

Verre! Collision! Boum!

Glissières de sécurité de pont renforcées avec barres d'armature renforcées à la fibre de verre

En novembre 2010, l'Université Ryerson, un partenaire de recherche du ministère des Transports de l'Ontario (MTO), a mené la première étude nord-américaine d'essai de choc avec une glissière de sécurité en béton de rendement de niveau trois (PL-3) renforcée avec un polymère renforcé à la fibre de verre (PRFV). Selon les résultats de l'essai de choc réalisé au Texas Transportation Institute au Texas, la glissière de sécurité en béton renforcée au Combar (PRFV allemand) répond aux exigences du *Code canadien sur le calcul des ponts routiers*.

La norme CSA S6-06 intitulée *Code canadien sur le calcul des ponts routiers* comprend déjà des dispositions relatives à d'autres utilisations du PRFV, notamment les glissières PL-2. Jusqu'à maintenant, le MTO n'a utilisé que des glissières PL-3 renforcées à l'acier pour les ponts provinciaux. Bien que le Code précise que les glissières de pont peuvent être conçues selon la théorie des lignes de plastification, elles doivent subir un essai de choc pour répondre aux exigences du rapport 350 du NCHRP avant d'être installées sur les ponts canadiens.

Jusqu'à récemment, les barres en PRFV utilisées dans les glissières exigeaient une cambrure sur mesure au moment de la fabrication. Étant donné que les barres en PRFV à cambrure déterminée sont beaucoup plus fragiles que les barres droites en raison de la redirection et du réarrangement inhérent des fibres dans la cambrure, il faut augmenter le nombre de barres en PRFV cambrées utilisées pour un projet, même parfois le doubler. Quant à l'essai de choc réalisé au Texas, on a utilisé des barres en PRFV

dotées de têtes d'ancrage spéciales mises au point par Shock en Allemagne.

Les têtes d'ancrage spéciales Schock éliminent le besoin de barres sur mesure et réduisent leur longueur de développement dans le tablier. Les têtes sont faites de résine polymérique therm durcissable dont la résistance à la compression est nettement supérieure à celle du béton de qualité normale. Le diamètre extérieur maximal des têtes d'extrémité est 2,5 fois

supérieur à celui de la barre. La tête d'une barre de 16 mm mesure environ 100 mm de longueur. Elle commence avec un grand disque qui transfère une bonne partie de la charge de la barre au



Essai de choc contre une glissière PL-3 avec un semi-remorque

béton. Au-delà du disque, la tête s'amincit en cinq paliers pour atteindre le diamètre extérieur de la barre. Cette forme optimise les forces d'ancrage et minimise le fendillement transversal au niveau de la tête.

Pour l'essai de choc, on a utilisé des barres en PRFV d'un diamètre nominal de 16 mm tant pour renforcer verticalement l'avant de la glissière que pour son renforcement horizontal.

L'essai de choc de l'Université Ryerson a respecté le protocole du rapport 350 du NCHRP relatif à l'évaluation de la résistance aux chocs d'une glissière PL-3. L'essai consiste en un semi-remorque d'un PNB de 36 000 kg qui avance à une vitesse constante de 80 km/h et percute la glissière à un angle déterminé de 15 degrés. Si l'essai de choc est réussi, il retiendra le véhicule et le fera dévier pour qu'il n'emboutisse pas la glissière ni ne la franchisse.

Au moment du choc, le semi-remorque a commencé à basculer vers la glissière, mais s'est redressé une fois sa vitesse réduite, pour ensuite reprendre sa trajectoire. Le véhicule d'essai est demeuré droit pendant et après la collision, sans pénétrer ni passer par-dessus ou sous la glissière. Il n'y a pas eu d'éléments, de fragments ou d'autres débris détachés de la glissière démontrant une possibilité de pénétration dans l'habitacle ou de danger excessif à autrui à proximité. L'habitacle n'a pas été déformé.

Après l'essai de choc, la glissière ne présentait que des fissures mineures des deux côtés. Les dommages à la glissière étaient acceptables indiquant ainsi que l'essai était réussi et que la glissière a affiché la capacité requise. Il faudrait réparer les fissures comme celles présentes sur la glissière mise à l'essai pour éviter leur propagation potentielle. >



Barres en PRFV avec têtes d'ancrage

Glissières de sécurité de pont renforcées avec barres d'armature renforcées à la fibre de verre, suite

Dans le passé, le MTO utilisait de l'acier noir et de l'acier enduit d'époxy dans les glissières en béton. Ces types d'acier, sujets à la corrosion, peuvent entraîner un entretien ou un remplacement prématuré des glissières. La politique anticorrosion précédente du ministère exigeait l'utilisation d'acier inoxydable pour renforcer les glissières PL-3. L'utilisation de l'acier inoxydable – et maintenant celle de matériaux composites de pointe, comme le PRFV – dans les glissières élimine le risque de corrosion et assure une durée de vie nominale de 75 ans sans entretien. Étant donné que les parois de glissières renforcées d'acier noir et d'acier inoxydable doivent être remplacées, le MTO autorisera désormais l'utilisation de barres de renforcement en acier inoxydable et en PRFV.

En raison de son prix concurrentiel, le PRFV est une solution de rechange viable pour renforcer tous les types de glissières en béton actuellement utilisées sur les ponts routiers du MTO.

Le MTO élabore actuellement un plan normalisé pour les glissières PL-3 renforcées au PRFV Combar pour les futurs contrats de construction de l'Ontario. ●

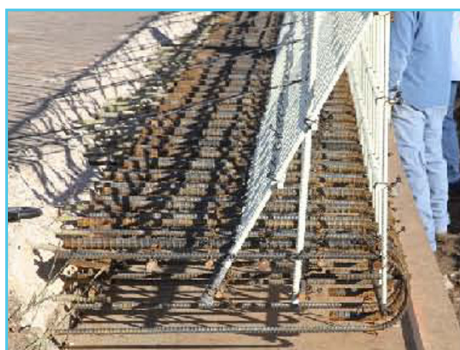
Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Nicolas Theodor, Responsable et ingénieur, normes, Direction des normes routières, au 905 704-2381 ou à l'adresse Nicolas.Theodor@ontario.ca. OU

David Lai, Responsable et ingénieur en restauration, Direction des normes routières, au 905 704-2347 ou à l'adresse David.Lai@ontario.ca.



Vidéo gracieuseté de l'Université Ryerson, 2011



Installation de barres en PRFV pour la construction d'une glissière



Fissures de la glissière à la suite de l'essai de choc avec un semi-remorque

Le smog : un bon petit goûter?

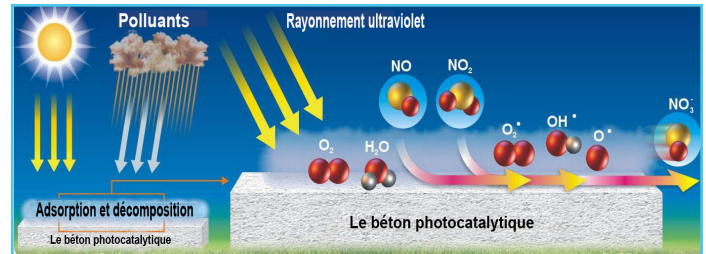
Essais du béton photocatalytique sur les autoroutes de l'Ontario

La pollution atmosphérique est un enjeu mondial majeur qui affecte notre pérennité sociale, économique et environnementale. Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) travaille actuellement avec le ministère de l'Environnement, l'Université de Toronto, [Armtec](#) (un fabricant d'ouvrages antibruit) et [Essroc Italcementi Group](#) (la division nord-américaine d'un fournisseur international de béton photocatalytique) pour tester sur le terrain le béton photocatalytique. En tant que nouvelle technologie « anti-smog », le béton photocatalytique sera appliqué sur une section des ouvrages antibruit le long de l'autoroute 401, près de l'échangeur de l'autoroute 404 à Toronto, à partir de l'été 2011.

Le béton photocatalytique est une technologie verte naissante qui combine des particules de dioxyde de titane au ciment de Portland utilisé dans la fabrication de béton. Des études ont montré que le béton photocatalytique peut réduire considérablement la pollution atmosphérique et conserver la propreté des surfaces en béton. Lorsqu'il est activé par les rayons ultraviolets du soleil, le dioxyde de titane agit comme un catalyseur en accélérant l'oxydation qui transforme les oxydes d'azote et autres composantes du smog (fines particules de matière, monoxyde de carbone et dioxyde de soufre par exemple) en composés chimiques moins nocifs. Le béton photocatalytique a le potentiel de réduire considérablement la quantité de polluants atmosphériques environnants à l'origine du smog, d'où le sobriquet « béton anti-smog ».

Au cours de la dernière décennie, Italcementi, un producteur international de béton, a été le chef de file dans la recherche et le développement sur le béton photocatalytique. Cette technologie est en cours de validation par l'industrie et des chercheurs européens, asiatiques et nord-américains. De façon générale, les résultats de tests effectués par l'industrie et les chercheurs sont positifs. [PICADA](#), un consortium européen de fabricants et de laboratoires de recherche, a aussi confirmé les affirmations de l'industrie. D'importantes conférences et rencontres techniques ont été organisées, par exemple, le [Rilem Symposium](#) sur la photocatalyse, l'environnement et les matériaux de construction (Italie, octobre 2007), et un atelier sur l'Oxydation photocatalytique passive de la pollution atmosphérique, tenu au Lawrence Berkeley National Laboratory (Californie, juin 2007).

Au cours de la dernière décennie, plusieurs projets pilotes ont été couronnés de succès, dans lesquels est intervenue l'application de béton photocatalytique sur les surfaces de bâtiments, de routes, de tunnels et d'ouvrages antibruit. Les résultats montrent une réduction de la pollution atmosphérique à proximité du béton



Processus de décomposition des polluants atmosphériques en présence de surfaces photocatalytiques à base de béton. (Image utilisée en attendant la permission de [Essroc Italcementi Group](#), 2011).

photocatalytique, variant de 20 à 70 pour cent selon la lumière du soleil, le vent, et autres facteurs. Les coûts de projets sont minimes puisqu'il n'y a qu'une mince couche de béton photocatalytique qui est placée sur une base de béton conventionnel.

Les résultats des essais menés en Europe suggèrent que le béton photocatalytique, posé sur une superficie égale à celle d'un terrain de soccer, peut réduire une quantité d'émissions équivalente à 190 000 km-voiture par année. D'après les tests, 1 mètre carré de béton photocatalytique peut éliminer jusqu'à 60 mg de NO_x par jour. Les projets pilotes démontrent qu'une réduction optimale de la pollution a lieu lorsque le béton photocatalytique est utilisé dans les zones urbaines les plus proches de la source de pollution. L'effet photocatalytique est plus prononcé dans des espaces semi-confinés tels que les rues « canyon ». Pendant les démonstrations de béton photocatalytique, les facteurs suivant ont contribué à l'efficacité de la réduction de la pollution atmosphérique :

- Intensité lumineuse supérieure à 5 W/m²
- Températures supérieures à 10 °C
- Humidité relative inférieure à 65 %
- Concentration plus élevée de la pollution
- Surface du béton à proximité de la source de pollution
- Direction du vent perpendiculaire à la surface du béton
- Porosité de la surface

En plus de réduire la pollution, la réaction du béton photocatalytique a une propriété d'autocurage jugée plus efficace sur les taches organiques, dans des conditions sèches et sur des surfaces lisses à porosité minimale. Le ministère envisage d'évaluer les capacités d'auto-nettoyage de l'ouvrage antibruit du site pilote de l'autoroute 401.

Grâce à la collaboration entre les organismes gouvernementaux, l'industrie et le milieu universitaire, l'utilisation du béton pour « nettoyer » l'air extérieur pourrait devenir une réalité en Ontario. De nombreuses applications possibles ont déjà été identifiées,

Essais du béton photocatalytique sur les autoroutes de l'Ontario, suite

même si d'autres recherches et projets pilotes seront nécessaires. Les propriétés du béton photocatalytique correspondent cadrent bien avec l'objectif du ministère d'avoir les routes les plus vertes de l'Amérique du Nord, mais il reste à voir si des avantages significatifs seront réalisés sur place. Au cours d'une année, le ministère de l'Environnement envisage d'effectuer le contrôle de la qualité de l'air à l'emplacement d'essai du MTO afin de confirmer les capacités de réduction du smog observées en laboratoire ailleurs. Les résultats finaux de l'essai sur le terrain du MTO serviront à déterminer si la réduction du smog est suffisamment importante pour justifier d'autres utilisations à grande échelle en Ontario. ●

Pour en savoir plus, veuillez contacter :

Shawn Smith, P. Eng, Ingénieur de projet,
Génie routière, Direction des normes routières,
au (416) 235-3598, ou à l'adresse Shawn.Smith@ontario.ca
OU

David Rhead, P. Eng., Ingénieur principal en technologie du béton,
Bureau de génie matériel de la recherche,
au (416) 235-3706 ou à l'adresse David.Rhead@ontario.ca
OU

Chris Blaney, Planificateur environnementaliste principal,
Section de l'acoustique et des services environnementaux,
au (416) 235-5561 or à l'adresse Chris.Blaney@ontario.ca
