

Research Paper

Amélioration des performance des enrobés bitumineux par la modification à base de polymère: Déchets Plastiques

Boubaker FETHIZA ALI^{a,b}

1.Département d'Hydraulique et de Génie Civil, Faculté de technologie .Université d'Eloued

2. Laboratoire Environnement, Eau, Géomécanique et Ouvrages (LEEGO), USTHB, Algérie

fethizaali-boubaker@univ-eloued.dz

ARTICLE INFO

Article history:

Received 00 July.2024

Received in revised form 00 August.2024

Accepted 00 September 2024

Keywords:

Keyword 1; bitume, DP, enrobé bitumineux, Marshall

ABSTRACT

Une chaussée plus performante sera nécessaire devant la croissance du trafic ainsi que les conditions climatiques agressives. Il existe de nombreux additifs qui peuvent être utilisés pour améliorer les propriétés des bitumes, les polymères sont parmi les additifs les plus utilisés pour la modification des bitumes, mais la plupart d'entre eux sont des polymères vierges. On cherche des additifs performants, faciles à incorporer dans des matrices bitumineuses et moins coûteux. L'utilisation de déchets de polymères non biodégradables dans la construction de routes peut effectivement contribuer à l'élaboration d'une stratégie durable. Cela nous permet non seulement de récupérer le matériau brut modificateur à faible coût, mais offre également une solution face à la menace écologique posée par l'utilisation accrue de déchets. Le but de ce travail est d'étudier l'influence de déchets plastiques sur les caractéristiques physiques des bitumes modifiés et les propriétés mécaniques de mise à jour béton bitumineux. L'étude montre que l'incorporation de déchets plastiques dans le bitume améliore ses propriétés physiques (pénétration, point de ramollissement, la susceptibilité thermique. la modification par DP a une influence positive sur le enrobé modifié par l'amélioration de stabilité Marshall

1. Introduction

Le bitume dans sa configuration traditionnelle n'assure plus un bon fonctionnement des chaussées. Aux basses températures, le bitume possède un comportement fragile (donc fissuration de la chaussée), tandis qu'à hautes températures, il possède un comportement visqueux (problèmes d'orniérage ou déformations permanentes de la chaussée) [1]. De plus, le bitume est un matériau sensible au vieillissement et ses propriétés se dégradent au cours de la durée de vie [2]. Il existe de nombreux

* Corresponding author. Tel.: 0675450988

E-mail address: fethizaali-boubaker@univ-eloued.dz

additifs qui peuvent être utilisés pour améliorer les propriétés des bitumes, les polymères sont parmi les additifs les plus utilisés pour la modification des bitumes, parmi lesquels les élastomères et les plastomères, mais la plupart d'entre eux sont des polymères vierges. Les polymères vierges sont difficiles à trouver et peu économiques lorsqu'ils sont utilisés comme modificateurs. On cherche des additifs performants, faciles à incorporer dans des matrices bitumineuses et moins coûteux, par conséquent, l'incorporation de déchets de polymères dans les chaussées améliore non seulement les performances des chaussées et réduit la pollution de l'environnement, mais réduit également la nécessité d'utiliser des polymères vierges dans les chaussées, permettant ainsi de réaliser des économies de coûts à long terme. Ces dernières années, la quantité de déchets est énorme, par exemple, 4 à 5 billions de sacs en plastique polyéthylène sont produits chaque année dans le monde [3]. L'Algérie est le cinquième plus grand pays consommateur au monde, avec 6 milliards de sacs par an [4]. L'utilisation de déchets de polymères non biodégradables dans la construction de routes peut effectivement contribuer à l'élaboration d'une stratégie durable. Cela nous permet non seulement de récupérer le matériau brut modificateur à faible coût, mais offre également une solution face à la menace écologique posée par l'utilisation accrue de déchets (non biodégradables).

L'objectif de cette étude est amélioré les caractéristiques des bitumes modifiés et des enrobés bitumineux modifiés par l'ajout de déchets plastiques.

2. Matériaux utilisés

2.1. Identification du bitume

Le bitume pur, utilisé dans cette étude, est de classe 35/50. Il provient de l'entreprise des travaux publics EVSM de Réghaia (Alger).

2.2. Le déchet plastique alimentaire (DP)

Les déchets plastiques utilisés dans ce travail sont obtenus à partir de sacs d'emballage alimentaire. La procédure de préparation du déchet plastique est de couper les sacs en petits morceaux de longueurs allant de 2 à 5 mm. Les déchets plastiques rougeâtres utilisés sont principalement constitués de polypropylène. La formule chimique du plastique utilisé est $(C_3H_6)_n$ et sa densité est de 0.9 g/cm³ [8].



Figure 1: déchets plastique

2.3. Les granulats

Les granulats de cette étude sont les plus couramment utilisés par les entreprises pour la réalisation des chaussées.

Les granulats de classe 0/3, 3/8 et 8/15 utilisés dans notre recherche proviennent de la carrière de hooud El-hamra, wilaya de Ouaregla.

Les résultats de l'analyse chimique des granulats sont donnés dans le tableau suivant

Tableau 1. : Les résultats de l'analyse chimique des granulats

Norme	Essais	Tamis (mm)	Résultat			Spécifications
			0/3	3/8	8/15	
EN FN 933-1	Analyse granulométrique	20			100,00	
		16			83,00	
		14			62,00	
		12,5		100,00	40,00	
		10		99,94	11,00	
		8		90,00	7,00	
		6,3	100,00	62,00	3,00	
		5	99,81	37,00		
		4	99,42	19,00		
		2,5	90,00	6,00		
		2	85,00	0,10		
		1,25	71,00	0,00		
		1	60,00			
		0,63	59,00			
		0,315	40,00			
		0,16	34,00			
		0,08	22,00			
NF P15-461	Analyse chimique (%)	Insolubles	26,30	13,47		
		Sulfates	1,68	0,23		
		Carbonates	66,40	73,38		
		Chlorures	0,012	0,004		
NF P18-591	Propreté	P (%)	-	0,575	0,18	< 1%
EN FN 933-3	Aplatissement	A (%)	-	7,54	10,69	< 20%
NF P18-573	Los Angeles	LA (%)	-	18,40		< 25%
NF P18-572	Micro-Deval Humide	MDE (%)	-	14,65		< 20%
NF P18-597	ES à 10% de fines	ES (%)	61,32	-	-	> 40%
NF P18-554	Masse volumique réelle	MVR (g/cm ³)	2,58	2,62	2,62	

3. La modification

La modification a été réalisée au laboratoire de routes de la faculté de génie civil de l'USTHB (Algérie) [7]. Nous avons pour cela utilisé, un appareillage se composant :

- d'un agitateur électrique à hélice muni d'un variateur de vitesse de rotation,
- d'un thermomètre allant de $- 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $250\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- d'un récipient dans lequel on effectue la modification, ce dernier est équipé d'un couvercle hermétique pour empêcher l'évaporation des huiles du bitume lors du chauffage.

Nous avons adopté les paramètres de modification suivants :

- Une température du mélange de $180\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Une vitesse de malaxage : $600\text{ tr/min} \pm 10\text{ tr/min}$.
- Une durée de malaxage de 2 heures.

4. Résultats et discussion

4.1. Pénétrabilité à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Les résultats de la pénétrabilité des bitumes en fonction la teneur en DP sont donnés dans la figure suivante

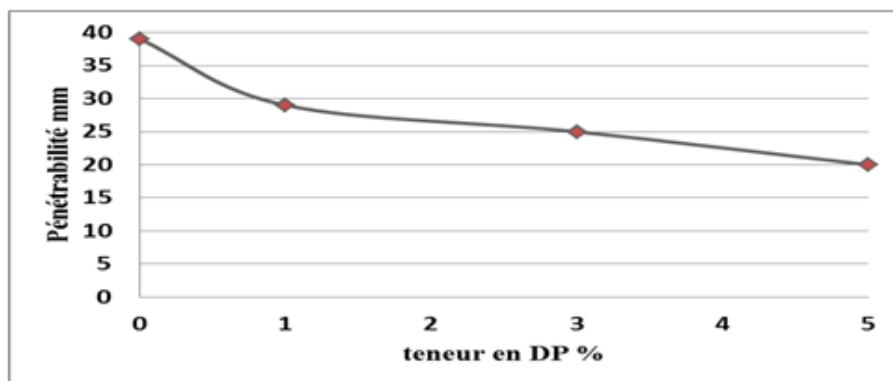


Figure.02: Pénétrabilité des bitumes modifiés

Les résultats de cette figure montrent que la pénétrabilité diminue en fonction de la teneur en polymères. Comparativement au bitume pur, les bitumes modifiés sont plus consistants ce qui montre que les bitumes modifiés par les déchets peuvent présenter un meilleur comportement à haute température. Globalement, l'augmentation de la rigidité du bitume après l'ajout de déchets DP peut améliorer la résistance aux déformations à hautes températures [6].

4.2. la température de ramollissement

Les résultats de la température de ramollissement en fonction de la teneur en DP sont schématisés par la figure suivante

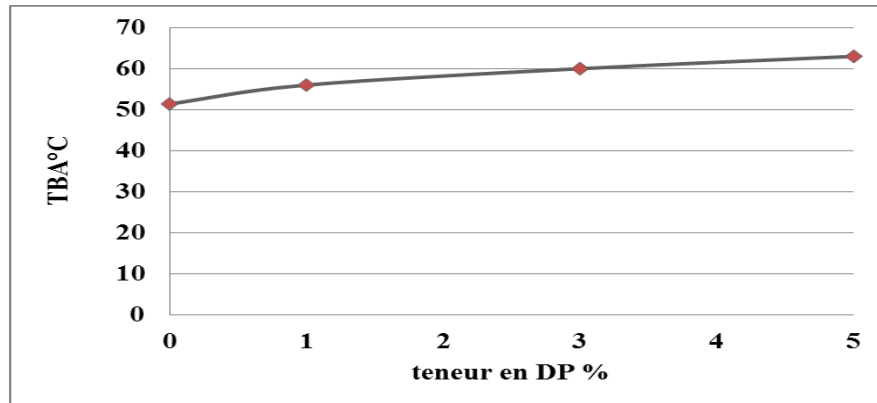


Figure.03: TBA des bitumes modifiés

Les résultats de la figure 3 montrent que la TBA augmente avec l'augmentation de la teneur en DP. En effet, la TBA augmente d'environ 12% après l'ajout de 5% DP comparativement au bitume de base. Les résultats de la température de ramollissement indiquent clairement que l'additif utilisé améliore les caractéristiques du bitume à hautes températures. Selon certaines études, existe une relation proportionnelle entre la TBA et la résistance à l'orniérage. En effet, plus la TBA augmente plus la résistance à l'orniérage augmente. Ceci montre que les bitumes modifiés par les déchets plastiques augmentent la résistance à l'orniérage des chaussées bitumineuses fabriquées à base de ces déchets.

4.3. Stabilité Marshall (SM)

La figure 4 représente la variation de la stabilité Marshall en fonction de la teneur en déchet plastique.

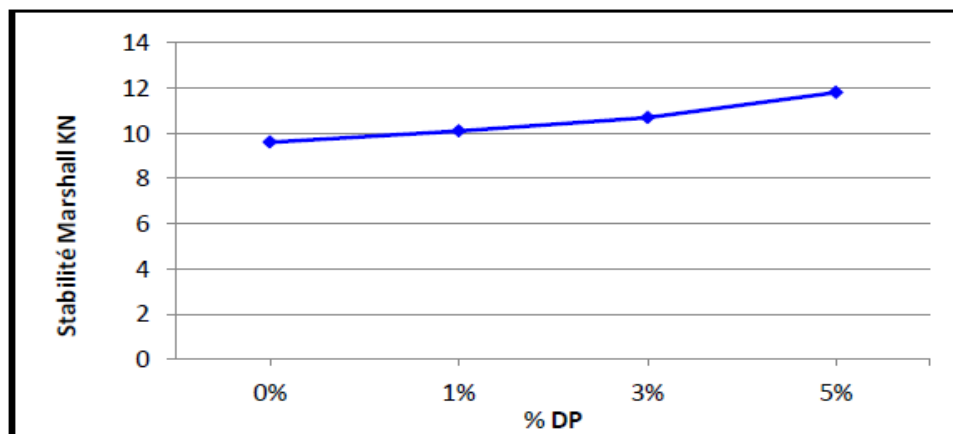


Figure 6.3 Stabilité Marshall.

on remarque que la SM augmente avec l'augmentation de la teneur en polymère et qu'elle est toujours plus petite que celle du bitume de base. L'incorporation du déchet plastique dans le bitume influe positivement sur la stabilité Marshall pour les différentes teneurs étudiées. Cette stabilité est maximale pour 5% de déchet plastique.

5. Conclusion

Les résultats d'analyses classiques ont montré que la modification du bitume par l'ajout de déchet plastique modifie les propriétés des bitumes. Le bitume modifié est plus dur que le bitume pur. En effet, la pénétrabilité des bitumes diminue par contre le point de ramollissement augmente avec l'ajout des polymères. D'après les résultats des essais effectués, nous remarquons que les bétons bitumineux modifiés donnent de meilleure performance mécanique par rapport aux autres bétons bitumineux, les résultats sur les enrobés bitumineux montrent que les bétons bitumineux modifiés donnent de meilleure performance mécanique par rapport aux autres bétons bitumineux

Références

- [1] G. Ramond, C. Such, "Bitumes et bitumes modifiés – relations structures, propriétés, composition" Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées 168: pp 65-87. (1990).
- [2] C. Rebufa., J. Kister, M. Julliard, J. Lamontagne, "Etude comparative du vieillissement des bitumes routiers : Impacts Photochimique Et Thermique" *Journées Franco-Italiennes de la Chimie*, Palais des Congrès de Juan-les-Pins, (2002).
- [3] D. Kuang and al, "Performance evaluation and preventive measures for aging of different bitumen' s" *Construction and Building Materials*, Vol.66, 209 – 213, (2014).
- [4] M.F. Sà Araujo and al, "Rheological and thermal behavior of weathering-aged polymer modified bitumen" *Brzilian Journal of Petroleum and Gas*, Vol. 7 (4), P. 155-167, (2013).
- [5] X. Lu, U. Isacsson, "Effect of ageing on bitumen chemistry and rheology" *Elsevier Science Ltd, Construction and Building Materials*, Vol. 16, 15 – 22, (2002).
- [6] A. Suleiman, R. Mohd, "The effect of aging on bitumen properties modified with styrene-butadiene-styrene (SBS) polymer". *ARPJ Journal of Science and Technology*, Vol. 2, NO. 7, (August 2012).
- [7] S. Saoula, K. Soudani, S.Haddadi and al, "Analysis of the Rheological Behavior of Aging Bitumen and Predicting the Risk of Permanent Deformation of Asphalt" *Materials Sciences and Applications*, 4, 312-318, (2013).
- [8] D. Si Bachir, "Comportement rhéologique des bitumes modifiés par des polymères : Influence du vieillissement" Thèse de Doctorat en sciences, FGC-USTHB, (2014).
- [9] X. Lu, U. Isacsson, "Artificial aging of polymer modified bitumens" Royal Institute of Technology, Division of Highway Engineering, Stockholm, Sweden, (1999).