

### PROBLÉMATIQUE

Au Québec, la gestion des pneus usés, souvent entreposés de manière plus ou moins sécuritaire, constitue un problème environnemental important. Afin de créer des débouchés, plusieurs administrations publiques ont permis l'ajout de poudrette de caoutchouc provenant de pneus usés dans les revêtements bitumineux. La production de ces enrobés modifiés au caoutchouc n'a pas connu la croissance escomptée dans les années 1990 en raison de la découverte d'autres débouchés, des coûts de production élevés et des résultats décevants des premiers projets. De nouvelles expériences ont cependant été réalisées depuis 1999 par le ministère des Transports du Québec (MTQ) en raison de la disponibilité de bitumes conformes à la norme 4101 du MTQ.

### PROCÉDÉS DE FABRICATION

Il existe deux procédés de fabrication d'enrobés contenant de la poudrette de caoutchouc : à sec et par voie humide. Le premier consiste à incorporer la poudrette à la fraction granulaire, dans le malaxeur, avant l'ajout de bitume. Mais les granules de caoutchouc ne sont pas dissoutes. L'homogénéité du mélange est difficile à obtenir. Ainsi l'enrobé produit au Québec à la fin des années 1980 avec des granules de caoutchouc et du bitume non modifié n'était pas durable. Cependant, une expérience municipale réalisée en 1996 avec du bitume polymère semble présenter de meilleurs résultats.

Le deuxième procédé consiste à incorporer et à malaxer la poudrette au bitume de base. Ce procédé peut conduire à la fabrication d'un bitume stable ou non à l'entreposage. La stabilité au stockage du bitume et l'amélioration de sa réponse élastique sont obtenues par la dévulcanisation du caoutchouc présent dans la poudrette pour en favoriser la dissolution et par l'ajout d'un agent de réticulation permettant la formation de liaisons chimiques entre les macromolécules linéaires.

### CARACTÉRISTIQUES DES ENROBÉS POSÉS ENTRE 1992 ET 1995

Les sections expérimentales ont été réalisées avec des enrobés formulés avec un bitume 80-100 contenant 10 % de poudrette de caoutchouc incorporée selon le procédé par voie humide. Ces enrobés étaient difficiles à mettre en place en raison d'un manque de maniabilité. Les mélanges obtenus étaient résistants à l'ornièrage mais peu résistants à la fissuration par retrait thermique. Le bitume était fragile à basse température, entraînant des problèmes de désenrobage, d'arrachement et de dégradation des parois de

fissures. À cette époque, les bitumes étaient caractérisés principalement selon des critères de pénétration et de viscosité. Leurs performances aux températures de service étaient difficiles à prévoir.

Depuis 1996, le MTQ caractérise les bitumes selon le système Superpave (*Info DLC*, vol. 3 n° 6, juin 1998). Il est plus précis et permet de prévoir le comportement des bitumes aux températures de service à différentes étapes de vieillissement de la vie utile d'un enrobé. Le système actuel de classification appliqué aux bitumes de l'époque permet d'en comprendre le comportement. Le bitume 80-100 caoutchouté correspondait à un PG 64-22, et le bitume de l'enrobé témoin à un PG 58-28.

### CARACTÉRISTIQUES DES ENROBÉS POSÉS DEPUIS 1999

Certains bitumes caoutchoutés satisfont maintenant les exigences de la norme 4101 du MTQ. Le procédé de fabrication par voie humide est sensiblement le même. Le bitume de base est performant à basse température. La teneur en poudrette de caoutchouc est d'environ 5 % pour satisfaire l'exigence de solubilité dans le trichloroéthylène. Les bitumes caoutchoutés et témoins ont été modifiés au moyen d'élastomères pour satisfaire l'exigence de recouvrance d'élasticité.

Des essais de laboratoire, notamment l'essai à la presse à cisaillement giratoire (PCG), l'essai à l'ornièreur et l'essai de retrait empêché (TSRST), ont été réalisés en 1999 pour comparer les performances d'enrobés avec et sans bitume caoutchouté. Le tableau 1 indique que les pourcentages de vides obtenus à la PCG et les résultats de l'essai à l'ornièreur pour les enrobés contenant du bitume témoin et ceux contenant du bitume caoutchouté sont comparables, aussi bien pour un mélange EB-20 que pour un EB 10S. Les mêmes essais ont été réalisés à nouveau en 2000 sur un enrobé ESG-10 avec un bitume de grade PG 64-34 témoin et caoutchouté (tableau 2). Les résultats obtenus sont similaires dans le cas de l'essai à l'ornièreur. Cependant, en ce qui a trait à l'essai à la PCG, l'enrobé avec bitume caoutchouté s'est densifié plus rapidement que le mélange témoin. Des essais en laboratoire sont toujours en cours pour confirmer ou non cette tendance.

Des projets expérimentaux sur route utilisant ces enrobés font présentement l'objet d'un suivi de performance. Un tronçon de 600 m de la route 158 (DJMA=5000; VL=14 %) a été recouvert d'un enrobé contenant de la poudrette de caoutchouc (50 kg/m<sup>2</sup> d'EB-10C et 90 kg/m<sup>2</sup> d'EB-10S). Deux autres tronçons de 600 m

ont été réalisés sur la route 271 (DJMA=200; VL=15 %). Les premiers résultats sont présentés au tableau 3. Il s'avère, après un an, que l'enrobé modifié au caoutchouc résiste légèrement mieux à la fissuration que l'enrobé avec bitume témoin et que l'uni (IRI), la macrotexture de surface (HS), le coefficient de frottement transversal (CFT) et le comportement à basse température sont similaires dans les deux cas. Les suivis se poursuivent pour évaluer les performances à long terme. Le coût des bitumes caoutchoutés est semblable à celui des bitumes sans caoutchouc.

## CONCLUSION

De manière générale, les enrobés contenant des élastomères et du bitume caoutchouté posés en 1999 se comportent de manière comparable aux enrobés témoins contenant des élastomères, aussi bien en laboratoire qu'en chantier. Le MTQ a étendu l'utilisation de ces enrobés en 2000. Il faut maintenant expérimenter d'autres

classes de performance de bitume. L'avantage d'utiliser du caoutchouc dans les enrobés se situe sur le plan environnemental, car il constitue un débouché pour les pneus usés recyclés.

**RESPONSABLES :** Gaétan Leclerc, M.Sc., chimiste  
Michel Paradis, ing., M.Sc.  
Service des matériaux  
d'infrastructures  
Aziz Amiri, D.Ing.  
Service des chaussées

**DIRECTEUR :**



Michel Labrie, ing.

Vides à :	Enrobé EB-20		Enrobé EB-10S	
	Caoutchouc	Témoin	Caoutchouc	Témoin
10 girations	13,2 %	12,7 %	16,5 %	16,9 %
80 girations	6,6 %	5,9 %	9,7 %	9,8 %
100 girations	6,0 %	5,3 %	9,0 %	9,2 %
200 girations	4,2 %	3,5 %	7,3 %	7,3 %
<b>Ornière à :</b>				
1 000 cycles	1,8 %	1,4 %	3,0 %	3,8 %
3 000 cycles	2,8 %	2,8 %	6,0 %	6,2 %
10 000 cycles	7,0 %	7,0 %	15,1 %	11,2 %
17 000 cycles	10,3 %	9,0 %		
24 000 cycles	12,0 %	10,4 %		

**Tableau 1 : Caractéristiques des enrobés avec bitume PG 58-34 (1999)**

Vides à :	Enrobé ESG-10	
	Caoutchouc	Témoin
10 girations	12,4 %	14,2 %
80 girations	4,0 %	5,9 %
100 girations	3,2 %	5,2 %
200 girations	1,3 %	3,2 %
<b>Ornière à :</b>		
1 000 cycles	3,1 %	3,5 %
3 000 cycles	8,0 %	8,3 %
10 000 cycles	13,6 %	15,3 %

**Tableau 2 : Caractéristiques des enrobés avec bitume PG 64-34 (2000)**

	Réflexion des fissures (%)	CFT (%)	IRI (m/km)	H <sub>s</sub> (mm)	Essais TSRST (avant rupture)		
					Contrainte (PSI)	Température (°C)	Élongation (%/°C)
<b>Témoin</b>	Route 158	26	de 71 à 82	de 0,8 à 2,4	de 0,68 à 0,85		
	Route 271	de 54 à 84	de 1,0 à 2,0	de 0,48 à 0,63	315,4	-38,9	16 x 10 <sup>-4</sup>
<b>Caoutchouc</b>	Route 158	17	de 62 à 82	de 0,9 à 2,7	de 0,69 à 0,85		
	Route 271	de 66 à 86	de 1,0 à 2,0	de 0,50 à 0,62	350,8	-39,8	5 x 10 <sup>-4</sup>

**Tableau 3 : Suivi de performance des enrobés de 1999**