

Gravillonnage efficace : *Mises à l'essai de gravillon intégré en surface sur l'asphalte coulé gravillonné (SMA) pour améliorer la friction à l'état neuf initial*

Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) est constamment à la recherche de technologies novatrices pour améliorer la sécurité routière et le rendement des routes. Il a adopté l'asphalte coulé gravillonné (Stone Mastic Asphalt - SMA) à titre de mélange pour couches de surface de première qualité en raison de son excellent rendement démontré. Un sujet de préoccupation du ministère est que le SMA fraîchement posé possède des propriétés de friction moindres, bien que ce problème s'estompe rapidement. Des constatations semblables ont été signalées par d'autres organismes aux É.-U., en Europe et en Australie. Pour obtenir une friction accrue immédiatement après la construction, le ministère a mis à l'essai l'utilisation de sable gravillonné intégré à la surface du SMA pendant l'asphaltage. Cette technologie à gravillon intégré est nouvelle au Canada, et les essais du ministère à Burlington (Ontario) ont été les premiers essais menés sur une route provinciale.

Asphalte coulé gravillonné (SMA)

Le SMA est utilisé comme mélange de couches de surface de première qualité sur les grandes routes de l'Ontario depuis 2002. Ce produit donne des surfaces hautement texturées, durables et résistantes à l'orniérage, qui sont également plus résistantes à la fissuration. Le SMA est un enrobé ouvert dont le squelette du granulat est d'environ 70 %. Lorsqu'il est adéquatement conçu, produit et posé, le squelette pierreux du SMA lié par un riche enrobé offre les avantages suivants :

- le contact des gros granulats pierre sur pierre à friction interne élevée donne une excellente résistance à l'orniérage;
- le contenu plus élevé en liant et le mastic riche se traduisent par une durabilité accrue, une bonne résistance à la fatigue et une moins grande tendance à la fissuration à basse température;

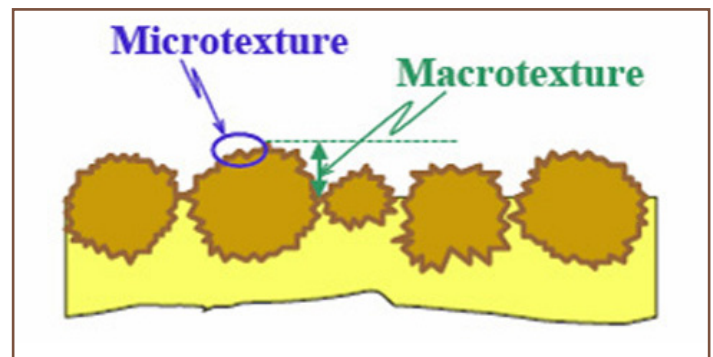


Figure 1 : Illustration de microtexture et de macrotexture (Flintsch et coll., 2003)

- la macrotexture du mélange de SMA permet un meilleur drainage de la surface (réduction des éclaboussures), une bonne résistance frictionnelle et des caractéristiques de texture de surface à meilleure réduction du bruit, comparativement à l'asphalte mélangé à chaud (AMC) à densité classique;
- une durée de vie utile prolongée, ce qui en fait un revêtement économique et durable.

Le revêtement en SMA présente une résistance frictionnelle accrue, qui provient de la combinaison de la grosse texture de la surface (macrotexture) et de la microtexture des granulats exposés (figure 1). La résistance à l'orniérage provient du contact pierre sur pierre. La microtexture procure une friction sur le revêtement à basse vitesse et la macrotexture le fait à haute vitesse, tout en réduisant les risques d'aquaplanage. La figure 2 illustre les différences entre le SMA et l'AMC classique à densité élevée. >

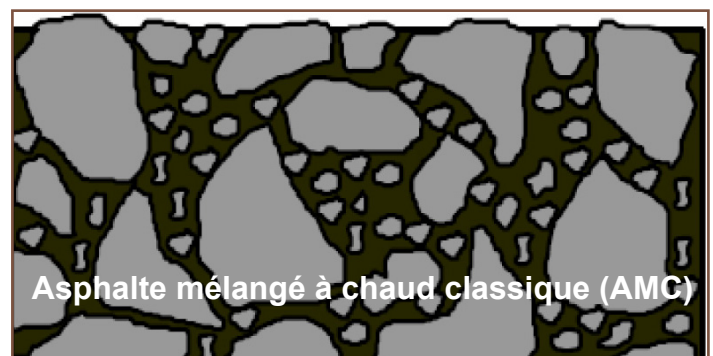


Figure 2 : Comparaison des structures du SMA et de l'AMC à densité classique

Mises à l'essai de gravillon intégré en surface sur l'asphalte coulé gravillonné (SMA) pour améliorer la friction à l'état neuf initial, suite

Premiers essais de l'Ontario avec gravillon intégré en surface à l'asphalte coulé gravillonné

On veut obtenir une meilleure friction à l'état neuf initial de la surface du SMA immédiatement après la construction et avant l'ouverture de la route à la circulation. La nécessité d'améliorer la friction à l'état neuf initial de la surface du SMA a motivé le ministère à suspendre l'utilisation du SMA pendant qu'il recherchait des méthodes différentes de rehausser la friction à l'état neuf initial. Dans l'interim, le ministère exige le Superpave 12.5FC 2 au lieu du SMA. Pour résoudre les questions de friction de surface, le ministère a formé un groupe de travail conjoint sur le SMA afin d'évaluer diverses méthodes (conception des mélanges et construction) pour améliorer la friction à l'état neuf initial du SMA. Le groupe de travail sur le SMA est constitué de fonctionnaires du ministère et de représentants de l'industrie, dont l'Ontario Hot Mix Producers Association, de conseillers et d'entrepreneurs. Le groupe de travail sur le SMA a examiné les cahiers des charges actuels et encadré des essais intenses en laboratoire, ce qui a donné lieu à un cahier des charges révisé pour le SMA.

En 2009, le ministère a réalisé son premier essai en utilisant le cahier des charges révisé pour le SMA sur un tronçon de l'autoroute Queen Elizabeth à la hauteur du ruisseau Red Hill, et a obtenu des résultats encourageants. Par la suite, en 2010, le ministère a mené des essais sur les voies en direction nord d'un tronçon de l'autoroute 400 entre l'autoroute 407 et Bass Pro Drive en utilisant trois sources de granulats et deux fillers. Ces essais sur l'autoroute 400 comprenaient aussi l'évaluation d'une application légère de sable de gravillonnage sur la surface de SMA compactée afin d'accélérer l'abrasion de la couche de granulats de liaison asphaltique sur le fini neuf de la surface de SMA.

Les résultats obtenus par le ministère avec ses essais sur l'autoroute 400 ont indiqué que l'utilisation de sable de gravillonnage après la construction n'était pas aussi efficace pour améliorer la friction à l'état neuf initial de la surface SMA; le ministère a ensuite fait un nouvel essai de sable de gravillonnage intégré afin d'améliorer la friction à l'état neuf initial.

Essais de gravillonnage intégré sur l'autoroute Queen Elizabeth (QEW) en 2011

En 2011, deux contrats visant la pose de SMA ont été accordés pour la QEW, près de Burlington (Ontario), afin d'évaluer la technologie du sable de gravillonnage intégré. Ces contrats consistaient à fraiser et à recouvrir avec une couche de liant Superpave 19.0 et de couches de roulement de SMA 12.5.

Le ministère a adopté une disposition spéciale non standard pour les travaux de construction liés aux essais de gravillonnage du SMA. Deux mélanges de SMA 12.5 et trois matériaux de gravillonnage utilisés à des taux d'application différents ont été évalués, y compris du sable non enrobé ainsi que du sable légèrement enrobé de liant asphaltique.



Figure 3 : Gravillonneuse sur les lieux de la démonstration à Burlington et gros plan du gravillonnage enrobé non compacté (fond).

Pour ces essais, on a utilisé du sable de gravillonnage enrobé et non enrobé qu'il a fallu traiter dans une installation de mélange à chaud. Le gravillonnage enrobé a nécessité une teneur en liant asphaltique de 0,8 à 1,0 %. Les matériaux de gravillonnage enrobé et non enrobé étaient appliqués à chaud à une température minimale de 80°C durant la pose afin d'assurer que le sable était exempt de grumeaux ou d'agglomérations. À des fins de comparaison, on a utilisé comme témoins des sections adjacentes de la route sans gravillonnage.

Gravillonneuse

Pour les deux essais de gravillonnage, on a utilisé une gravillonneuse Dynapac spécialisée à double rouleau lisse compacteur munie d'une trémie et d'un levier de commande du taux d'application (figure 3). La trémie de la gravillonneuse est conçue pour une distribution uniforme des matériaux de gravillonnage à des taux d'application préétablis. La trémie était réapprovisionnée sur place pour réaliser une opération de gravillonnage continue et une pose uniforme du gravillon. Il fallait deux passages de la gravillonneuse pour couvrir toute la largeur de la voie, ce qui s'est fait sans chevauchements entre les deux passages. >

Mises à l'essai de gravillon intégré en surface sur l'asphalte coulé gravillonné (SMA) pour améliorer la friction à l'état neuf initial, *suite*



Figure 4 : Vérification du taux d'application effectuée avant l'asphaltage. Pour l'application de sable de gravillonnage non enrobé, la surface finie au SMA a été balayée pour enlever tout excès de sable (flottant).



Figure 5 : Gravillon enrobé intégré au rouleau sur la surface SMA chaude.

Construction

AECON Construction and Materials Limited a construit les premières sections de gravillonnage intégré sur la QEW à la hauteur de Burloak Drive dans les 2^e et 3^e voies en direction de l'est. Le gravillonnage a d'abord été appliqué sur des sections d'environ 200 m dans les deux voies du North Service Road à Burlington, afin de démontrer l'équipement spécialisé de gravillonnage et l'opération de nettoyage et d'évaluer la texture obtenue. Après la réussite des essais de démonstration, l'entrepreneur a poursuivi les travaux sur les sections des essais en tant que tels sur la QEW qui sont résumés ainsi :

AECON a utilisé du sable fabriqué à Caledon aux divers taux d'application ci-dessous, comme on l'a vérifié sur place (figure 4) sur recouvrement nu avant l'asphaltage :

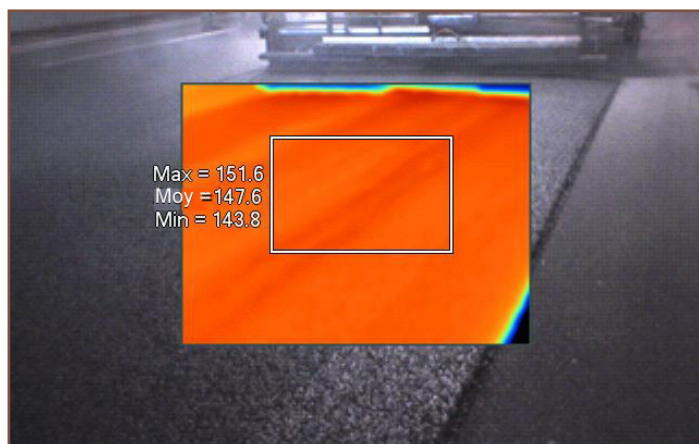
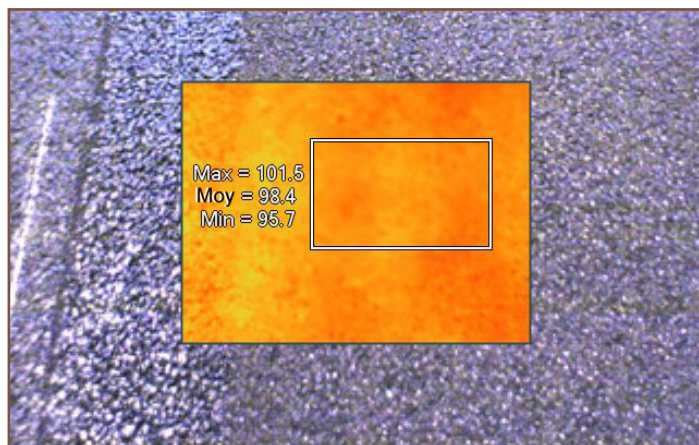


Figure 6 : Image thermique du sable de gravillonnage sur la surface SMA pendant le compactage (haut). Image thermique de la pose de SMA à l'arrière du finisseur (fond).

- Voie est 2 : Gravillonnage au sable non enrobé (section de ~ 1 km)
 - Première section de 500 m à un taux d'application de 1,0 kg/m²
 - Deuxième section de 500 m à un taux d'application de 0,75 kg/m²
- Voie est 3 : Gravillonnage au sable enrobé de liant asphaltique 1 % (section de ~ 1 km)
 - Première section de 500 m à un taux d'application de 0,9 kg/m²
 - Deuxième section de 500 m à un taux d'application de 0,5 kg/m²

Les deuxièmes sections des essais ont été construites par Dufferin Construction Company dans la voie 2 est de la QEW à la hauteur de la Third Line, en utilisant un gravillonnage au sable enrobé avec liant asphaltique à 1 % (section ~ 2 km), à un taux d'application de 0,75 kg/m². L'enlèvement d'excédent de gravillon n'a pas été nécessaire. Les essais sont résumés ainsi : >

Mises à l'essai de gravillon intégré en surface sur l'asphalte coulé gravillonné (SMA) pour améliorer la friction à l'état neuf initial, suite

- Première section de 1 000 m : gravillon enrobé (liant asphaltique 1 %)
 - Sable de gravillonnage : trapp de l'Ontario (fines DFC)
- Deuxième section de 1 000 m : gravillon enrobé (liant asphaltique 1 %)
 - Sable de gravillonnage : sable à haute stabilité (carrière de Milton)

Les mesures de la température du sable de gravillonnage dans la trémie de la gravillonneuse s'échelonnaient de 80°C à 125°C. Le sable de gravillonnage a été appliqué à la couche de SMA après un ou deux passages de bris du gravillon lorsque le mélange était encore chaud, puis on passait le rouleau-compacteur (figure 5). La température du SMA pendant la pose à l'arrière du finisseur allait de 140°C à 160°C (figure 6).

Difficultés éprouvées lors des essais

Dans l'ensemble, les essais de gravillonnage intégré du ministère ont été positifs, même s'il y a eu quelques défis à relever initialement. Au cours des premiers essais, on a constaté que le rouleau ramassait une certaine quantité de sable de gravillonnage non enrobé qui se trouvait sur la couche de base. On a réglé ce problème en réduisant le mouillage du rouleau; il a toutefois fallu procéder à des retouches à certains endroits. De même, une certaine quantité de poussière était soulevée pendant l'opération de balayage du sable de gravillonnage non enrobé, ce qui pourrait constituer un problème immédiatement après l'ouverture de la route à la circulation.

Le deuxième essai a été réalisé uniquement avec du sable enrobé. Pour assurer la durabilité du marquage des voies, le gravillonnage n'a pas été effectué sur une bande d'une largeur d'un pied. La largeur du finisseur peut présenter un problème pour les entrepreneurs en ce qui a trait au recouvrement de la largeur d'une voie et cela pourrait exiger certaines modifications comme l'utilisation d'un finisseur à rouleau plus large pour l'application du gravillonnage.

Conclusions et plans futurs

Le ministère a encadré les essais de gravillonnage du SMA sur la QEW juste après la construction et a suivi les endroits témoins en effectuant des tests périodiques de résistance frictionnelle à la limite de vitesse affichée en juin, juillet, août et septembre 2011. Le MTO a utilisé un vérificateur de la friction à roues bloquées, une remorque à force de freinage ASTM E-274 à pneus nervrés standards pour mesurer sur place la friction sur pavé mouillé. À des fins de comparaison, des sections de SMA adjacentes sans gravillonnage ont également été testées en 2012 afin d'évaluer le rendement du gravillonnage sur la surface du SMA des essais.

Les vérifications de la friction faisant partie de ces essais ont révélé que le gravillonnage améliore efficacement la résistance frictionnelle à l'état neuf initial du SMA. La friction à l'état neuf



Figure 7 : Texture de la surface SMA terminée traitée au sable de gravillonnage enrobé et gros plan (en bas à gauche) illustrant les différences entre les textures de la surface SMA avec ou sans gravillonnage.

initial du SMA mis à l'essai juste après la pose (dans un délai d'un ou deux jours) des matériaux de gravillonnage enrobé et non enrobé s'est améliorée de 26 à 59 % aux divers taux d'application. La friction mesurée au bout de six à huit semaines suivant la construction présentait encore une résistance frictionnelle légèrement supérieure (2 à 11 %) comparativement aux sections témoins. Le ministère continuera à suivre et à évaluer le rendement de ces essais.

Selon les résultats, il appert que le gravillonnage non enrobé ou enrobé intégré peut améliorer significativement la friction à l'état neuf initial de la surface du SMA. Ces essais confirment aussi que la pose de matériaux de gravillonnage à chaud intégré à l'aide d'une gravillonneuse spécialisée est faisable et que l'enlèvement du gravillon enrobé excessif n'est pas nécessaire lorsqu'on utilise du gravillon enrobé.

En se fondant sur la réussite de ces deux essais, le ministère prévoit rétablir l'utilisation du SMA sur les routes à circulation élevée, en fonction d'un nouveau cahier des charges comprenant un gravillonnage intégré. Cela se fera par étapes, en consultation avec le groupe de travail sur le SMA conjoint du MTO et de l'industrie. L'emploi de sable de gravillonnage enrobé intégré avec un liant asphaltique à un taux d'application de 1,0 kg/m² s'avère une méthode efficace d'accroître la friction à l'état neuf initial de la surface du SMA. ●

Renseignements :

Imran Bashir, ingénieur en matériaux bitumineux, Section des matériaux bitumineux, Direction des normes routières, au 416 235-3546, ou à Imran.Bashir@Ontario.ca
OU

Anil Virani, ingénieur principal en matériaux bitumineux, Section des matériaux bitumineux, Direction des normes routières, au 416 235-3723, ou à Anil.Virani@Ontario.ca