

PROBLÉMATIQUE

Il est reconnu que les conditions de collage à l'interface entre les couches de revêtement modifient la distribution des contraintes et des déformations dans une chaussée flexible ou semi-rigide et influencent la résistance à la fatigue du revêtement sous chargement cyclique [1, 2]. Une mauvaise adhésion entre les couches peut mener à la dégradation prématurée de la chaussée et à l'apparition de fissures longitudinales de fatigue en pistes de roue, de carrelage, de pelades, de nids-de-poule, etc.

Jusqu'à tout récemment, aucun essai ne permettait de quantifier, en chantier, la qualité du collage des couches. Depuis près de deux ans, le ministère des Transports du Québec (MTQ) réalise des essais en chantier au moyen d'un appareil de traction hydraulique simple, fiable et rapide (photo 1).

L'appareil a d'abord été conçu en 1998 en partenariat avec le Centre de recherche et de contrôle appliqué à la construction (CRCAC). Le MTQ y a par la suite apporté plusieurs modifications en vue d'en améliorer la fiabilité, d'en simplifier le mode de fonctionnement et de diminuer le temps nécessaire à la réalisation d'un essai. La modification la plus importante a été de remplacer le système de préhension avec colle époxy par un système de préhension sans colle (photo 2). Le coût par essai demeure faible.

PRINCIPE DE L'ESSAI

L'essai de mesure de la force de liaison entre deux couches d'enrobé *in situ* consiste à effectuer un carottage d'un diamètre de 100 mm, à environ 10 à 20 mm sous l'interface entre la couche de surface et la couche sous-jacente. Un système de préhension sans colle est placé sur le pourtour de la carotte jusqu'à une profondeur de 35 mm dans la couche de surface. Une contrainte de traction est appliquée à un taux de chargement d'environ 240 N/s. La contrainte maximale atteinte avant la rupture de même que l'endroit où la rupture se produit sont notés.

Les essais sont difficilement réalisables lorsque la température du liant entre les deux couches est supérieure à 25 °C. L'application de glace à la surface de l'enrobé, quelques minutes avant l'essai, permet de contourner ce problème et de procéder à des essais quelques heures seulement après la mise en place d'un enrobé ou sur une chaussée en service lors d'une journée chaude. L'enrobé de surface doit avoir une épaisseur supérieure à 35 mm pour que puisse être installé le système de

préhension sans colle. Enfin, la résistance à la traction de l'interface ne peut pas être mesurée si elle est supérieure à la résistance à la traction de l'enrobé lui-même. On présume alors que la résistance à la traction à l'interface est au moins égale à celle de l'enrobé. La différence de résultats entre deux essais sur des éprouvettes semblables est généralement inférieure à 10 %.

CORRECTION DE LA RÉSISTANCE EN TRACTION

La résistance à la traction d'un matériau viscoélastique est grandement influencée par la température mais aussi par la vitesse de traction. L'appareil de mesure d'adhésion des couches (AMAC) fonctionne à taux de chargement constant et non pas à vitesse de traction constante comme le fait le dynamomètre à soufflet métallique [3]. La valeur de résistance à la traction obtenue avec l'AMAC ne doit donc être corrigée que pour la température.

La susceptibilité thermique des liants hydrocarbonés, et par conséquent leur résistance à la traction, est influencée par l'origine du brut de pétrole, le procédé de fabrication et le niveau d'oxydation (nombre d'années de service). L'AMAC peut être utilisé pour mesurer la force de liaison entre deux couches d'un vieux revêtement ou d'un revêtement qui vient d'être posé. La correction pour la température est établie pour les enrobés de moins d'un an. Les essais de traction en laboratoire servant à l'établissement de cette correction sont effectués sur les principaux liants d'accrochage disponibles sur le marché québécois. Ces essais sur des liants parfaitement curés sont réalisés environ 24 heures après le collage des couches dans une chambre à température contrôlée. Ils sont effectués à trois températures différentes (5 °C, 15 °C, 22 °C). La relation obtenue à ce jour entre la température et la résistance à la traction est linéaire, pour ce domaine de température, et sera améliorée au fil des essais réalisés.

VALEURS LIMITES DE LA RÉSISTANCE EN TRACTION

Après avoir réalisé de nombreux essais en chantier et en laboratoire simulant les pires et les meilleures conditions, le MTQ considère que l'adhésion entre deux couches d'enrobé est adéquate si la résistance à la contrainte de traction est supérieure ou égale à 0,20 MPa à 20 °C. Les couches d'enrobé sont considérées comme parfaitement liées si la résistance à la contrainte de traction est supérieure ou égale à 0,40 MPa à 20 °C. À une température relativement chaude (plus de 25 °C), la cohésion du liant d'accrochage limite la liaison entre les deux couches, alors qu'à basse température (moins de 5 °C), la force

de liaison est habituellement limitée par l'adhésion entre le liant d'accrochage et l'enrobé. Il est préférable de mesurer la force de liaison entre deux enrobés entre 10 °C et 25 °C lorsque le liant et l'enrobé ne sont pas dans un état trop rigide ni trop visqueux.

CONTRÔLE ET MISE EN ŒUVRE

Comme bien d'autres organisations du domaine du transport, le MTQ spécifie contractuellement qu'un liant d'accrochage doit être appliqué uniformément entre les couches d'enrobé au taux de bitume résiduel de 0,20 l/m² sur une surface en enrobé non planée ou en béton de ciment. Ce taux de 0,20 l/m² est généralement suffisant pour noircir complètement la surface lorsque la rampe distributrice sous pression est en bon état et bien ajustée et que l'émulsion est utilisée à la température recommandée par le fabricant. Ce liant doit rester en place après le passage des camions. Si l'entrepreneur applique la quantité requise de liant d'accrochage mais que ce dernier est arraché en raison de mauvaises méthodes de travail, comme une circulation exagérée ou hâtive des camions sur le liant d'accrochage, l'entrepreneur contrevient à l'article 13.2.4 du CCDG (photo 3). Le MTQ subit alors un préjudice important, car la couche de surface n'est pas liée adéquatement à la couche sous-jacente.

La durée de vie d'une route dont les couches sont liées est trois fois supérieure à celle d'une route dont les couches d'enrobés ne le sont pas [2]. La liaison est meilleure si le liant est appliqué sur une surface propre et sèche et si l'enrobé est posé sur un liant dont la cure est terminée. La durée de cure d'une émulsion varie selon les conditions météorologiques. Elle est de l'ordre de 20 minutes par temps chaud, ensoleillé, légèrement venteux et sec. Elle peut être de plus d'une heure l'automne ou la nuit (moins de 10 °C, plus de 80 % d'humidité).

CONCLUSION

L'appareil de mesure d'adhésion des couches permet d'apprécier l'effet bénéfique des bonnes pratiques en chantier sur la liaison des couches. Cet appareil peut également aider à expliquer la performance ou la contre-performance des chaussées. Le MTQ dispose de deux prototypes pour réaliser des essais et des suivis de performance. Ces travaux contribueront à favoriser le développement et l'usage adéquat de liants d'accrochage performants.

De nouveaux critères de performance devraient d'ailleurs bonifier la norme MTQ 4105 sur les émulsions dans les prochaines années.

Plusieurs prescriptions de moyens sur la mise en œuvre ont été retirées de la dernière édition du CCDG. Afin d'améliorer la durabilité des chaussées, il n'est pas exclu que le MTQ applique, d'ici quelques années, une exigence relative à la performance de la liaison des couches. Plusieurs étapes doivent être franchies au préalable, dont la normalisation de l'essai. Le prix de cet appareil ne devrait pas faire obstacle à son utilisation, car le coût des pièces et de la main-d'œuvre pour le fabriquer au MTQ est inférieur à 10 000\$.

RÉFÉRENCE

[1] Tschegg, E.K., Kroyer, G., Tan, D.M., Stanzl-Tschegg, S.E., Litzka, J. (1995), *Investigation of bonding between asphalt layers on road construction*, J. Transp. Eng., 121(4), p. 309-316.

[2] Chaignon, F., Roffé, J.-C. (2001), *Characterisation tests on bond coats: Worldwide study, impact, tests, recommendations*, Canadian Technical Asphalt Association Proceedings, p. 141-151.

[3] Druon, M. (1989), *L'essai d'adhérence sur les chapes en feuille de bitume polymère*, Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, n° 159, p. 23-26.

RESPONSABLE : Gaétan Leclerc, chim., M. Sc.
Service des matériaux
d'infrastructures

DIRECTEUR : _____

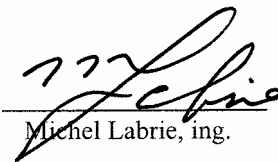

Michel Labrie, ing.



Photo 1 – Appareil de traction



Photo 2 – Système de préhension sans colle

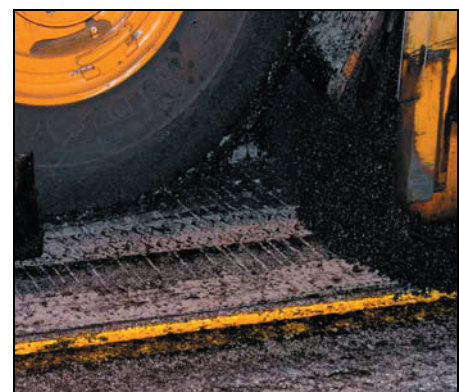


Photo 3 – Mise en œuvre déficiente