

# EVALUATION ET APPRECIATION DE L'EFFETS DE L'INCORPORATION DU FONDU DE DECHETS DE SACHETS PLASTIQUES SUR LA COUCHE DE SCELEMENT DE CHAUSSEE EN BETON BITIMUNEUX



EVALUATION AND ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF THE INCORPORATION OF WASTE MOLTEN FROM PLASTIC BAGS ON THE SEALING LAYER OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENT

| Ratsifaherandahy Flemond Dolin <sup>1\*</sup> | Mamiharijaona Ramaroson <sup>1</sup> | Rajaonah Rabevala <sup>1</sup> | Ramaroson Jean de Dieu <sup>2</sup> | et | Randriamalala Tiana Richard <sup>3</sup> |

<sup>1</sup>. Université d'Antsiranana | Ecole Supérieure Polytechnique | Laboratoire de Métallurgie et Chimie | B.P. : O, 201, Antsiranana | Madagascar |

<sup>2</sup>. Département Matériaux ET Génie Civil/ Cnrit | Madagascar |

<sup>3</sup>. Département de Recherche, Développement et Matériaux au LNTPB | Madagascar |

| Received August 25, 2022 |

| Accepted September 18, 2022 |

| Published September 20, 2022 |

| ID Article | Dolin-Ref4-ajiras220922 |

## RESUME

**Contexte :** La qualité apparente et structurelle d'une chaussée a une grande importance dans le choix de la politique d'entretiens à adopter pour le gestionnaire routier et contribue à la mobilisation de ressources humaines, matérielles et financières. La mesure de déflexion a conservé un rôle important dans les campagnes d'auscultation et de suivi des chaussées. Les valeurs de déflexion obtenus sont comparées à la différence des référentiels à une grande incidence sur le choix et la fiabilité des valeurs seuils de déflexion d1 et d2 proposées par le Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP) et le «Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, (LCPC)». **Objectif :** Détermination de l'état de la chaussée avec un revêtement couche de scellement avant et après la mise en circulation. **Méthode :** Sur les tronçons expérimentaux, au PK 14+450 jusqu'au PK 15+935 de la RN5a de longueur 1,485 km. Constater l'état physique de la chaussée et la mesure de déflexion. **Résultat :** Elle permet d'abord de confirmer quelques propositions attendues sur des chaussées correctement dimensionnées : la déflexion, plus importante en rive qu'en axe, dépend essentiellement du trafic et beaucoup moins du corps de chaussée. Par contre, elle montre que la déflexion décroît lentement avec le temps. **Conclusion :** Il a été constaté que l'utilisation de déchets plastiques dans la couche d'étanchéité est importante sur la capacité de charge de la chaussée.

**Mots-clés :** *déflexion, chaussée, dégradation, trafic, couche de scellement.*

## ABSTRACT

**Context:** The apparent and structural quality of a pavement is of great importance in the choice of the maintenance policy to be adopted by the road manager and contributes to the mobilization of human, material and financial resources. Deflection measurement has retained an important role in pavement monitoring and monitoring campaigns. The deflection values obtained are compared with the difference of the reference frames has a great impact on the choice and the reliability of the deflection threshold values d1 and d2 proposed by the Experimental Center for Building and Public Works (CEBTP)" and the "Central Laboratory of Bridges and Roads, (LCPC). **Objective:** Determination of the state of the roadway with a sealing layer coating before and after putting into circulation. **Method:** On the experimental sections, at PK 14+450 to PK 15+935 of the RN5a, 1.485 km long. Observe the physical condition of the pavement and the deflection measurement. **Result:** First of all, it confirms a number of proposals expected on correctly sized pavements: the deflection, which is greater at the edge than at the axis, depends essentially on the traffic and much less on the body of the pavement. On the other hand, it shows that the deflection decreases slowly with time. **Conclusion:** It was found that the use of plastic waste in the sealing layer is important on the bearing capacity of the pavement.

**Keywords:** *deflection, pavement, degradation, traffic, sealing layer.*

## 1. INTRODUCTION

La déflexion d'une chaussée traduit directement sa déformabilité [1]. Sur les chaussées à assise non traitée, qui composaient l'essentiel des réseaux routiers à Madagascar. La capacité d'une chaussée à supporter le passage répété de poids lourds provoque de déflexion élevée, moins la chaussée durerait sous un trafic poids lourd. Des études antérieures entreprises par quelques chercheurs ont permis d'apprécier la qualité des structures souples à assises en matériaux latéritique (CEBTP Sénégal). Comparaison comme référence (AGEROUTE) mesure de déflexion effectuée par (CEBTP-LCPC 1985). Les études entreprises par quelques chercheurs ont permis de démontrer que l'étude de l'appréciation de la qualité de structure, comparaison avec la référence de l'Agence des travaux et de Gestion des Routes (AGEROUTE) du Sénégal, pour la définition des valeurs seuils d1 et d2 des structures souples (à assise en latérite non traitée) et semi-rigide (à assise en latérite traitée au ciment sur latérite non traitée) 120/160 [2]. Le Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP) et le « Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, (LCPC) », ont fait des études de définition de l'état apparent d'une chaussée usuellement en s'appuyant sur la classification simplifiée du « Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux » élaboré en 1985 par le « Centre Expérimental du Bâtiment et

des Travaux Publics (CEBTP) » et le « Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, (LCPC) ». Cette évaluation s'appuie uniquement sur la quantification des déformations et de la fissuration de la chaussée [3, 4]. Contribution à la définition de la qualité des structures souples à assises en matériaux latéritiques du Sénégal [5]. Le présent article nous montre à la fois l'intérêt des couches de scellements, incorporé de poudre de déchets plastiques, et quelques tendances pour développer des essais ou des procédures pour qualifier la déformation et la dégradation avant et après la mise en circulation.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1 Matériels utilisés

Les matériels utilisés sont: Déflexion-mètre, Camions de 30t, Appareil photos.



Figure 1: Appareils de mise en œuvre.

### 2.2. METHODES

Relevé des dégradations, mesures de déformation sur la chaussée et constatation de l'aspect physique de la couche de scellement. Comparaisons avec des valeurs trouvées sur une autre assise en latérite traitée, effectuée par le CEBTP/LCPC.

#### 2.2.1. Définition de la déformabilité des chaussées

C'est l'amplitude maximale mesurée de la dépression créée par un jumelage chargé à 6 500 daN sur ces chaussées, par des déflectographes Lacroix [6, 7,8], soit dans le cadre de campagnes d'auscultation systématiques, soit pour préparer des travaux de renforcement. On dispose donc de mesures de déflexion en rive et en axe, ces dernières étant moins nombreuses car parfois non reportées dans la base par des gestionnaires ou des experts s'appuyant préférentiellement sur les déflexions de rive pour les études d'entretien.

**Tableau 1 :** Définition des valeurs seuils de déflexions d1 et d2 pour les structures souples à assises en latérite non traitée (CEBTP-LCPC, 1985).

Valeurs seuils	Niger	Mali	Côte d'Ivoire	Cameroun	Gabon
d1 (1/100 mm)	40	60-70	50-75	50-60	80
d2 (1/100 mm)	60	100-150	100-150	80	100

d : Déflexions.

#### 2.2.2. Définition de la qualité des structures souples à assises latéritiques du Sénégal

La définition de l'état apparent d'une chaussée se fait usuellement en s'appuyant sur la classification simplifiée du « Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux » élaboré en 1985 par le « Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP) » et le « Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, (LCPC) ». Cette évaluation s'appuie uniquement sur la quantification des déformations et de la fissuration de la chaussée.

Les sections de chaussée examinées sont classées, selon ce manuel, en trois catégories selon l'étendue des dégradations par section unitaire considérée (par exemple 500 m ou 1000 m) :

- Classe 1 : moins de 10 % de dégradations ;
- Classe 2 : 10 à 50 % de dégradations ;
- Classe 3 : plus que 50 % de dégradations.

La grille qui chiffre la qualité apparente d'une section de chaussée est obtenue par combinaison de deux types de dégradations (fissures et déformations) (Tableau 2).

**Tableau 2 :** Classification de l'état apparent d'une chaussée.

Fissures / Déformations	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Classe 1	1	2	3
Classe 2	3 (*)	4	5
Classe 3	5 (*)	6	7

1 : (état de chaussée bon) : peu ou pas de fissures ; 2-3 : (état de chaussée médiocre) : fissuré mais non déformé ; 4-5 : (état de chaussée mauvais) : fissuré et déformé ; 6-7 : (état de chaussée très mauvais) : très déformé et fissuré ; (\*) : cas très rares.

Cette méthode fait abstraction des défauts propres à la couche de roulement (arrachements, peignages, ressuyages, fluages, etc.) analysés séparément et faisant l'objet de solutions appropriées de remise en état (AGEROUTE-Sénégal, 2015). Pour traduire convenablement, dans la plupart des cas, le comportement d'une chaussée souple, la valeur de la déflexion caractéristique «  $d_c$  » est aussi prise en compte.

La valeur de déflexion retenue, pour les sections unitaires de quelques centaines de mètres de longueur, est calculée en « gommant » les accidents de portance très ponctuels par la relation suivante :

$$d_c = d_m + k \cdot \sigma \quad (1)$$

Avec :

- $d_c$  = déflexion caractéristique ;
- $d_m$  = valeur moyenne de la déflexion sur la section considérée ;
- $\sigma$  = écart type ;
- $k$  = coefficient de probabilité ;
- $k = 1,3$  pour une probabilité de dépassement de l'ordre de 10% pour les projets de faible importance et sous réserve de l'accord du maître d'ouvrage ;
- $k = 2$  pour une probabilité de dépassement de l'ordre de 2,5% (CEBTP-LCPC, 1985).

Une fois les conditions de mesure définies, une corrélation est établie entre le niveau de dégradation sur un itinéraire ou sur un ensemble d'itinéraires et le niveau de la déflexion.

L'exploitation statistique de ces deux paramètres, pour un réseau situé dans une même unité géologique et climatique, donne les valeurs des seuils de déflexions critiques :

- $d_1$  : valeur au-dessous de laquelle on considère que la structure se comporte d'une façon satisfaisante ;
- $d_2$  : valeur au-dessus de laquelle on considère que la structure présente de sérieux défauts de portance.

Les conclusions sont présentées dans le tableau 2.

**Tableau 3** : Relation entre la déflexion et l'état de portance de la chaussée (CEBTP-LCPC, 1985).

Valeur de la déflexion	Faible < $d_1$	Entre $d_1$ et $d_2$	Forte > $d_2$
Portance	Élevée	Médiocre	Faible
Qualité des structures	Bonne	Douteuse	Mauvaise

$d$  : Déflexions.

Le manuel en déduit le type d'entretien nécessaire (AGEROUTE-Sénégal, 2015) :

- Q1 : entretien courant ;
- Q2 : entretien prioritaire ;
- Q3 : rechargement ;
- Q4 et Q5 : renforcement.

Néanmoins, le plus souvent, l'application de la grille n'apporte pas une grande précision, notamment pour la qualité Q3 où un rechargement est recommandé (CEBTP-LCPC, 1985). Le classement définitif de la qualité d'une structure de chaussée ne pourra être établi qu'après examen des résultats de sondage et même parfois après la réalisation de mesures complémentaires, afin de lever les indéterminations sûres :

- La nature et la date des derniers travaux d'entretien pouvant masquer certaines dégradations ;
- La qualité et l'homogénéité du support ;
- L'efficacité du drainage et la présence de zones mal assainies ;
- La structure de la chaussée : épaisseur et qualité des couches ;

La validité des mesures de déflexion : les valeurs de  $d_1$  et  $d_2$  varient suivant la situation géographique et climatique, la période de mesures, etc.

La définition des valeurs seuils des déflexions  $d_1$  et  $d_2$  reste aujourd'hui d'actualité au Sénégal.

Malgré les difficultés notées pour leurs définitions, certains pays ont proposé des valeurs seuils qui sont propres à leurs environnements géographiques et à certaines structures de chaussée (tableau 4).

**Tableau 4** : Définition des valeurs seuils de déflexions  $d_1$  et  $d_2$  pour les structures souples à assises en latérite non traitée (CEBTP-LCPC, 1985).

Valeurs seuils	Niger	Mali	Côte d'Ivoire	Cameroun	Gabon
$d_1$ (1/100 mm)	40	60-70	50-75	50-60	80
$d_2$ (1/100 mm)	60	100-150	100-150	80	100

$D$  : Déflexions.

En vue de définir des valeurs seuils propres au Sénégal, une étude a été entreprise par l'AGEROUTE-Sénégal suite au marché GT/2012-327 confié au laboratoire Sénélabo.BTP.

La démarche proposée repose sur la détermination de trois périodes de la vie de la structure de chaussée caractérisées par 3 valeurs de déflexion (AGEROUTE-Sénégal, 2015) :

- **1<sup>ère</sup> période** : la structure est normalement opérationnelle depuis sa construction neuve. Elle vieillit selon un schéma variable avec le type de structure, vieillissement qui conduit la déflexion à augmenter depuis  $d_0$ , déflexion initiale de la structure neuve calculée à partir des épaisseurs figurant dans le guide des chaussées neuves CEBTP-LCPC, jusqu'à  $d_1$ , valeur correspondant à la structure partiellement dégradée à la fin de cette 1<sup>ère</sup> période.
- **2<sup>ème</sup> période** : l'état de fatigue de la structure continue d'évoluer. Dans cette période, et selon la Politique du maître d'ouvrage, il est nécessaire de procéder à un suivi et/ou des réparations si la politique est de type curatif (plutôt faible trafic) ou à des travaux structurels ou de surface si la politique est de type préventif (plutôt fort trafic). Dans cette période, la déflexion passe de  $d_1$  à  $d_2$ .
- **3<sup>ème</sup> période** : la déflexion a évolué au-delà de  $d_2$ . La structure est en état de fatigue avancé et nécessite des travaux de remise en état de types rénovation du revêtement ou renforcement plus ou moins lourd selon le trafic et la durée de calcul visée.

Les classes de sols de plateforme et de trafics retenues dans cette démarche sont les mêmes que celles définies par le « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux » du CEBTP de 1984 (tableaux 5 et 6). Les valeurs seuils  $d_1$  et  $d_2$  proposées proviennent uniquement de résultats de simulations sur l'outil de calcul Alizé. Ces résultats doivent être confirmés par des mesures sur des structures en service réparties sur les différentes zones climatiques du Sénégal.

**Tableau 5** : Seuils de déflexion à l'assise de latérite traitée / latérite non traitée.

Trafic CEBTP	Sol de plate-forme		Épaisseur des structures (en cm)			Valeurs de déflexion (1/100mm)			
	Classe De portance	Module (E en MPa)	Revêtement en béton Bitumineux (BB)	Couche De base	Couche De fondation	$d_0$	$d_1=1,2d_0$	$d_2=1,6d_0$	Arrondis $d_1/d_2$
T3	S1	50	5	20	45	70	84	98	85 / 100
	S2	60	5	20	25	71	85	99	85 / 100
	S3	75	5	20	20	61	73	85	75 / 85
	S4	120	5	20	15	45	53	63	55 / 65
	S5	150	5	25	0	40	48	56	45 / 55

T : Trafics; S : Classe De portance du sol de plate-forme; d : déflexions.

**Tableau 6** : Données et déflexion de la chaussée de la couche de scellement

Trafic CEBTP	Sol de plate-forme		Épaisseur des structures (en cm)			Valeurs de déflexion (1/100mm)			
	Classe De portance	Module (E en MPa)	Revêtement en béton Bitumineux (BB)	Couche de base	Couche de fondation	$d_0$	$d_1=1,2d_0$	$d_2=1,6d_0$	Arrondis $d_1/d_2$
T3	S3	75	5	20	20	61	73	85	75 / 85

T : Trafics; S : Classe De portance du sol de plate-forme; d : déflexions.

**Tableau 7** : Classe de trafic.

Classe de trafic	T0	T1	T2	T3
Nombre de PL par sens et par jour	> 750	300-750	150-300	50-150

PL : Poids Lourds.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Les valeurs des Déflexions de la couche de forme

Mesure de déflexion de la couche de forme de travaux de réhabilitation et de bitumage de la route nationale secondaire N°5a reliant Ambilobe et Vohémar a un tronçon de mesure de 1,485 km de longueur.

#### 3.2. Les valeurs des Déflexions de la couche de fondation

Mesure de déflexion de la couche de fondation deS travaux de réhabilitation et de bitumage de la route nationale secondaire N°5a reliant Ambilobe et Vohémar a un tronçon de mesure de 1,485 km de longueur.

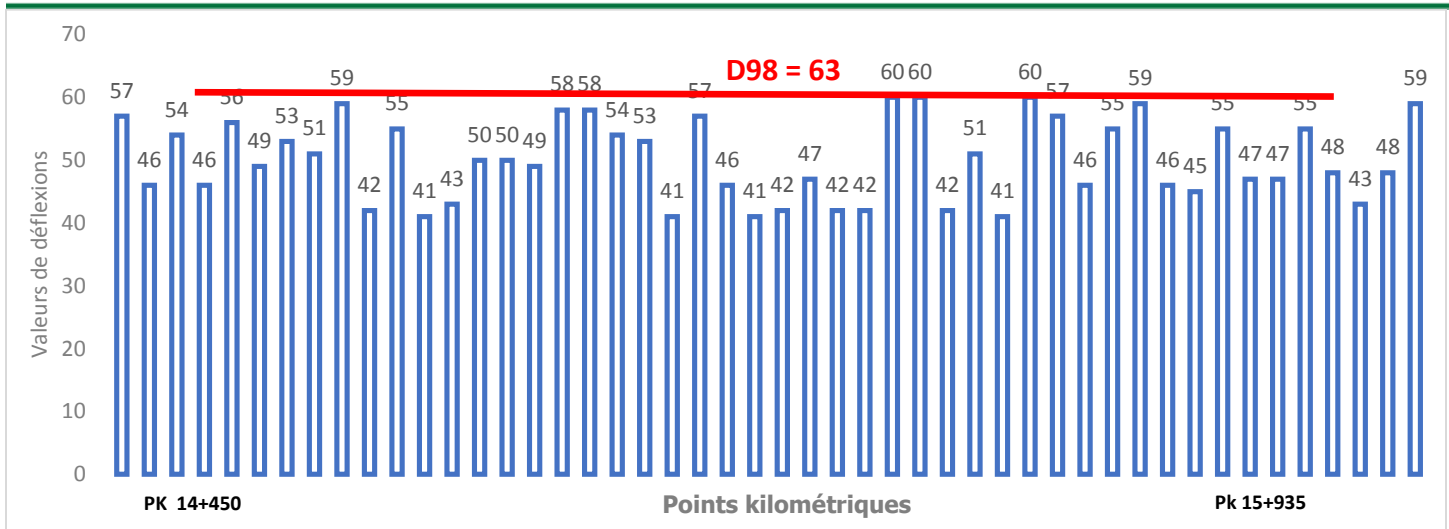


Figure 2 : Valeurs de déflexions de la couche de fondation

### 3.3. Les valeurs des Déflexions de la couche de base

Mesure de déflexion de la couche de Base de travaux de réhabilitation et de bitumage de la route nationale secondaire N°5a reliant Ambilobe et Vohémar a un tronçon de 1,385 km de long. Nous avons fait la mesure de déflexions sur l'axe et sur la rive de chaussée tous les 25 m avec Essieu de 13 tonnes. Les résultats obtenus sont : Nombre de mesure est égale 55, la valeur Minimale est de 41, la valeur Maximale est de 57, la valeur moyenne des mesures est 46,00, l'Ecart-type est 2,99 et D98 = 52.

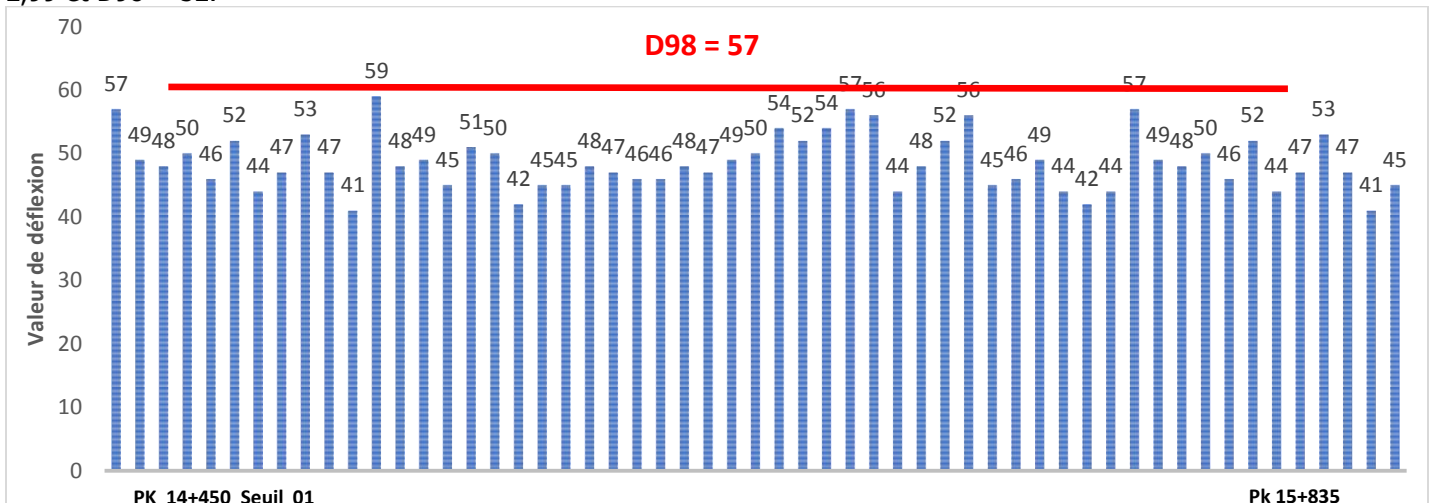
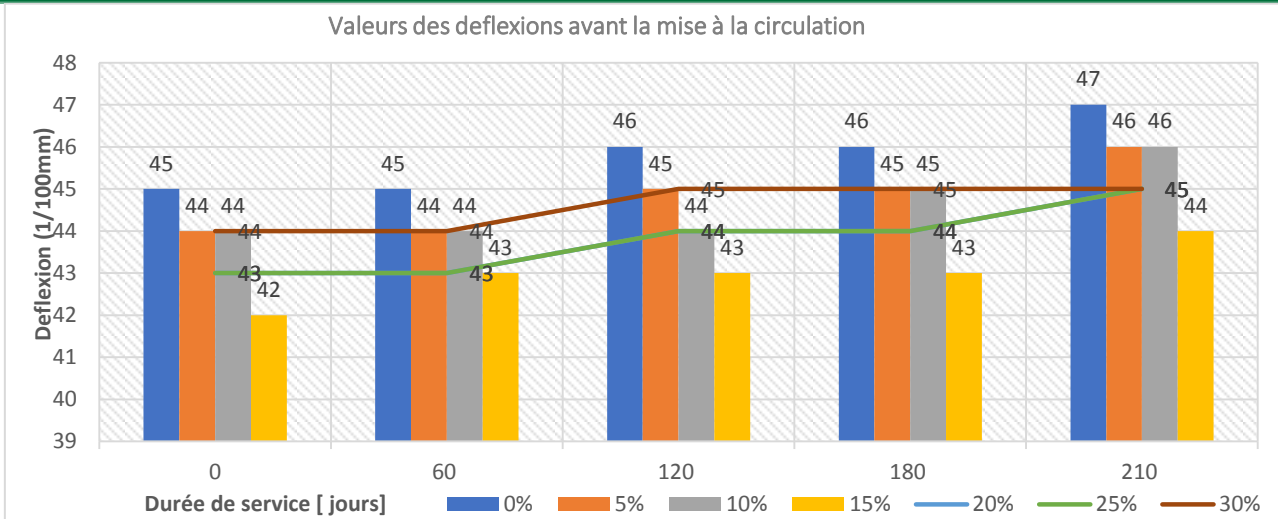


Figure 3 : Valeurs de déflexions de la couche de base.

### 3.4. Les valeurs des Déflexions avant la mise en circulation de la couche de scellement

Tableau 8 : Déflexion de la chaussée avant la circulation sur la couche de scellement avec le mélange de poudres de déchets plastiques.

Durée (J)	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
0	45	44	44	42	43	43	44
60	45	44	44	43	43	43	44
120	46	45	44	43	44	44	45
180	46	45	45	43	44	44	45
240	47	46	46	44	45	45	45

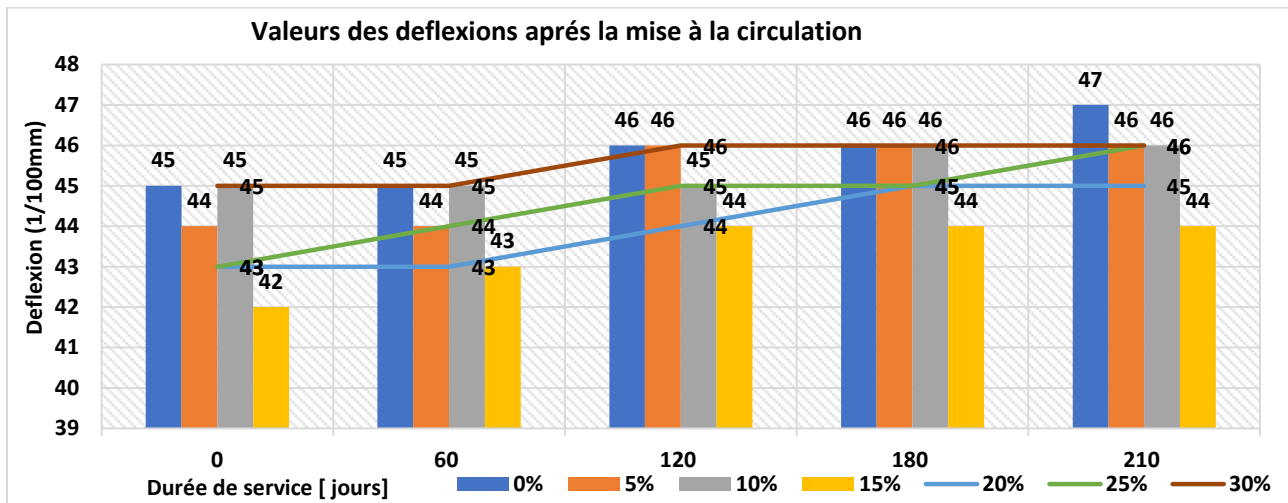


**Figure 4 :** Valeurs de déflexions moyennes de la couche de scellement avant la mise en circulation

### 3.5. Les valeurs des Déflexions parés la mise en circulation de la couche de scellement

**Tableau 9 :** Déflexion de la chaussée après la circulation sur la couche de scellement avec le mélange de poudres de déchets plastique.

Durée (J)	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
0	45	44	45	42	43	43	45
60	45	44	45	43	43	44	45
120	46	46	45	44	44	45	46
180	46	46	46	44	45	45	46
240	47	46	46	44	45	46	46

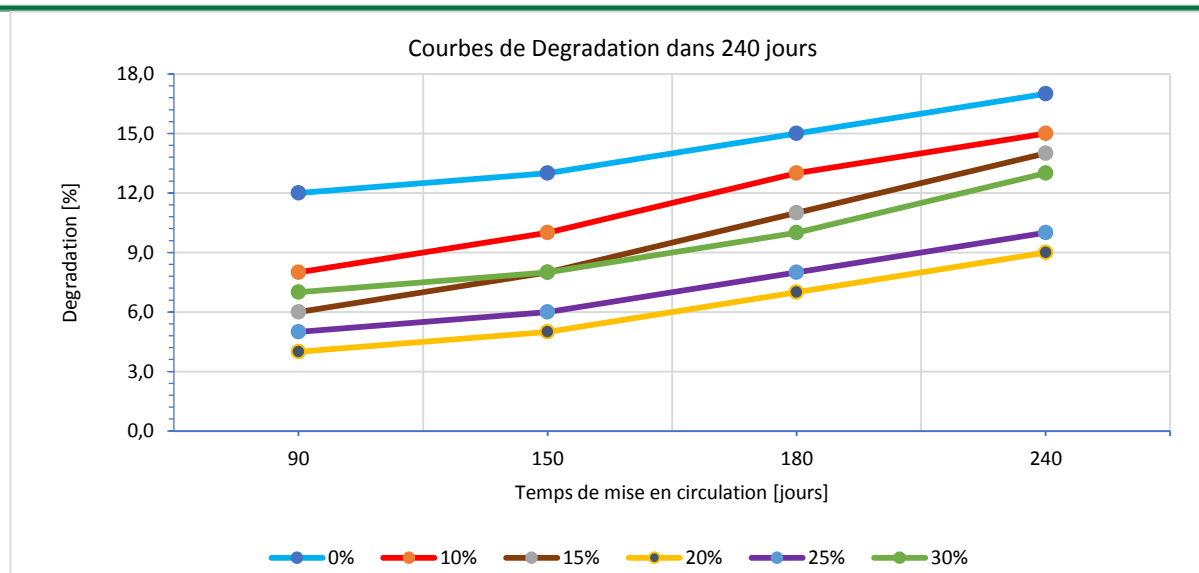


**Figure 5 :** Déflexion de couche de scellement après 240 jours de la mise à la circulation.

### 3.4. Evolution de dégradations après la mise à la circulation

**Tableau 10 :** Evolution des dégradations après la mise à la circulation

Temps de mise en circulation en [J]	Pourcentage de déchets plastiques fondus					
	0%	10%	15%	20%	25%	30%
<b>90</b>	12,0	8,0	6,0	4,0	5,0	7,0
<b>150</b>	13,0	10,0	8,0	5,0	6,0	8,0
<b>180</b>	15,0	13,0	11,0	7,0	8,0	10,0
<b>240</b>	17,0	15,0	14,0	9,0	10,0	13,0



**Figure 6 :** Evolution des dégradations après la mise en circulation.

L'observation la plus intéressante réside toutefois dans le fait que les déflexions ne varient pas de façon significative au cours du temps et du pourcentage de poudres des déchets plastiques. Plus précisément, plus la quantité de déchets est augmentée, plus la déflexion décroît au cours du temps. Sur la couche de scellement, après 150 jours de la mise en circulation, aucune fissure n'est observée et les valeurs de la déflexion de la couche de scellement à l'axe après la mise en circulation varient de 42 à 47. La couche non traitée présente des microfissures et déformations, due aux effets des trafics. Les valeurs des déflexions de D90 après 210 jours de la mise en circulation varient entre 42 à 47 aussi. Ainsi, les normes aux spécifications de déflexions D90 sont respectées.

## 5. CONCLUSION

La présente étude rapporte l'évolution de la déflexion et la dégradation des chaussées, les résultats obtenus de la planche d'essai, selon les tests et contrôles effectués par le Laboratoire National des Travaux Publics (LNTPB) ainsi que des observations et recommandations pour la réalisation de couche de scellement des routes pour rendre imperméables et durables. L'utilisation de poudres de sachets plastiques dans la couche de scellement permet d'avoir beaucoup d'avantage à savoir :

- Diminution de la dégradation de chaussée (fissures et déformations) ;
- Résistantes à l'humidité et durables ;
- Réduction des valeurs de déflexion ;
- Résistance aux trafics à la température ;
- Respect de la norme environnementale

**Remerciements :** Les auteurs tiennent à remercier Laboratoire Nationale et des Travaux Publics Madagascar (LNTPB) et CHINA ROAD AND BRIDGE CORPORATION (CRBC) à Madagascar pour la mise à disposition à la réalisation de ce travail.

## 6. REFERENCES

- [1] - SIMONIN J.-M. et al., Études routières – Déformabilité de surface des chaussées – Exécution et exploitation des mesures, Méthode d'essai des LPC n° 39, LCPC, Paris, avril 1997.
- [2] - Ageroute-Sénégal. Catalogue de structures de chaussées neuves et guide de dimensionnement des chaussées au Sénégal. 2015 ; 205 pages. Available on: <https://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AII3/pdfs/166143.pdf>
- [3] - CEBTP. Manuel de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Secrétariat d'état aux affaires étrangères charge de la coopération. 1972 ; 51.
- [4] - CEBTP (1984). Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Ministère des relations extérieures - coopération et développement de la république française, 157 pages. Available on: <https://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AII3/pdfs/167421.pdf>.
- [5]- Massamba Ndiaye, Jean-Pierre Magnan, Lamine CISSÉ. Contribution à la définition de la qualité des structures souples à assises en matériaux latéritiques du Sénégal pages.
- [6] - CEBTPLCPC de 1985 CE MANUEL, FRUIT D'UNE COLLABORATION ENTRE LE LCPC, LE CEBTP ET DES LABORATOIRES NATIONAUX DE PLUSIEURS PAYS

[7] - CEBTP-LCPC. Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux, Paris ; 1985, 166 pages. Available on:  
[8] - EBTP-LCPC (1985). Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux, Paris, 166 pages. Available on :  
<https://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AII3/pdfs/166143.pdf>



**Cite this article: Ratsifaherandahy Flemond Dolin, Mamiharijaona Ramaroson, Rajaonah Rabevala, amaroson Jean de Dieu, et Randriamalala Tiana Richard. EVALUATION ET APPRECIATION DE L'EFFETS DE L'INCORPORATION DU FONDU DE DECHETS DE SACHETS PLASTIQUES SUR LA COUCHE DE SCELEMENT DE CHAUSSEE EN BETON BITIMUNEUX. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2022; 15(3): 83-90.**

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>