

Effet du climat sur la résistance des enrobés recyclés

Bordjiba abdelhak¹, Guenfoud Hamza²

¹ université de Badji Moukhtar , Annaba, Algérie bordjibaabdelhak@gmail.com

² université de 08 mai 1945, Guelma, Algérie Gue2905m@yahoo.fr

RÉSUMÉ. Tout au long de sa vie, une chaussée est exposée à des conditions climatiques différentes et variées, le plus souvent sans aucune protection. C'est à la température, dans le comportement de la chaussée, que revient le rôle prépondérant, et ce particulièrement pour les chaussées souples. L'enrobé bitumineux est composé de granulats et de bitume. Bien que le pourcentage massique du bitume dans l'enrobé soit de l'ordre de 4 à 7 % seulement, le comportement de l'enrobé à plusieurs niveaux est régi par celui du bitume. Ce dernier, de par son comportement viscoélastique, confère un caractère thermo-susceptible à l'enrobé. La rigidité de l'enrobé diminue donc avec l'augmentation de sa température. Le module de rigidité est aussi impacté par la vitesse de sollicitation et diminue lorsque la vitesse de sollicitation diminue. Cette étude traite l'effet du climat sur la résistance à l'orniérage des enrobés recyclés.

ABSTRACT. Throughout its life, a roadway is exposed to different and varied climatic conditions, most often without any protection. It is at the temperature, in the behaviour of the road, that the leading role returns, and this particularly for the soft pavements. Asphalt is composed of aggregates and bitumen. Although the percentage by weight of bitumen in the asphalt mix is only around 4 to 7%, the behaviour of the bituminous mix is governed by that of bitumen. The latter, by its viscoelastic behaviour, confers a heat-sensitive nature to the asphalt. The rigidity of the asphalt therefore decreases with the increase of its temperature. The stiffness modulus is also impacted by the biasing speed and decreases as the bias speed decreases. This study deals with the effect of climate on the resistance to rutting of recycled asphalt mixes.

MOTS-CLÉS : recyclage, climat, température, enrobé, rigidité, orniérage.

KEY WORDS: recycling, climate, temperature, asphalt, stiffness, rutting.

1. Introduction

Le recyclage des enrobés est la réponse logique de la notion de développement durable et la protection de l'environnement dans le domaine de la construction routière, il a la capacité de réduire la consommation de granulats et de liant bitumineux [DON 1999]. Tout au long de sa vie, une chaussée est exposée à des conditions climatiques différentes et variées, le plus souvent sans aucune protection [NIC1997]. C'est à la température, dans le comportement de la chaussée, que revient le rôle prépondérant. La rigidité de l'enrobé diminue donc avec l'augmentation de sa température. Lorsque des températures très basses sont appliquées, des fissures peuvent apparaître et se propager avec les cycles thermiques. Cette fissure évolue avec les cycles thermiques et peut traverser la couche voir la figure 1. [NIC 2012].

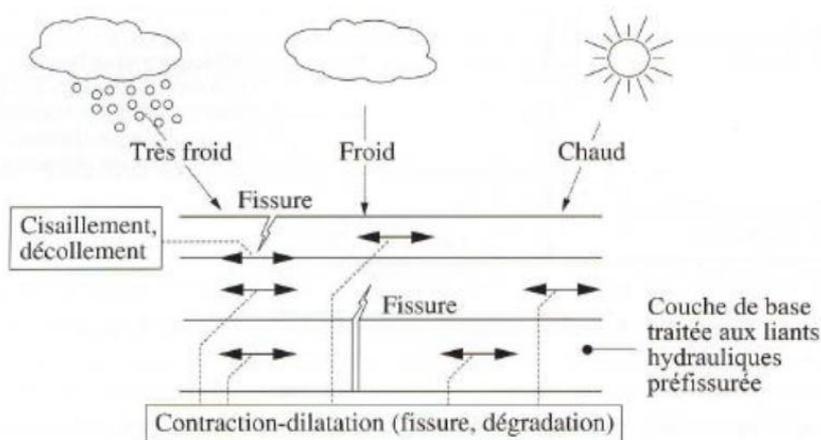


Figure 1. Effet de la température sur le corps de chaussé [DIB 2004]

Cette étude est consacré à la vérification du comportement des enrobés recyclés vis-à-vis l'environnement. Il est bien connu que les chaussées subissent des chargements consécutifs aux variations de la température. Ces

variations thermiques entraînent des changements de la rigidité du mélange [BAA 2005]. On se base sur l'hypothèse qui dit si la température est basse le mélange bitumineux est rigide et fragile tandis qu'à haute température la rigidité du mélange chute et sa ductilité augmente. Pour valoriser la fabrication des enrobés recyclés, un contrôle a été effectué sur l'orniérage pour des échantillons conservés dans des températures reflétant le climat de la région de l'étude, une température qui dépasse les 50° dans la période estivale et -2,5° dans l'hiver car le découpage géographique de l'Algérie donne trois zones climatiques I, II et III, leurs caractéristiques sont illustrées dans le tableau 1. (Guelma zone II).

Tableau 1. Les zones climatiques dans l'Algérie [MTP 2004]

caractéristiques Zones	Température maximale	Température minimale	Hauteur de précipitation annuelle
I	$\leq 45^{\circ}\text{C}$	$-2,5^{\circ}\text{C}$	$H < 100\text{mm}$
II	$45^{\circ}\text{C} < T_{\text{max}} \leq 50^{\circ}\text{C}$	$< -2,5^{\circ}\text{C}$	$H < 600\text{mm}$
III	$> 50^{\circ}\text{C}$	$\geq -5^{\circ}\text{C}$	$H < 100\text{mm}$

2. Protocole des essais

Les éprouvettes ont été confectionnées dans des températures de fabrication égale 140°, mais elles ont été conservées dans des températures extrêmes pendant 20 jours, la période la plus longue enregistrée par les services météorologiques de la wilaya de Guelma. Aussi, les échantillons des essais ont été confectionnés en trois procédés, dans le premier procédé le mélange contient que les agrégats d'enrobé avec les pourcentages (0%, 15%, 45% et 75%), dans le deuxième procédé la poudre de caoutchouc a été ajoutée au mélange avec un pourcentage de 3% et dans le dernier procédé la poudre prend le pourcentage de 6%.

3. Matériaux utilisés

L'enrobé contrôlé par cette étude est le béton bitumineux semi grenu (BBSG) 0/14. La classe de bitume pur conseillée pour le BBSG utilisé est 35/50 pour un niveau de sollicitation fort et une altitude inférieure à 500 m. la zone relative par cette étude est la région Est de l'Algérie donc la classe 35/50 est la plus accordée.

3.1. Choix des agrégats neufs

Cette identification a pour but de vérifier que les granulats proposés sont conformes aux recommandations de la norme NF EN 932-3, pour ce qui concerne leur granularité, dureté et propreté, les résultats des essais sont regroupés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les caractéristiques physiques des agrégats sains

Essais Granulats	0/3	3/8	8/14	Spécifications
Poids spécifique (g/cm ³)	2.85	2.90	2.90	---
Los Angeles	-	22	21	<22
Micro- Deval	-	19	19	≤ 20
Coefficient d'aplatissement (%)	-	25	16	≤ 25
Équivalent Sable ES (%)	80			50 ≤

3.2. Le liant neuf

Le bitume utilisé dans notre étude est de classe 35/50 provenant de la Société Nationale des hydrocarbures SONATRACH ou ces caractéristiques obtenues, dans le tableau 3, montrent que le bitume analysé a des caractéristiques répondant conformément à la norme de la classe 35/50.

Tableau 3. Caractérisation du Liant Neuf

	Ech 01	Ech 2	moyen	Spécifications
Pénétrabilité à 25°C, (1/10 mm)	43	40	41.5	35-50
la température de la bille et de l'anneau	53	53	53	50-58
Densité relative à 21° C (au pycnomètre)	1.02	1.01	1.01	1.0-1.05

3.3. La Poudrette des Caoutchouc

La poudrette des caoutchoucs utilisée est celle en provenance de la société SAEL d'Oued Smar à Alger, qui est spécialisée dans la transformation du caoutchouc par la dévulcanisation de cette dernière. La granularité de la poudrette des caoutchoucs est assez fine car elle à un diamètre compris entre 0.1 à 1 mm, sa température de fusion est de 120 à 200°C et sa densité de 0.8.

3.4. Agrégat d'enrobé (fraisât)

Les agrégats d'enrobé (fraisât) utilisé ont des caractéristiques d'origine apte pour la confection d'enrobé capable à résister le trafic roulant entre Annaba et Guelma (T3) [ABD 2016]. Un enrobé recyclé peut atteindre les 100 % des agrégats d'enrobé s'il est bien calibré [FRA 2003]. Pour cette raison que les agrégats d'enrobé utilisé ont été passé dans le tamis 14 mm afin d'éliminer les éléments supérieurs à 14 mm.

4. Résultats et discussions des essais

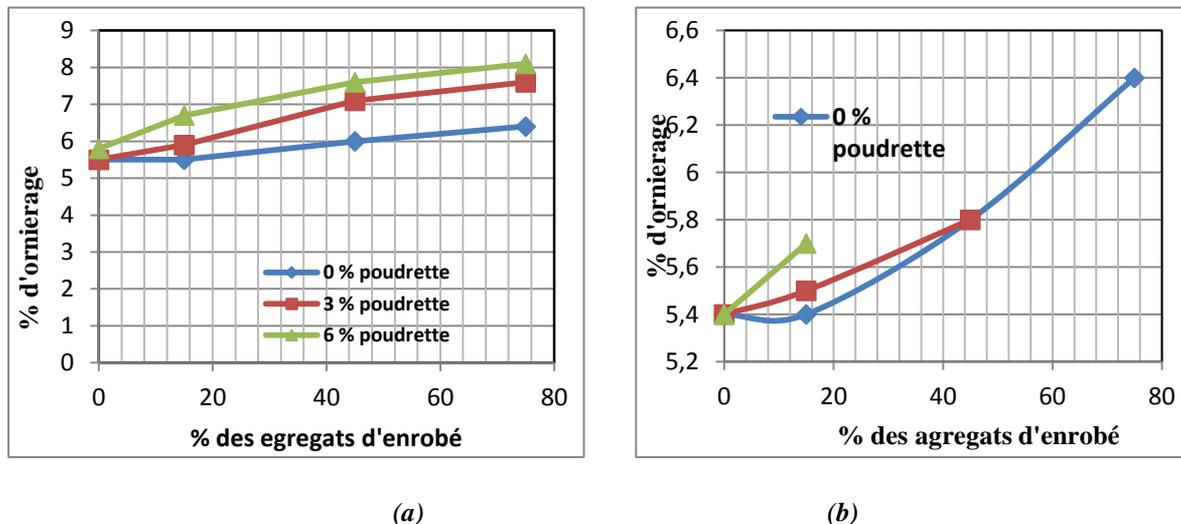


Figure 2. Résistance des enrobés recyclés à l'orniérage : (a) un climat chaud (+50°), (b) un climat froid (-2.5°).

Dans l'analyse des résultats de cette étude on adopte un orniérage autorisé ≤ 7.5 suivant la norme EN 126976-22. D'après les résultats de la figure 2.a en remarque que dans une température de conservation atteinte les 50°, les caractéristiques mécaniques des enrobés recyclés ont connu des changements vis-à-vis la résistance à l'orniérage. Pour l'enrobé sain le développement d'orniérage est très faible mais pour un ajout de la poudrette jusqu'à 6% l'orniérage passe de 5.4 à 5.6, ce qui traduit que le liant modifié dans le corps d'enrobé recyclé a commencé à changer ses caractéristiques. Pour le mélange qui contient 15% d'agrégat d'enrobé, les résultats ont donné une résistance satisfaisante à l'orniérage ($Orn \leq 7.5$) malgré l'évolution de ce dernier à la présence de la poudrette des caoutchoucs et cela explique l'excès du liant modifié dans le corps d'enrobé recyclé qui provoque le changement rhéologique du mélange et l'orniérage commence à prendre des valeurs élevées égales à 6.8 avec 6% d'additif. Pour les mélanges qui contiennent 45% et 75% d'agrégat d'enrobé, l'orniérage a enregistré une augmentation importante pour les mélanges en compagnie avec poudrette des caoutchoucs. À partir de la figure 2.a, on peut limiter les pourcentages des agrégats d'enrobé donnant un enrobé recyclé de qualité acceptable par la norme, pour un mélange qui contient 3% de la poudrette des caoutchoucs on peut ajouter jusqu'à 65% d'agrégat d'enrobé par contre pour un mélange où la poudrette des caoutchoucs prend le pourcentage de 6%, les agrégats d'enrobé ajoutés doivent être inférieurs à 40% pour avoir un enrobé recyclé résistant à l'orniérage ($Orn \leq 7.5$). Pour les mélanges sans poudrette des caoutchoucs la résistance à l'orniérage est très satisfaisante pour tous les ajouts en agrégats d'enrobé égaux à (0%, 15%, 45% et 75%). Pour une température de conservation très basse $\leq 2.5^\circ$, les résultats sur la figure 2.b montrent que les enrobés recyclés sans poudrette de caoutchouc ont bien résisté à l'orniérage quel que soit le pourcentage des agrégats d'enrobés, par contre les enrobés recyclés avec 6% d'additif résistent bien à l'orniérage pour 15% d'agrégat d'enrobé, mais pour 45% d'agrégat d'enrobé et 6% de poudrette des caoutchoucs l'enrobé recyclé a connu une cassure lors d'essais d'orniérage dans le cycle 9800. Aussi pour un enrobé recyclé de 3% d'additif, l'échantillon avec 75% de AE se casse après 10200 cycles par contre pour un taux de 45% ou 15% de AE les mélanges ont enregistré une résistance à l'orniérage de 6.8 pour 45% d'AE et 5.7 pour 15% d'AE, ce comportement de résistance se traduit par la pénétrabilité normalisée du liant

modifié. Et à partir de ces résultats, on peut conclure que la poudre de caoutchouc est un ajout qui peut diminuer la résistance de l'enrobé recyclé et limiter le taux des agrégats d'enrobés dans le mélange à la présence du climat extrême.

5. Conclusion

Dans ce travail on peut conclure que :

1. L'effet de la poudre de caoutchouc est très important, car il assure une augmentation de la résistance vis-à-vis de l'orniérage par son pouvoir d'améliorer les caractéristiques du liant modifié (liant neuf+liant vieilli+ajout) d'enrobé recyclé et le rendant compatible avec les enrobés recyclés.
2. À basse température le bitume possède un comportement fragile.
3. On peut éviter la fissuration à basse température si l'on utilise un bitume de grade élevé, c'est-à-dire un bitume moins "dur", et donc moins "cassant" à basse température.
4. À température élevée le bitume ne résiste pas bien à l'orniérage (déformations permanentes de la chaussée).
5. Le bitume idéal doit donc être à la fois le moins susceptible possible aux phénomènes de fissuration thermique (à basse température) et d'orniérage (à température élevée).

6. Bibliographie

[ABD 2016]- B.Abdelhak, H.C.Abdelmadjid, G.Hamza, G.Mohamed, Roman. J. Mater. 46 (2016) 89.

[BAA 2005] - BAAJ (H.), Di BENEDETTO (H.) et CHAVEROT (P.). – Effect of binder characteristics on fatigue of asphalt pavement using an intrinsic damage approach, Journal, Road Materials and Pavement, 28, 147-174 (2005).

[DIB 2004]-H. Di Benedetto, C. De La Roche, H. Baaj, A. Pronk et R.Lundström, atigue of bituminous mixtures, Mater. Struc. 37 (2004)202-216.

[DON 1999]- Doncaster College (E), (1999). 'Bituminous materials: Manufacture', Doncaster, pp. 21-22,34.

[FRA 2003]-FRANÇOIS OLARD «Comportement thermomécanique des enrobés bitumineux aux basses températures : relations entre les propriétés de liant et de l'enrobé »Thèse de Doctorat, Paris : E. N.T.P 2003, 175 p.

[MTP 2004] - MTP (Ministère des travaux publics) : « Protocole de contrôle revêtement béton bitumineux de CTTTP et les recommandations de CTTTP sur l'utilisation des bitumes et des enrobés bitumineux à chaud » 2004.

[NIC1997] - NICHOLLS, J. C., (1997). 'Asphalt surfacings' E&F Spon, London and New York, pp. 1-4.

[NIC 2012]- Z. Niloofar kalantar, M. Rehan karim, A. Mahrez, a review of using waste and polymer in pavement, Cons. Buil. Mater, 33(2012)55-62.