

### PROBLÉMATIQUE

La rigidité et la résistance à la fatigue d'un enrobé sont deux caractéristiques essentielles au dimensionnement structural d'une chaussée. La rigidité (ou module) est le rapport entre la contrainte et la déformation, qui varie en fonction de la température et du temps de chargement. Elle entre dans le calcul de détermination de l'épaisseur requise d'enrobé pour supporter les charges appliquées par le trafic. La résistance à la fatigue d'un enrobé est sa capacité à supporter des chargements répétés sans se fissurer. Elle permet d'en estimer la durée de vie en mesurant le nombre de chargements nécessaire pour atteindre la rupture.

Le module d'un enrobé est un paramètre présentement estimé dans le calcul de dimensionnement des chaussées. La mesure de la rigidité en laboratoire permettra de vérifier les valeurs utilisées. La caractérisation de la résistance à la fatigue permettra de concevoir des enrobés plus performants.

### ESSAI DE LABORATOIRE

Il existe plusieurs méthodes d'essai pour caractériser la rigidité et la résistance à la fatigue des enrobés. L'essai retenu par le MTQ est un essai de flexion avec chargement cyclique appliqué aux tiers points d'une poutre rectangulaire (AASHTO TP8-94). Il permet une distribution uniforme de l'effort tranchant et du moment fléchissant sur la section centrale d'une poutre de 380 mm de longueur et de 64 mm sur 51 mm de section.

Le passage d'un véhicule provoque une tension à la base du revêtement que l'on peut calculer. Cette déformation en tension cause un endommagement qui se cumule à chaque passage. Chaque déformation dépend de la température de l'enrobé et de la vitesse du véhicule. La caractérisation de la rigidité (figure 1) se fait par des essais à différentes fréquences de chargement et à différentes températures; un faible niveau de déformation est appliqué pour ne pas endommager l'enrobé. Les essais de fatigue sont effectués à différentes températures en appliquant une déformation constante de manière à provoquer la rupture de l'enrobé, qui est atteinte lorsque sa rigidité a chuté de moitié. La réalisation des essais de fatigue à différents niveaux de déformation permet de tracer des « droites de fatigue » en coordonnées bilogarithmiques (figure 2).

### LES ENROBÉS DE L'AUTOROUTE 10

Des résultats d'essais de caractérisation de la rigidité et de la résistance à la fatigue ont été obtenus en laboratoire en 1998 sur

des échantillons reconstitués à partir des granulats et des bitumes utilisés en 1992 sur un site de l'autoroute 10 comprenant quatre sections expérimentales. L'enrobé est un MB-16 formulé avec quatre bitumes, deux 80/100 et deux 150/200; un bitume de chacune de ces classes de pénétration a été modifié (MG-90 et MG-175). La rigidité a été préalablement caractérisée à des fréquences de chargement de 1, 3, 10 et 30 Hz et à des températures de 5 °C et 15 °C (figure 1). Ensuite, la résistance à la fatigue a été caractérisée à deux niveaux de déformation, à raison de trois essais par niveau, à des températures de 5 °C et 15 °C et à une fréquence de 10 Hz (figure 2).

Les résultats ont été comparés à la performance observée sur le site. La fissuration par fatigue a été mesurée dans les traces de roue depuis la construction en 1992 (tableau 1).

Bitume temps	80/100	MG-90	150/200	MG-175
1 an	5,2		0,0	0,8
2 ans	11,4	4,4	0,5	1,1
2½ ans	35,4	18,0	3,5	7,7
4 ans	34,5*	53,0	4,6	9,9

\* Ne tient pas compte du carrelage (55,6 m<sup>2</sup>)

**Tableau 1 : fissuration de l'autoroute 10 (mm/m<sup>2</sup>)**

La rigidité est plus élevée à haute fréquence et à basse température, comme le montre la figure 1. L'enrobé formulé avec le bitume 80/100 présente la plus grande rigidité alors que celui formulé avec le MG-175 est le moins rigide. Les droites de fatigue de la figure 2 indiquent que l'enrobé MG 175 résiste mieux à la fatigue que l'enrobé 80/100.

### DISCUSSION

On constate qu'un bitume à pénétration élevée, donc plus mou, résiste mieux à la fissuration par fatigue. Cependant, on doit également considérer d'autres facteurs dans la conception des enrobés (orniérage, désenrobage, etc.). D'autre part, d'autres essais doivent être réalisés en laboratoire, en particulier à faible niveau de déformation, avant de mettre au point la méthode d'essai et d'analyse de la résistance à la fatigue des enrobés. D'autres essais seront nécessaires aussi pour estimer le facteur de correction qui doit être appliqué au nombre de cycles en laboratoire pour correspondre au nombre d'essieux sur la route. L'étude doit donc être poursuivie.

La caractérisation d'un paramètre additionnel complétant l'information fournie par la valeur de la rigidité, l'angle de phase, semble une avenue intéressante pour expliquer l'influence de la température et du temps de chargement sur la résistance à la fatigue de l'enrobé. Ce paramètre semble confirmer qu'un bitume mou offre une meilleure résistance à la fatigue. En effet, un angle de phase élevé indique un aspect visqueux important de l'enrobé, ce qui semble correspondre à une faible valeur de rigidité et à une résistance à la fissuration par fatigue élevée.

### CONCLUSION

Le MTQ a acquis récemment un appareillage permettant de mesurer en laboratoire la rigidité et la résistance à la fatigue des enrobés. La caractérisation de ces paramètres permettra d'optimiser la méthode de dimensionnement des chaussées et d'améliorer la performance des enrobés. Cette approche doit maintenant être éprouvée.

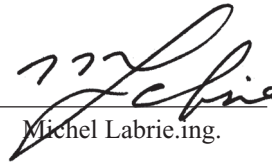
**Note :** Ces travaux ont été réalisés dans le cadre des travaux de maîtrise de Félix Doucet, sous la direction de Claude Lupien, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.

### RÉFÉRENCE

Doucet, F., Savard, Y., Lupien, C., Langlois, P. 1999, *La caractérisation de la rigidité et de la résistance à la fatigue des enrobés du site expérimental C-SHRP de l'autoroute 10*, compte rendu du congrès de la CTAA, Canadian Technical Asphalt Association, Québec, novembre 1999.

**RESPONSABLES :** Pierre Langlois, M. ing.  
Service des matériaux  
d'infrastructures  
Yves Savard, ing., M. Sc.  
Service des chaussées

**DIRECTEUR :**



Michel Labrie, ing.

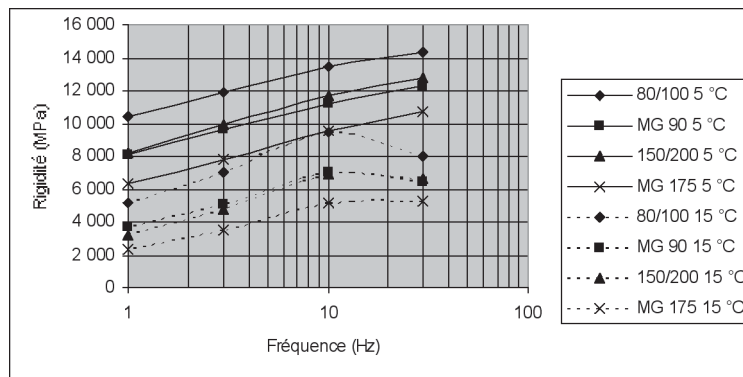


Figure 1 : caractérisation de la rigidité des enrobés de l'autoroute 10

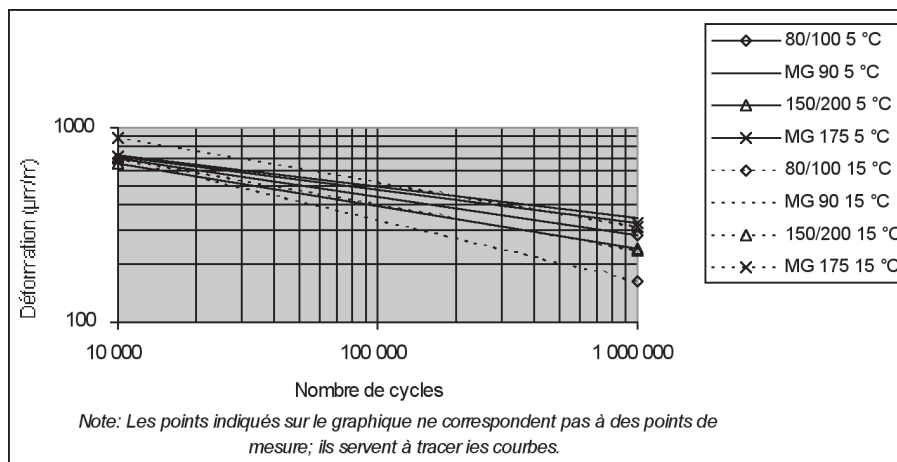


Figure 2 : caractérisation de la fatigue des enrobés de l'autoroute 10