

Chaussée souple à durée de vie prolongée

PROBLÉMATIQUE

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) dimensionne une chaussée souple pour 15 ou 20 ans selon la classification de la route (premier cycle de vie utile). Le resurfaçage ou le renforcement se fait ensuite tous les 10 ans environ, sur une chaussée bien souvent très fissurée. En effet, la rigueur du climat favorise la remontée rapide des fissures en surface, ce qui diminue la durée de vie des interventions. Pourtant, l'adoption des nouvelles classes de performance de bitume (PG) tirées du programme Superpave américain a significativement amélioré la performance des enrobés, si bien que la durée de vie en regard du retrait thermique a presque doublé au cours des dix dernières années (1). Il serait désormais souhaitable de prévoir une période de conception de route supérieure à 20 ans.

Le principal dommage infligé à la chaussée par le trafic lourd se manifeste dans le revêtement bitumineux par la formation de fissures de fatigue dans les sentiers de roues. Or la résistance à la fatigue des enrobés utilisés par le MTQ pourrait être augmentée. Il est possible en effet de concevoir un revêtement qui résiste à ce phénomène. On le désigne par « Perpetual Pavement » ou « Extended Life Asphalt Pavement ». Ce bulletin fait le point sur la question.

PRINCIPE

Le principe d'une chaussée souple à durée de vie prolongée est relativement simple. Les fissures de fatigue se développent lorsque la déformation en tension à la base du revêtement dépasse la résistance du matériau pour un nombre de répétitions donné. La déformation en tension du revêtement est directement influencée par le module dynamique de l'enrobé, par l'intensité de la charge et par l'épaisseur du revêtement. En fait, il s'agit d'utiliser une épaisseur suffisante de revêtement pour que les contraintes répétées en tension à la base du revêtement causent des dommages négligeables à l'enrobé. Pour atteindre cet objectif, on a avantage à décomposer le revêtement en trois couches (couche de roulement, couche intermédiaire et couche de base) et à adapter les caractéristiques des enrobés aux contraintes qu'ils subissent.

TYPE D'ENROBÉS

Pour atteindre cet objectif, l'enrobé de la couche de roulement doit résister non seulement à la compression, mais aussi au fluage, à l'arrachement et au désenrobage, tout en ayant une texture de surface rendant la conduite sécuritaire en toute

saison. L'enrobé de surface peut être une couche de roulement mince. Elle sera remplacée pour des raisons d'usure ou de dégradations après une longue période d'utilisation. La pose de ce type d'enrobé s'effectue à des endroits où la circulation est intense, la nuit, rapidement, de façon à réduire le désagrément pour les usagers. Il devrait être plus facile et plus économique de conserver ainsi la structure de chaussée pendant plusieurs décennies. L'enrobé EG-10 est couramment utilisé en surface depuis 1993.

La couche intermédiaire doit être un enrobé à haut module et résistant à l'orniérage. L'enrobé EB-20 de la norme 4201 du MTQ peut être utilisé comme couche intermédiaire. Il convient moins bien à la couche de base dans l'optique d'une chaussée à durée de vie prolongée. L'enrobé posé directement sur la fondation granulaire doit être constitué d'un mélange à teneur en bitume élevée pour mieux résister aux efforts de tension responsable du phénomène de fatigue.

Il faut noter aussi que les trois couches d'enrobé doivent être collées fermement entre elles afin de former un revêtement solidaire sur sa pleine épaisseur. Ce type de revêtement n'empêchera pas l'apparition de fissures transversales par retrait thermique. Mais le respect des classes de performance de bitume et une plus forte épaisseur de revêtement retardent leur apparition de façon significative.

Le MTQ a mis au point deux nouveaux enrobés utilisables pour les différentes couches de revêtement d'une chaussée à durée de vie prolongée. L'enrobé GB-20, semblable à l'enrobé EB-20, est formulé à la presse à cisaillement giratoire (PCG) et peut être utilisé en couche intermédiaire. La PCG permet de formuler ce type d'enrobé avec un échantillon plus représentatif car la dimension des moules utilisés est mieux adaptée aux granulats de 20 mm. L'enrobé GB-20 semble tout indiqué pour la couche intermédiaire puisque son module dynamique est plus élevé que celui de l'enrobé ESG-5 (figure 1). L'enrobé ESG-5 est aussi un enrobé formulé à la PCG. Il est semblable à l'enrobé EB-5 utilisé depuis quelques années. Sa fabrication implique l'utilisation des classes granulaires 0/2,5 mm et 2,5/5 mm afin d'optimiser la formule requise. Les vides intergranulaires du ESG-5 sont généralement plus élevés que ceux du EB-5, permettant d'augmenter la teneur en bitume. L'enrobé ESG-5 est tout indiqué pour la couche de base puisque sa résistance à la fatigue est nettement supérieure à celle du GB-20 (figure 2).

CONCEPTION STRUCTURALE

Le calcul des épaisseurs de revêtement a été réalisé pour une autoroute qui supporte un trafic équivalent à 1 million d'ECAS

par année avec une croissance annuelle de 2 %. Le logiciel *Chaussée* (3) recommande un revêtement de 230 mm (A) pour supporter 25 millions d'ECAS pendant 20 ans, ou 280 mm (B) pour supporter 90 millions d'ECAS pendant 50 ans (figure 3). Un calcul mécanisto-empirique (*Info DLC*, vol. 3, n° 9, septembre 1998) indique que la courbe de fatigue du ESG-5 (PG 58-34) permet de réduire l'épaisseur du revêtement à 250 mm (C), à condition que cet enrobé constitue la base du revêtement sur une épaisseur d'au moins 25 % de l'épaisseur totale, de façon à éviter que la rupture en fatigue se fasse dans le GB-20. Les épaisseurs des couches de fondation et de sous-fondation doivent aussi être calculées pour éviter tout excès d'orniérage.

CONCEPTION AU GEL

L'optimisation du revêtement ne résout pas le problème de gel. Au contraire, l'objectif poursuivi augmente l'importance d'éliminer le risque de soulèvement différentiel sous l'effet du gel. Le critère usuel de protection partielle contre le gel peut se révéler insuffisant en présence de sols gélifs. Une conception thermique particulière est nécessaire lorsque le gel atteint un matériau situé à moins de 2 m de la nappe phréatique et présentant plus de 30 % de particules fines. Cette conception thermique doit alors être faite au moyen d'une simulation numérique permettant de limiter les soulèvements au gel à moins de 40 mm. Le potentiel de ségrégation SP qui caractérise la gélivité des sols peut être utilisé dans l'étude (*Info DLC*, vol. 7 n° 2, février 2002). Cette conception peut se traduire par une sous-fondation plus épaisse ou par le recours à un isolant thermique.

CONCLUSION

Le revêtement d'une chaussée souple à durée de vie prolongée consiste essentiellement à revoir la conception de la chaussée en prévision d'une plus longue durée de vie. Il s'agit notamment de superposer trois couches d'enrobé de caractéristiques différentes et ayant chacune leurs fonctions. Ce type de revêtement est légèrement plus épais et sa durée de vie pourrait atteindre 50 ans avec un minimum d'entretien, à condition que la fondation soit aussi dimensionnée correctement en ce qui a trait à l'épaisseur, à la résistance au gel et à la qualité des matériaux. Les opérations de resurfage sont plus espacées dans le temps et le désagrément pour les usagers de la route est moindre. Le développement des fissures de fatigue d'un tel revêtement est empêché et les fissures de retrait thermique sont moins nombreuses. Les fissures thermiques peuvent d'ailleurs être réparées (*Info DLC*, vol. 6, n° 11, nov. 2001) ou scellées (2), permettant aussi de prolonger d'une manière appréciable la durée de vie de la chaussée.

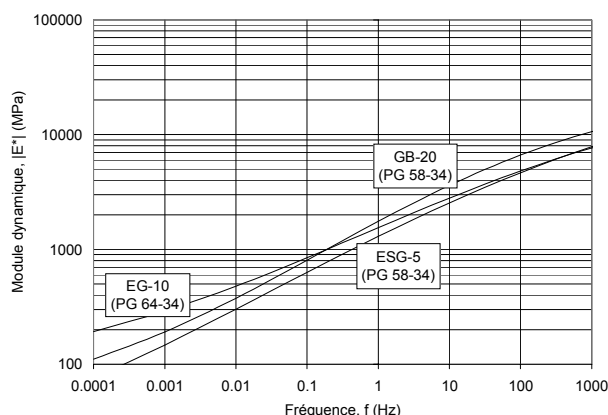


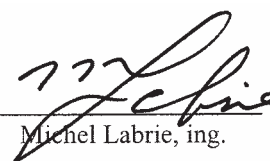
Figure 1 : Courbes maîtresses de module dynamique à 15 °C

Ce revêtement à trois couches devrait être une solution économique à long terme. Le MTQ prévoit faire des planches d'essai bientôt pour valider la méthode.

RÉFÉRENCES

- (1) Savard Yves, de Blois Kate, Leroux Diane, Pouliot Nadia, Lepert Philippe, Rêche Michel, « Amélioration de la performance des chaussées souples 1992-2002 (construction ou reconstruction) », 39e Congrès annuel de l'AQTR, 2004, Québec, Canada.
- (2) MTQ, *Guide de scellement de fissures*, Publications du Québec, avril 2004.
- (3) MTQ, Logiciel de dimensionnement des chaussées, www.mtq.gouv.qc.ca, réseau routier, chaussées.

RESPONSABLES : Pierre Langlois, M.ing.
Denis St-Laurent, ing. M.Sc.
Service des chaussées
Félix Doucet, ing. M.Sc.A.
Service des matériaux d'infrastructures

DIRECTEUR : 
Michel Labrie, ing.

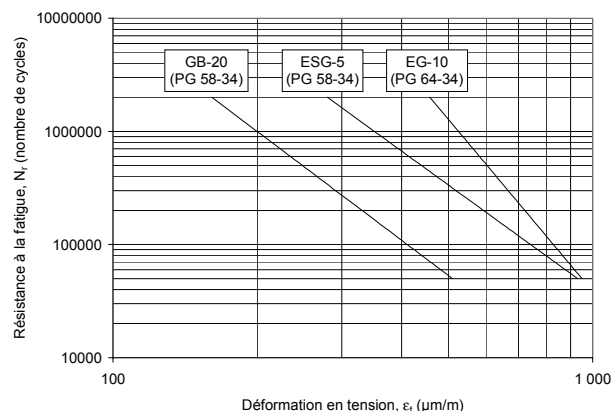


Figure 2 : Courbes de résistance à la fatigue à 10 Hz et 15 °C

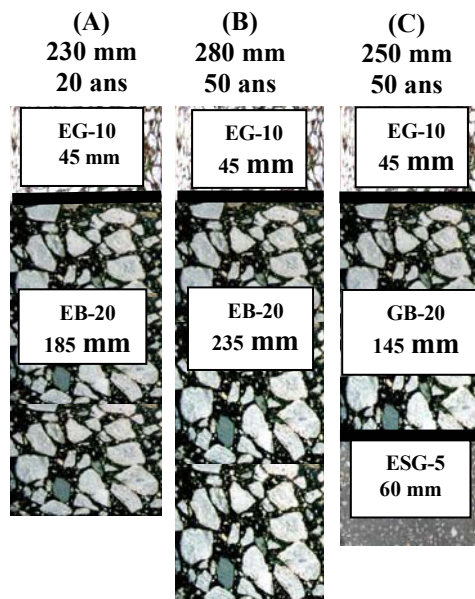


Figure 3 : Structure type d'un revêtement de chaussée de 20 ans et 50 ans