

PROBLÉMATIQUE

Il est reconnu que la texturisation des surfaces en béton de ciment est essentielle afin de développer une bonne adhérence entre les pneus et la chaussée, et conserver cette adhérence dans le temps. Des suivis de performance réalisés depuis 1994 ont mis en évidence une diminution de l'adhérence et de la texture sur certains tronçons d'autoroute en béton de ciment [*Info DLC*, vol. 11, n° 7, septembre 2006]. Dès 2003, des mesures correctrices sur chaussées existantes, comme le grenailage, ont été prises pour régler ce problème. Depuis 2000, de nouvelles techniques de texturisation sur chaussées neuves, telles que le rainurage transversal, le rainurage longitudinal et le dénudage chimique, ont également été expérimentées. Ce bulletin décrit les caractéristiques et la mesure de l'adhérence, identifie les techniques de texturisation utilisées sur béton frais et béton durci, et présente quelques résultats des travaux effectués.

NOTIONS D'ADHÉRENCE

L'adhérence des pneus sur la chaussée dépend de plusieurs paramètres : les conditions de frottement (charge normale, trajectoire, vitesse du véhicule), les caractéristiques du pneu, les conditions météorologiques et les caractéristiques du revêtement telles que la macrotexture, la microtexture et la contamination de surface.

La macrotexture est créée par le relief donné par les granulats à la surface de la chaussée. Elle joue un rôle important dans l'évacuation des eaux de la surface de contact à l'interface pneu-chaussée et la prévention de l'aquaplanage. Elle est influencée par la forme, l'angularité et la dimension des granulats constituant le béton.

La macrotexture est mesurée sur la route soit par la mesure ponctuelle de la hauteur au sable ou HS (ASTM E 965), soit par un système de mesure en continu au laser optique monté sur un appareil portable (le TM2) qui mesure la profondeur moyenne du profil (PMP). Une valeur de HS supérieure à 0,60 mm est considérée comme adéquate pour la plupart des routes. La PMP doit être supérieure à 0,50 mm sinon une intervention correctrice peut être recommandée.

La microtexture est liée aux petites aspérités à la surface des granulats. Elle est influencée par la minéralogie et la texture cristalline des granulats. La microtexture influe grandement sur les distances de freinage sur chaussée humide et le maintien de la trajectoire dans les courbes.

La microtexture d'une chaussée est évaluée à l'aide de l'appareil SCRIM qui fournit un coefficient de frottement transversal (CFT) sur surface mouillée. Les seuils critiques de CFT sont étroitement liés aux limites de vitesse permises, au type de chaussée (séparée ou unique), au rayon de courbure, à la pente verticale, à la présence d'une intersection, d'un carrefour giratoire, d'un passage à niveau ou d'un passage pour piétons [1]. Pour tous les types et toutes les configurations de route, le Ministère demande un CFT moyen supérieur ou égal à 55. Dans certains cas, par exemple sur des routes à chaussées séparées sans intersection, avec un tracé droit et un profil plat, un CFT compris entre 40 et 55 peut être acceptable. Enfin, un CFT inférieur à 40 demande une investigation particulière et éventuellement une action correctrice qui tient compte de la macrotexture, du tracé de la route, des limites de vitesse permises et du débit de circulation.

La microtexture des gros granulats peut aussi être mesurée en laboratoire par l'essai de résistance au polissage des granulats (LC 21-102) qui procure un coefficient de polissage par projection (CPP). Ce dernier doit être supérieur à 0,45, selon la norme sur les granulats NQ 2560-114, ou à 0,50 sur les autoroutes à fort trafic selon les spécifications en vigueur. Cette exigence exclut plusieurs granulats, généralement de type calcaire et dolomitique.

Enfin, la distance d'arrêt d'un véhicule circulant à différentes vitesses sur chaussée sèche ou mouillée peut fournir un indice de l'adhérence d'une chaussée. Par exemple, à une vitesse de 100 km/h, une distance d'arrêt de 80 à 85 m sur surface mouillée et de 50 à 55 m sur surface sèche est considérée comme satisfaisante.

TEXTURISATION SUR BÉTON FRAIS

Avant 2000, la technique de texturisation de la surface d'une chaussée neuve consistait à glisser le tapis *Astroturf* longitudinalement sur le béton frais (figure 1). La surface obtenue était antidérapante au début mais s'usait rapidement sous l'action d'un trafic élevé. La pratique depuis 2000 consiste à rainurer transversalement le béton à l'état frais à la suite du passage du tapis *Astroturf* (figure 2). Les rainures, à angle, ont un espacement aléatoire, et la profondeur doit se situer entre 3 et 6 mm. Cette texture procure une meilleure adhérence que le tapis *Astroturf* seul, à court et à moyen terme. Le niveau sonore est cependant élevé et présumé être plus dérangent pour les riverains à cause des pics de fréquence discrète autour de 1000 Hz [*Info DLC*, vol. 11, n° 1, février 2006].

De façon expérimentale, le dénudage chimique (ou granulats exposés) et le rainurage longitudinal ont été utilisés sur de courts

tronçons de l'autoroute 40 en direction ouest à Montréal en 2004. Le dénudage chimique consiste à épandre un retardateur de prise à la surface du béton frais et à protéger la surface à l'aide d'une membrane étanche (figure 3) [2]. Quelques heures plus tard, le mortier dont la prise a été retardée est enlevé par brossage et lavage à l'eau sous pression. Le rainurage longitudinal est précédé du passage du tapis *Astroturf* (figure 4). Des rainures longitudinales d'une largeur de 3 mm, d'une profondeur de 3 à 6 mm et ayant un espacement de 20 mm sont moins bruyantes que des rainures transversales tout en permettant de conserver une bonne adhérence.

TEXTURISATION SUR BÉTON DURCI

Parmi les approches correctives sur béton durci qui ont été envisagées par le ministère des Transports du Québec (MTQ) pour augmenter l'adhérence des tronçons de routes déficients, notons le meulage au diamant, le grenailage et le recouvrement mince en enrobé bitumineux. Le meulage au diamant s'effectue à l'aide d'une machine équipée d'un tambour portant des disques recouverts de diamant (figure 5). Cette technique peut être coûteuse (de 3 à 5 \$/m²), offre une faible productivité (300 m²/h) et est principalement utilisée pour corriger l'uni lors de réparation des dalles, pour appliquer les clauses d'uni ou pour améliorer l'adhérence en présence de granulats de moins bonne qualité.

Le grenailage consiste à projeter à vitesse élevée de fines billes d'acier sur la surface du béton (figure 6). L'abrasion du mortier sur une profondeur allant jusqu'à 6 mm dégage la partie supérieure des granulats. Avec l'appareil *Skidabrader*, le grenailage est abordable (3,5 \$/m²) et présente un bon rendement (2 000 m²/h). La pérennité du traitement dépend de la résistance au polissage des granulats du béton de ciment.

Le recouvrement en enrobé bitumineux nécessite la mise au point d'un enrobé mince à granulométrie discontinue d'une épaisseur inférieure à 30 mm dont le collage avec le béton de ciment doit être excellent afin de résister aux contraintes de cisaillement élevées à l'interface. Il existe plusieurs produits sur le marché, mais aucun n'a encore été utilisé directement sur un revêtement en béton de ciment. Des planches expérimentales sont prévues dans les prochaines années.

QUELQUES RÉSULTATS

Les différents relevés d'adhérence au moyen du SCRIM effectués par le Service des chaussées en 2006 sur l'ensemble du réseau routier en béton à surface exposée montrent que le CFT varie de 30 à plus de 90 (figure 7). On note que 30 % de la longueur des chaussées auscultées présente un CFT inférieur ou égal à 40, qui est le seuil d'investigation. Les chaussées en béton de ciment étant généralement situées sur les autoroutes à chaussées séparées fortement circulées ayant un tracé droit et un profil plat, plus de 70 % de la longueur des chaussées auscultées montre un CFT acceptable dans ce cas supérieur à 40.

En ce qui a trait à la performance des techniques de texturisation sur chaussées neuves, le dénudage chimique réalisé sur deux planches d'essai de l'autoroute 40 donne d'excellents résultats de texture au moment de la mise en service, avec des PMP variant de 1,05 mm à 1,37 mm (figure 8). En comparaison, des valeurs moyennes de 0,92 mm et 0,83 mm sont obtenues sur le rainurage transversal. Le rainurage longitudinal montre une macrotexture comparable au rainurage transversal. Un an après la mise en service, on note une diminution de la macrotexture variant de 25 à 40 % selon la technique. Après deux ans, les plus récents relevés

montrent que la PMP du dénudage chimique avec granulats 5-20 mm rejoint celle du rainurage transversal n° 2 à 0,65 mm. D'autres relevés sont prévus en 2007.

Les relevés d'adhérence avec le SCRIM vont dans le même sens avec une diminution notable du CFT pour toutes les textures de l'ordre de 25 à 30 % en deux ans pour se situer entre 50 et 60 (figure 9). Il est possible que les granulats granitiques utilisés pour le projet de l'autoroute 40 (CPP d'environ 0,50) ne soient pas encore assez résistants au polissage pour un trafic lourd aussi élevé.

CONCLUSION

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a constaté une diminution marquée de l'adhérence sur certains tronçons d'autoroute en béton de ciment construits dans les années 90, texturés par le passage du tapis *Astroturf* et contenant des granulats peu résistants au polissage. Les mesures suivantes ont été adoptées pour contrer ce problème :

- interdiction de l'utilisation de granulats de nature calcaire et dolomitique dans la fabrication des bétons de surface;
- resserrement des exigences relatives aux propriétés des granulats (CPP≥0,50);
- ajout du rainurage transversal après le passage du tapis *Astroturf*;
- retexturisation des chaussées déficientes par grenailage.

Les résultats récents montrent tout de même une baisse de l'adhérence et de la texture durant les premières années et de l'usure importante dans les pistes de roue. Toutefois, on ne connaît pas le comportement à moyen et long terme de l'adhérence de ces revêtements en béton. Pour concilier adhérence élevée et faible bruit pneu-chaussée, des solutions telles que la pose du béton en deux couches avec un mélange plus fin et des granulats de très haute qualité (CPP≥0,55) en surface sont envisagées. Une étude plus détaillée de la microtexture des surfaces grenillées est également prévue pour tenter d'expliquer comment le mortier et les granulats se brisent sous l'impact des billes d'acier.

RÉFÉRENCES

- [1] AIPCR (2003) *Manuel de sécurité routière*. Recommandations de l'Association mondiale de la route, Paris, France, 602 p.
- [2] Thébeau, D. (2004) Le dénudage chimique comme technique de texturisation des chaussées en béton de ciment à Transports Québec, compte rendu, Congrès annuel de l'ACI - Section du Québec et de l'Est de l'Ontario, Sherbrooke, décembre 2004.

RESPONSABLES : Denis Thébeau, ing.
Nadia Pouliot, ing. Ph.D.
Service des chaussées

DIRECTEUR :



Claude Tremblay, ing.



Figure 1 : Tapis Astroturf



Figure 2 : Rainurage transversal

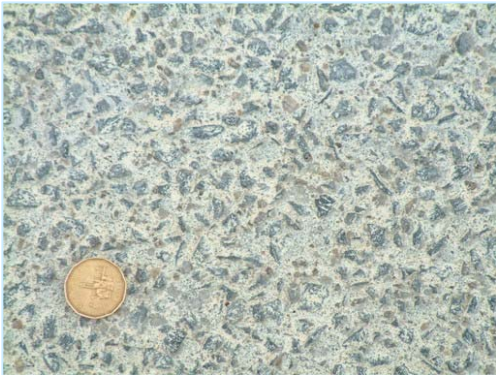


Figure 3 : Dénudage chimique



Figure 4 : Rainurage longitudinal



Figure 5 : Meulage au diamant



Figure 6 : Grenailage

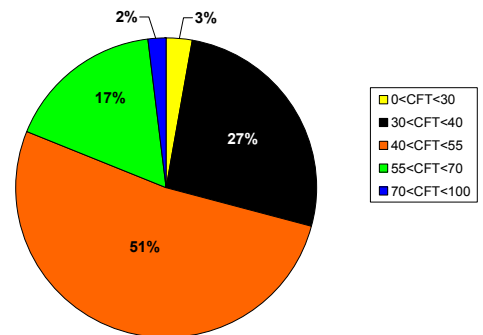


Figure 7 : Relevés SCRIM en 2006 sur chaussées en béton (423 km de relevés)

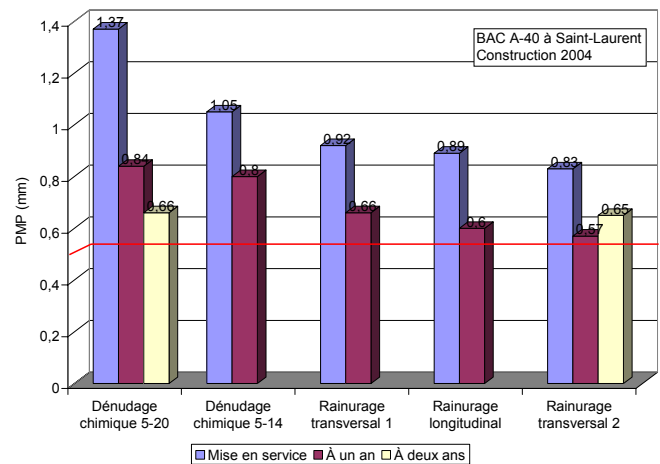


Figure 8 : Évolution de la profondeur moyenne du profil pour diverses textures

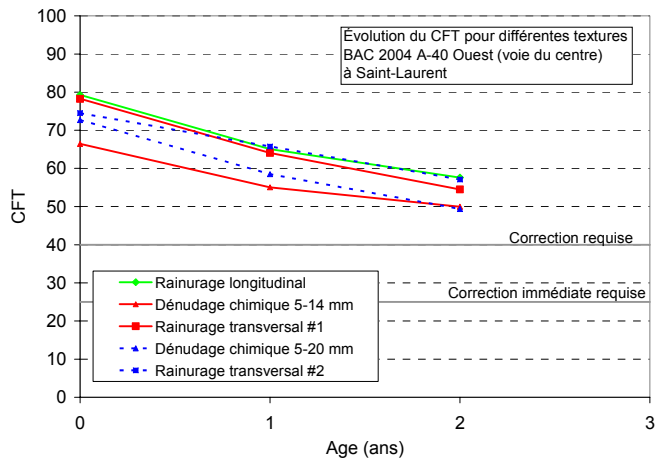


Figure 9 : Évolution de l'adhérence pour diverses textures

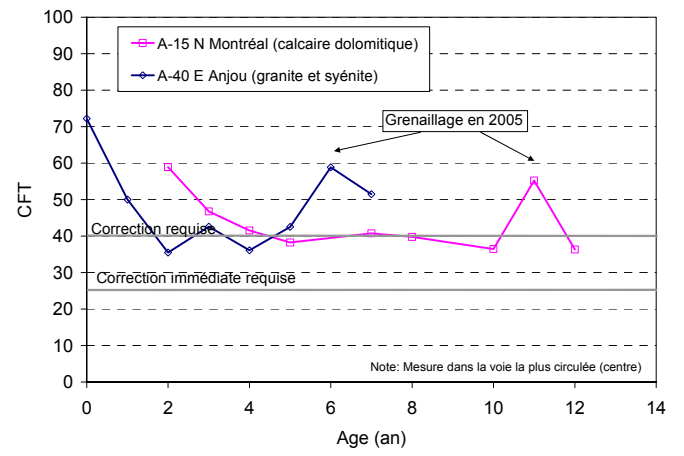


Figure 10 : Évolution de l'adhérence pour deux chaussées