - 17,4	1,98	9,8	34,84
11,5 - 13,8	0,87	5,81	12,19	23,22					
13,8 - 17,4	0,87	8,21	30,97						

La circulation sur voies "rapides" est représentée par les voies 3, 7, et 8.

La dégradation de la chaussée en 2000 se présentait principalement sous la forme d'ornières et de fissures, avec la longueur totale des ornières sur les deux chaussées étant enregistrée comme suit:

5 - 10 mm	de profondeur d'ornière	-	8.280 m
11 - 20 mm	de profondeur d'ornière	-	9.700 m
>20 mm	de profondeur d'ornière	-	3275 m

La longueur totale des fissures de 3 mm de large ou plus a été mesurée à 25.466 m.

### 3. ENQUÊTE CONCERNANT LA CHAUSSÉE

SANRAL a nommé des ingénieurs conseils pour mener l'enquête habituelle et concevoir un projet d'entretien.

L'enquête impliquait une analyse de la circulation, une inspection visuelle détaillée (exécutée aux termes d'un contrat spécial avec fermetures de voies dues à des volumes élevés de circulation); l'excavation de "fosses d'essai" impliquant la prise de carottes bitumineuses et l'échantillonnage de matériaux provenant des couches de la chaussée pour des analyses et essais de laboratoire. Les résultats obtenus de cette enquête, associés à des mesures de déflexion exécutées sur les voies "rapides" et "lentes" ont été utilisés pour estimer la durée de vie restante de la chaussée.

L'enquête a révélé que la chaussée était encore utilisable, d'un point de vue structurel, pendant 15 autres années pourvu que des réparations soient faites. Ces réparations ont été limitées aux couches bitumineuses pour rectifier de sévères ornières et fissures qui s'étaient développées dans les voies "lentes" et dans les voies "moyennes" et "rapides" respectivement. Bien que les fissures transversales et longitudinales enregistrées dans les voies "moyennes" et "rapides" se catégorisaient comme sévères (>3 mm de largeur), elles n'apparaissaient pas avoir d'influence majeure sur la robustesse de la chaussée. Il y a avait aussi des secteurs où les manques dans les couches bitumineuses étaient bas (<

<sup>2</sup> E80 ou E80's = Système de comptage de véhicules.

2%) lesquels ont nécessité des opérations de découpage et de remplacement. Aucune réparation ne s'est étendue aux sous-couches.

À l'achèvement des réparations des couches bitumineuses plus profondes, des mesures de nouveau revêtement ont été nécessaires pour rétablir les propriétés fonctionnelles. Dû aux volumes importants de circulation et de charge, une étanchéité normale de surface par dressage/graviers n'était pas appropriée en tant que surface d'usure, cela étant dû à des ornières ou à des enfoncements qui pourraient se produire dans les voies "lentes" et à cause des effets du bruit provenant des voies "rapides" dans un environnement urbain.

En résumé, les recommandations de l'ingénieur-conseil pour le rétablissement étaient d'éliminer les endroits où les ornières s'étaient produites en rebouchant ces zones avec une base bitumineuse, en rebouchant les fissures là où cela était nécessaire à d'autres endroits, cela suivi par un revêtement bitumineux continuellement calibré à 35 mm. Il a été également recommandé que, la nuit de 19:30 à 06:00 le lendemain matin, des activités de construction prennent place en vue de minimiser la perturbation de la circulation et pour des raisons de sécurité.

#### 4. EXIGENCES DE L'APPEL D'OFFRES

##### 4.1. Général

Des appels ont été lancés sur la base d'un SGBEP mais, pour fournir des données d'évaluation, un point de référence pour l'estimation des appels d'offres, basé sur les recommandations de l'ingénieur-conseil détaillées ci-dessus, a été créé. Les recommandations tenaient compte d'une période de vie de la conception structurelle de 15 ans une fois les réparations d'entretien achevées.

La durée totale du SGBEP était de six ans commençant à la date officielle d'achèvement du marché. Ceci couvrait les travaux qui avaient trait aux réparations de la base et du revêtement et à la condition fonctionnelle du revêtement aux termes d'une Garantie de bonne exécution du produit, y compris la méthodologie de réparation, les genres de désintégration, les mesures sur le terrain, les critères d'acceptation, les travaux de réparations et les détails de paiement liés à la Garantie de bonne exécution du produit. Les désintégrations de surface clairement attribuables aux conditions des sous-couches n'étaient pas la responsabilité de l'entrepreneur.

##### 4.2. Méthodologie de réparation

La méthodologie générale de réparation, concernant les travaux de réparation à entreprendre pour les divers problèmes de désintégration qui se produisent dans les couches de revêtement et de chaussée, est détaillée au Tableau 2.

Tableau 2 - Méthodologie de réparation

Types de désintégration	Traitement des défauts
Fissures longitudinales et transversales $\geq 3$ mm	Bouchage des fissures
Fissures en dents de scie (couche de base encore intacte et déformation $< 6$ mm)	Découpage et remplacement
Défaut structurel (fissuré et déformé ou des ornières dues à un défaut de la base)	Découpage et remplacement
Ornières $\geq 6$ mm (fissures en dents de scie et déformation des couches de revêtement)	Découpage et remplacement

Types de désintégration	Traitement des défauts
Ornières < 6 mm	Recouvrement
Surface grossièrement texturée	Pas de pré-traitement requis
Fissures longitudinales et transversales < 3 mm	Pas de pré-traitement requis

Il incombait à l'entrepreneur de faire sa propre estimation de l'étendue et de la méthode des réparations et de baser son offre en conséquence, dont l'étendue pouvait considérablement différer de celle de l'ingénieur-conseil. Au stade de l'évaluation des appels d'offres, ceux-ci pouvaient être comparés au point de référence.

#### 4.3. Évaluations de la bonne exécution fonctionnelle

Les évaluations de la bonne exécution fonctionnelle vont être faites immédiatement après achèvement et dans les années 2, 4 et 6. Les paramètres devant être estimés sont répertoriés au Tableau 3 pour des paramètres estimés à la fois visuellement et de manière instrumentale.

Tableau 3 - Paramètres de bonne exécution fonctionnelle

Paramètres estimés visuellement	Paramètres estimés de manière Instrumentale
1. Déformation (Poussée)	1. Inégalités (Qualité de stabilité)
2. Défaut de surface	2. Friction de surface (Résistance au dérapage)
3. Fissure de surface	3. Profondeur des ornières
4. Détérioration de la surface (Perte d'agrégat)	4. Macrotecture de surface
5. Saignée	

#### 4.4. Paramètres visuellement estimés

L'estimation visuelle du revêtement de la chaussée durant la période de garantie sera effectuée par un Comité d'estimation visuelle comprenant des représentants de SANRAL, de l'entrepreneur et de l'ingénieur-conseil comme suit:

- Employeur: 2 représentants
- Entrepreneur: 2 représentants
- Ingénieur-conseil ou assesseur extérieur proprement qualifié: 2 représentants

Les critères d'acceptation sont répertoriés au Tableau 4.

Tableau 4 - Critères de détérioration estimée visuellement

Type de Détérioration	Durée <sup>1</sup> (Années)	Maximum admissible	
		Degré <sup>2</sup>	VIC <sup>3</sup>
Déformation (poussée) du revêtement bitumineux	2	2	0,0
	4	3	0,2
	6	3	0,6
Défaut de surface	2	2	0,1
	4	3	0,2
	6	3	0,6
Fissure de surface	2	2	3,0
	4	3	8,0
	6	3	15,0
Détérioration de surface	2	2	3,0

Type de Détérioration	Durée <sup>1</sup> (Années)	Maximum admissible	
		Degré <sup>2</sup>	VIC <sup>3</sup>
	4	3	8,0
	6	3	15,0
	2	2	3,0
Saignée	4	3	8,0
	6	3	15,0

Notes:

1.../ Durée en années après la délivrance du Certificat d'achèvement.

2.../ Le degré d'un paramètre estimé visuellement comme il est spécifié dans TMH 9 (1992) "Système de gestion des chaussées: Manuel d'évaluation visuelle standard pour les chaussées «flexibles»" ("Pavement Management System: Standard Visual Assessment Manual for Flexible Pavements"), publié par le Comité des représentants officiels des transports terrestres (Committee of Land Transport Officials) (COLTO).

3.../ Valeur de l'index combiné (VIC) par kilomètre de voie ou d'accotement.

La Valeur de l'index combiné (VIC) pour chaque paramètre évalué visuellement sera traitée comme suit:

$$\text{Valeur de l'index combiné (VIC)} = \sum_{\text{Degré}=1}^5 \text{Degré} \times \frac{(\text{Longueur}_{\text{Degré}})}{10}$$

#### 4.5. Paramètres estimés de manière instrumentale

##### 4.5.1. Inégalité

L'inégalité de la route est définie comme les déviations d'une chaussée de route par rapport à une véritable surface plane, déviations qui affectent la dynamique et la stabilité des véhicules. Les critères d'acceptation sont présentés au Tableau 5.

Tableau 5 - Critères d'acceptation de l'inégalité

Durée <sup>1</sup> (Années)	Valeur limite (Moyenne 100 m IRI) <sup>2</sup>	Maximum (%) d'un segment d'un (1) km avec inégalités Pire que la valeur limite
2	1,60	20%
	1,90	5%
	2,30	0%
4	1,90	20%
	2,10	5%
	2,60	0%
6	2,10	20%
	2,40	5%
	3,10	0%

Notes:

1.../ Durée en années après la délivrance du Certificat d'achèvement

2.../ Moyenne 100 m IRI =  $\frac{(100 \text{ m IRI}_{\text{Chemin suivi par la roue gauche}} + 100 \text{ m IRI}_{\text{Chemin suivi par la roue droite}})}{2}$ <sup>3</sup>

2

<sup>3</sup> IRI = International Roughness Index = Index international d'inégalité.

#### 4.5.2. Friction de surface

La friction de surface est définie comme le rapport de la force à la charge verticale sur la roue d'une Machine d'étude du coefficient de l'effort transversal (SCRIM) (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine), ou équivalente, approuvée, dans des conditions de revêtement mouillé. Ce rapport est appelé le Coefficient de friction de l'effort transversal (CET), (Sideway-Force Coefficient of Friction, (SFC). L'unité de mesure est CET<sub>50</sub> (SFC<sub>50</sub>), ce qui est la valeur à 50 km/h et à 20°C.

En ce qui concerne ce marché, les limites de CET<sub>50</sub> (SFC<sub>50</sub>) applicables étaient de 0,35 pour la chaussée principale et 0,4 là où les bretelles d'entrée et de sortie se raccordent à la chaussée principale. Si les valeurs de CET<sub>50</sub> (SFC<sub>50</sub>) à n'importe quel emplacement particulier tombent en dessous de ces limites, d'autres enquêtes doivent être menées pour établir la probabilité de situations dangereuses associées qui exigent une action réparatrice.

#### 4.5.3. Profondeur des ornières

La profondeur d'une ornière est définie comme la distance verticale maximum (mm) dans le chemin de la roue mesurée entre la surface de la route et le bord inférieur d'une règle droite de deux mètres de long placée en travers du chemin de la roue. Les critères d'acceptation sont détaillés au Tableau 6.

Tableau 6 - Critères d'acceptation de la profondeur des ornières

Durée (Années)	Valeur limite (profondeur moyenne d'une ornière de 10 m (mm))	Maximum (%) pour un segment d'un (1) km avec valeur de la profondeur moyenne d'une ornière de 10 m pire que la valeur limite
2	3,0	20%
	4,0	5%
	6,0	0%
4	5,0	20%
	6,0	5%
	10,0	0%
6	8,0	20%
	10,0	5%
	15,0	0%

#### 4.5.4. Macro-texture de surface

La macro-texture de surface est la déviation d'une surface de chaussée par rapport à une véritable surface plane avec les dimensions caractéristiques le long de la surface de 0,5 à 50 mm. Les critères d'acceptation sont donnés au Tableau 7.

Tableau 7 - Critères d'acceptation de macro-texture de surface

Durée (Années)	Valeur limite (Profondeur du profil moyen (mm))	Maximum (%) pour un segment d'un (1) km avec une valeur de macro-texture de surface pire que la valeur limite
2	1,0	20%
	0,7	5%
	0,5	0%

Durée (Années)	Valeur limite (Profondeur du profil moyen (mm))	Maximum (%) pour un segment d'un (1) km avec une valeur de macro-texture de surface pire que la valeur limite
4	0,8	20%
	0,6	5%
	0,4	0%
6	0,6	20%
	0,5	5%
	0,3	0%

#### 4.6. Évaluation et acceptation finale

L'entrepreneur devait fournir une garantie aux termes du Système de garantie de bonne exécution du produit.

Cette garantie n'est pas destinée à couvrir le coût complet des travaux de réparation, mais elle est plutôt destinée à être d'un ordre acceptable pour des réparations fonctionnelles dont l'entrepreneur peut s'occuper, tenant compte du fait que l'entrepreneur a aussi d'autres travaux qui exigent que des garanties soient fournies. L'ordre d'importance de la garantie a été déterminé selon l'étendue des zones à haut risque, telles les voies "lentes" et les pentes raides, avec attention particulière accordée aux ornières.

L'entrepreneur est aussi tenu de travailler avec des partenaires professionnels qui exécutent ses audits de qualité aussi que des évaluations des travaux de réparation requis dans le cas de non-conformité et qui proposent des conceptions pour les travaux de pré-traitement requis durant le marché.

Une évaluation a été effectuée à la fin de l'achèvement des travaux, au quel moment tous les défauts ont été réparés. D'autres évaluations seront effectuées à la fin des années 2, 4, et 6 et quand tous les paramètres satisferont à tous les critères d'acceptation, soit initialement soit lors d'une réparation, la somme soumise pour la garantie sera remboursée en trois versements échelonnés:

- 50% de la somme forfaitaire seront remboursés à la fin de l'année 2 plus la libération d'un tiers de la garantie;
- 30% de la somme forfaitaire seront remboursés à la fin de l'année 4 plus la libération d'un tiers de la garantie;
- 20% de la somme forfaitaire seront remboursés à la fin de l'année 6 plus la libération d'un tiers de la garantie.

#### 5. ÉVALUATION DE L'OFFRE

Des huit documents de soumission établis, quatre offres ont été soumises sur la base d'un SGBEP. Deux entrepreneurs ont soumis trois offres sur une base non-SGBEP, dont une était exactement basée sur les exigences de conception recommandées et de quantités de référence définies et les autres qui respectaient très étroitement la référence. Ceci a donné une très bonne indication de la prime à payer pour l'adoption de l'approche SGBEP.

D'intérêt particulier était la conformité de chaque offre SGBEP à la référence. Pour assurer une évaluation prudente, les travaux de pré-traitement proposés par chaque soumissionnaire ont été comparés aux propositions de conception pour avoir une idée des risques possibles auxquels SANRAL était structurellement exposée. Bien que la période

SGBEP était de six ans, la conception de référence était pour une durée de vie structurelle de quinze ans et plus élevée est la durée de vie résiduelle à la fin de six années, alors plus grand est le facteur confiance pour le comportement de la chaussée au cours des neuf années suivantes.

Les mesures de réparation et les couches de revêtement proposées dans les trois offres soumises les plus basses sont comparées avec les valeurs de référence et rapportées au Tableau 8.

Tableau 8 - Comparaison des Propositions de Réparations du revêtement bitumineux par l'entrepreneur (SGBEP)

Réparations du revêtement bitumineux. Découpage et remplacement (mm)	Référence	Offre N° 1	Offre N° 2	Offre N° 3
0 - 45	66600 m <sup>2</sup>	46400 m <sup>2</sup> (70%)	29960 m <sup>2</sup> (45%)	73260 m <sup>2</sup> (110%)
45 - 85	12300 m <sup>2</sup>	10800 m <sup>2</sup> (88%)	Néant	14880 m <sup>2</sup> (110%)
85 +	1200 m <sup>2</sup>	Néant	Néant	Néant
Revêtement	35 mm de revêtement bitumineux	18 m de Novachip	25 mm de SMA	35 mm de revêtement bitumineux

D'un point de vue structurel des réparations, l'Offre N° 3 était la plus acceptable mais n'était pas financièrement comparable.

Les travaux de réparation du revêtement bitumineux proposés dans l'Offre N° 2 étaient considérablement moindres que ceux de l'Offre N° 1 et ils ne sont pas considérés acceptables techniquement bien que l'utilisation d'un mastic pierreux pour la réparation du revêtement bitumineux aurait apporté la réduction de bruit nécessaire.

L'Offre N° 1 était proche de la référence. Cette soumission introduisait aussi le Novachip ultra-mince sur la base d'un SGBEP. C'est un produit breveté et il satisfait aux exigences d'innovation. Il a l'effet désiré de réduction du bruit.

Comme comparaison, des détails des trois offres alternatives sont rapportés au Tableau 9.

Tableau 9 - Comparaison des offres alternatives (non-SGBEP)

Réparations du revêtement bitumineux. Découpage et remplacement (mm)	Référence	Offre alternative N° 1	Offre alternative N° 2	Offre alternative N° 3
0 - 45	66600 m <sup>2</sup>	73260 m <sup>2</sup> (110%)	46400 m <sup>2</sup> (70%)	666000 m <sup>2</sup>
45 - 85	12300 m <sup>2</sup>	14880 m <sup>2</sup> (110%)	10800 m <sup>2</sup> (88%)	12300 m <sup>2</sup>
85 +	1200 m <sup>2</sup>	Néant	Néant	1200 m <sup>2</sup>

Revêtement	35 mm de revêtement bitumineux	35 mm de revêtement bitumineux	Novachip	35 mm de revêtement bitumineux
------------	--------------------------------	--------------------------------	----------	--------------------------------

L'Offre alternative N° 1 est la même que l'Offre N° 3, excepté que la garantie est réduite de 6 à 2 ans.

L'Offre alternative N° 2 est exactement la même que l'Offre N° 1, excepté qu'elle n'est pas basée sur un SGBEP.

L'Offre alternative N° 3 est basée sur les quantités de la méthodologie de réparation de la référence.

## 6. COÛT DU PROJET

Une comparaison du coût des trois offres fournit une lecture intéressante, car il n'y a pas de grande variation de valeur.

L'Offre N° 1 est de 2,83% en dessous du devis

L'Offre N° 2 est de 0,78% en dessous du devis

L'Offre N° 3 est de 3,06% au-dessus du devis et de 6,06% au-dessus de l'Offre N° 1.

L'Offre alternative N° 2, qui est exactement la même que l'Offre N° 1 excepté qu'elle n'est pas basée sur un SGBEP, est inférieure de 3,74% à l'Offre N° 1, indiquant que c'est la prime à payer pour suivre la voie du SGBEP.

Prenant en compte la durée de vie restante élevée de l'Offre N° 1 à la fin des 6 années, ceci est un petit prix à payer pour ne pas avoir à entretenir la route pendant cette période, avec la possibilité que les mesures d'entretien au cours des 9 années suivantes (en ligne avec la période originale de conception de 15 ans) ne seront pas plus importantes qu'il aurait été envisagé si les travaux avaient été entrepris selon les procédures normales d'appels d'offres.

Cependant, ces remarques ne seraient pas applicables si l'Offre N° 2 avait été acceptée, laquelle est davantage une offre de réparation fonctionnelle pour la période de garantie et peu susceptible de rehausser la vie de la chaussée existante au-delà de 6 ans, aboutissant peut-être bien à de considérables réparations au cours de la période restante de 9 ans.

## 7. EXÉCUTION ET SUPERVISION DU PROJET

Les coûts normaux de supervision sont de l'ordre de 9 à 13% de la valeur du marché, avec un laboratoire d'essais fourni sur le site pour un contrôle de qualité complet. Des exigences minimums de cette nature en personnel tiendraient compte d'un ingénieur résident expérimenté, un conducteur de travaux expérimenté et d'un technicien en matériaux expérimenté avec des aides de laboratoire.

Étant menée sur la base d'un SGBEP, la mise à l'essai des matériaux était la responsabilité de l'entrepreneur et, en conséquence, le laboratoire d'essais des matériaux et son personnel n'étaient pas requis. Des essais hors chantier étaient nécessaires à des fins d'audit et comme archives pour des différends futurs qui pourraient se présenter.

Un ingénieur résident expérimenté, provenant du personnel de l'ingénieur-conseil pour surveiller l'exécution du marché, assisté d'un technicien stagiaire employé à plein temps en fonction de la circulation, a été employé. Une grande partie du temps de l'ingénieur résident était passée à surveiller la qualité des travaux et la méthodologie des réparations conformément à la méthodologie de réparation proposée par l'entrepreneur.

Les honoraires de supervision de ce marché se sont montés à 5,77%.

Durant un contrat de cette nature, l'entrepreneur ne doit garantir ses travaux que durant la période de garantie et il peut faire varier ses travaux de réparation en cours de marché. Dans ce cas, nous avons un entrepreneur qui était philosophe et qui a augmenté la quantité de travaux proposée à l'origine de sa propre initiative et responsabilité.

Des Plans détaillés d'assurance de qualité ont été soumis par l'entrepreneur et par les fournisseurs de ce dernier (de revêtement bitumineux et d'émulsion adhésive modifiée). Le contrôle de qualité et les rapports sur les produits manufacturés étaient généralement d'une norme très élevée et il y a eu peu de non-conformités (mineures), bien que 15 tonnes de base bitumineuse nouvelle (le travail d'une équipe) et 100 tonnes de Novachip (le travail de deux équipes) ont été enlevées et remplacées à cause d'une teneur incorrecte en agent liant (agglomérant) causée par un problème mécanique non détecté aux installations de malaxage.

Toutes les opérations de revêtement ont été effectuées de nuit (à la lumière artificielle), dans des conditions de circulation dense, dans des zones à vitesse limitée (zones de construction limitées allant jusqu'à 3 km de longueur et couvrant 2 voies en largeur) et le mélange de revêtement à haute teneur en pierre et de faible épaisseur était assez susceptible aux basses températures. À l'achèvement des travaux, des inspections conjointes ont été effectuées (y compris, quelques fois, conduite d'un véhicule sur les travaux) et quelque 70 joints transversaux ont dû être réparés pour améliorer la tenue de route.

De plus, 3 sections ayant la largeur d'une voie (chacune jusqu'à 200 m de long) ont été enlevées et remplacées à cause "d'ondulations" causées par des détecteurs défectueux sur l'épandeur régleur dameur.

## 8. STATUT ACTUEL

Les marchés SGBEP sont encore dans une phase embryonnaire en Afrique du Sud, mais ils sont en train de gagner acceptation.

Il y a des zones floues qui devront encore être abordées.

La surcharge des poids lourds est un sérieux problème qui n'a pas été corrigé à l'échelle nationale par le contrôle de la surcharge et ceci pourrait avoir un effet sur la garantie de bonne exécution.

Avec l'introduction de couches de revêtement ultra-minces, il y a des doutes quant à l'obtention de valeurs de stabilité (tenue de route) acceptables et quant à leur effet possible sur l'intégrité structurelle de la chaussée à plus long terme. Quel sera l'avenir de ces couches à la fin de la période de garantie? Auront-elles une période de vie prolongée? Devront-elles être enlevées/nivelées? Peuvent-elles être recouvertes?

Dans le cadre de ce marché, l'entrepreneur a augmenté son engagement original. D'autre part, au cas où l'entrepreneur déciderait de réduire cet engagement, dans quelle mesure ceci devrait-il être toléré?

## 9. TENDANCES FUTURES

Le développement de l'usage du SGBEP continuera indubitablement à absoudre le client de tout risque indu de non-conformité ou de détérioration prématurée. En faisant ainsi, une attention devra être accordée à la sélection de la période de garantie la plus appropriée. Lors de ce marché, est-ce que la période de six ans était réaliste et proportionnée au type de réparations envisagées? Est-ce que des périodes plus longues devraient être choisies, plus proches de la période de conception structurelle, peut-être bien avec quelque inclusion d'entretien futur?

De préoccupation particulière est l'étendue des travaux de pré-traitement que l'entrepreneur peut exécuter. Est-ce qu'une offre, basée uniquement sur des exigences fonctionnelles, devrait être pénalisée parce que la durée de vie résiduelle de la chaussée à la fin de la période de garantie pourrait être proche de zéro? Devrait-on bien faire comprendre aux entrepreneurs, au stade de l'offre, qu'une offre d'un prix plus élevé peut être acceptée à la place d'une offre plus basse pour des motifs de vie structurelle rehaussée? Lors de ce marché, si l'Offre N° 2 l'avait emporté, les exigences d'entretien à la fin de la période de garantie auraient été beaucoup plus préoccupantes.

À l'échelle mondiale, les entrepreneurs sud-africains sont relativement petits. En conséquence, les garanties sont structurées en vue de les rendre aussi basses que possible, cependant adéquates pour minimiser le risque pour le client..

Une défaillance prématurée est toujours susceptible d'être un risque beaucoup plus dangereux dans le cas des voies "lentes". Ceci doit être pris en considération dans la sélection des types de surface.

## 10. CONCLUSION

Il y a toujours une ligne de démarcation là où le facteur risque pour l'entrepreneur est tel que la prime payée peut excéder les avantages d'adopter ce système de garantie. Prenant en compte les prix d'offres reçus pour ce marché, le coût de la prime a été beaucoup plus que compensé par le transfert de l'obligation de qualité à l'entrepreneur. De plus, un produit breveté a été incorporé avec succès et de manière transparente dans les travaux.

## RÉFÉRENCES

Corté, J.F. (2002) Tutorial T5. Technologie des couches minces. 9<sup>e</sup> Conférence Internationale sur les chaussées à revêtement bitumineux, Copenhague, juillet.

Verhaeghe B.M.J.A et autres (1999) Système de garantie de bonne exécution du produit depuis son début. 7<sup>e</sup> Conférence sur les chaussées à revêtement bitumineux pour l'Afrique australe, Victoria Falls, Zimbabwe, août-septembre 1999.