

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponceau

La gestion des infrastructures enfouies devient de plus en plus une priorité pour les propriétaires d'actifs dans l'ensemble de l'Amérique du Nord. Une grande partie de l'infrastructure routière actuelle a été déployée il y a des décennies et a donc atteint, voir dépassé, sa durée utile prévue. Elle doit par conséquent faire l'objet d'une réfection ou d'un remplacement. Pour faciliter le repérage de vides dans le sol qui entraînent potentiellement la défaillance des ponceaux, le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a organisé un projet pilote afin de mettre à l'essai une nouvelle technologie de balayage.

En 2017, [Transport Canada](#) a proposé au ministère d'établir un partenariat qui incluait une société d'inspection en infrastructure appelée [Inversa](#), une entreprise d'ingénieurs, dont le siège social est au Nouveau-Brunswick, qui offre des outils d'évaluation des conditions uniques. Le partenariat proposé offrait une occasion de mettre à l'essai et de vérifier une technologie d'inspection nouvellement élaborée qui détecte la présence de vides dans le sol derrière des ponceaux en tuyaux métalliques ondulés enfouis.

Le ministère a reconnu les avantages du partenariat afin de confirmer l'intégrité structurale du vaste réseau d'infrastructures enfouies en Ontario et pour évaluer la validité des anciennes données d'inspection des ponceaux du ministère.

En ce qui concerne le projet pilote, le ministère a fourni un accès à plus de 150 ponceaux en tuyaux métalliques ondulés



*Un technicien d'inspection de ponceau utilise la baguette portative pour repérer les vides dans le sol.*

qui ont été recensés afin de faire l'objet d'une réfection. Parmi ces 150 ponceaux accessibles, 81 ont été balayés dans le cadre du projet pilote, validant ainsi l'exactitude de la technologie de balayage.

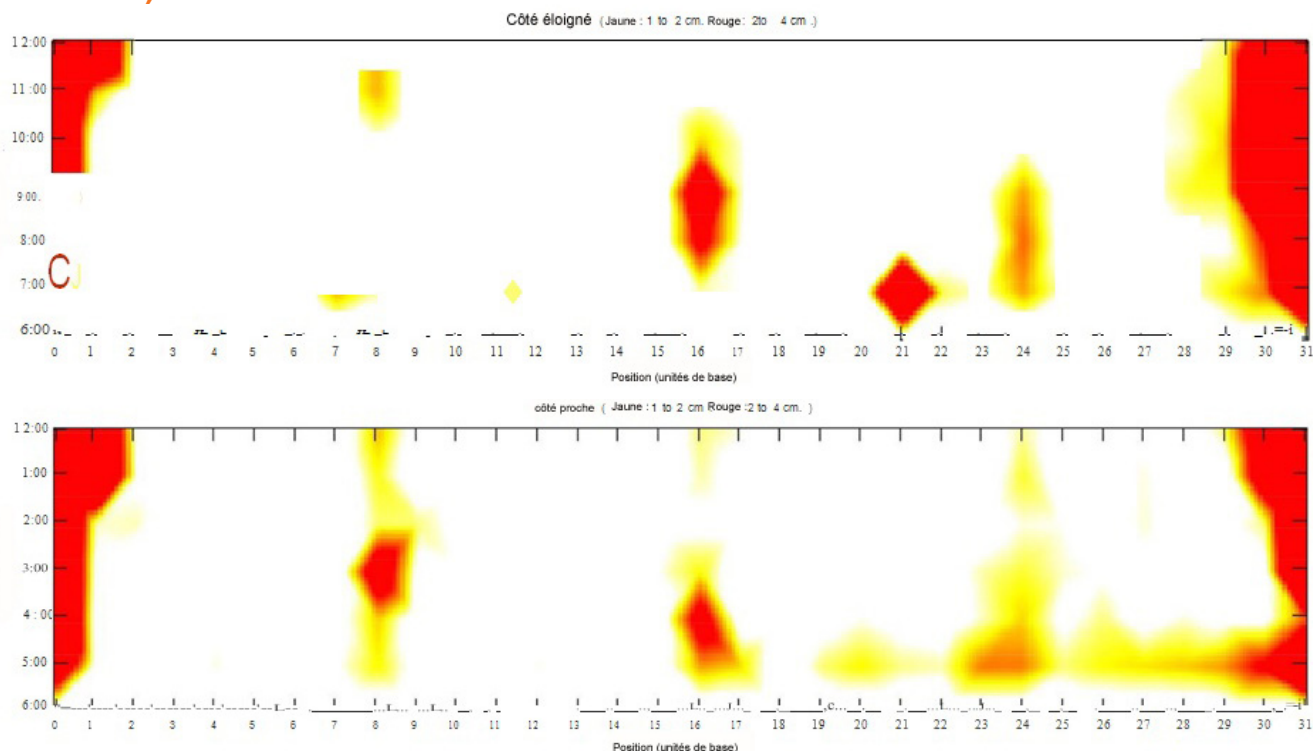
### Qu'est-ce qu'une défaillance de ponceau?

Un ponceau est un conduit généralement enfoui dans le sol qui permet à l'eau de s'écouler librement sous une route, d'un côté à l'autre de celle-ci. Il est souvent fait à partir de tuyaux métalliques ondulés, de béton ou d'autres matériaux et repose sur le compactage du sol pour soutenir l'intégrité structurale.

L'intégrité structurale d'un ponceau est compromise lorsque des vides se forment dans le sol ou que le sol même s'érode ou s'écroule autour des parois du ponceau. La présence de vides importants dans le sol peut entraîner la défaillance catastrophique d'un ponceau qui mène généralement à des fermetures de routes coûteuses et inopportunes. >

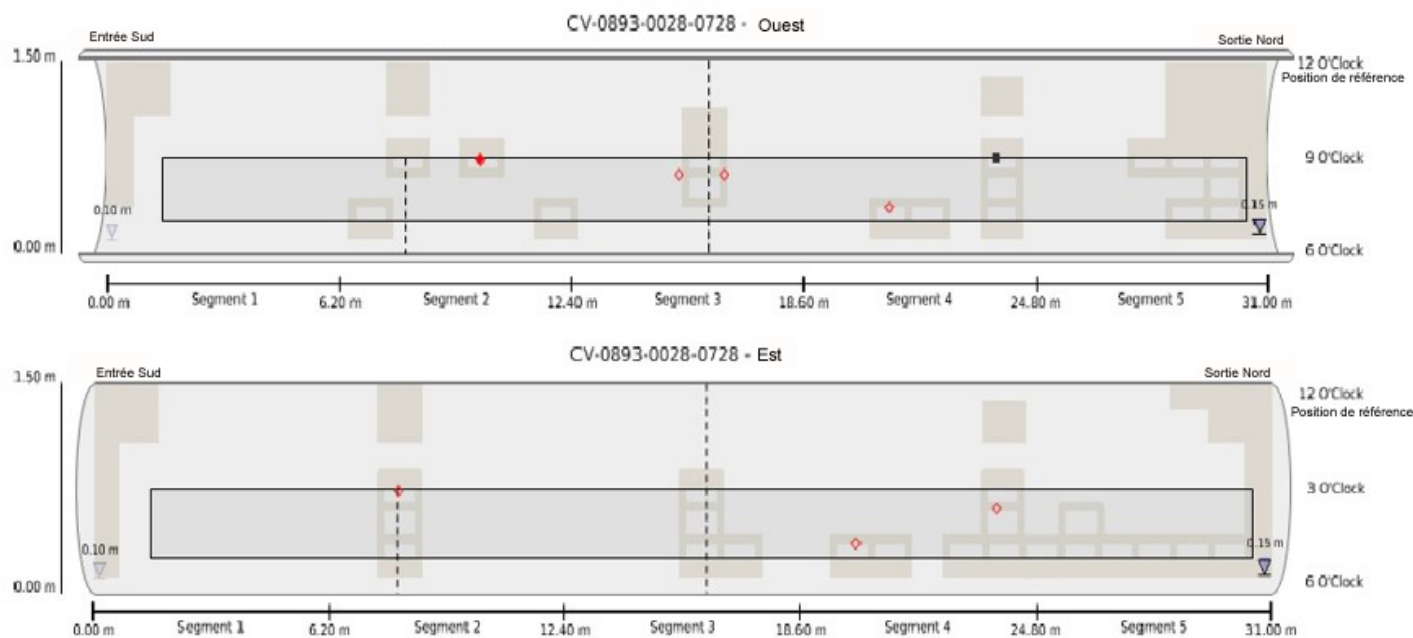
Des milliers de ponceaux passent sous les routes de l'Ontario. Habituellement, le remplacement des ponceaux du ministère est inclus dans la planification des projets routiers importants ou alors, les ponceaux sont remplacés individuellement, au besoin. De nombreuses mesures de réfection permettent d'améliorer l'intégrité structurale d'un ponceau en prolongeant sa durée utile. Toutefois, en présence de vides dans le sol derrière les parois d'un ponceau, le débit de l'eau peut éroder davantage le sol autour du ponceau qui a fait l'objet d'une réfection, compromettant ainsi son intégrité structurale. La détection de l'étendue des vides dans le sol est la clé pour assurer la réussite de cette réfection.

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponteau, suite



Au dessus: Une carte thermique d'un ponteau du ministère : le blanc indique un bon compactage du sol, le jaune indique les zones nécessitant une surveillance et une inspection approfondie et le rouge indique la présence de vides dans le sol.\*

En bas: Carte du tuyau élaborée à partir du balayage du ponteau d'un actif du ministère illustrant les indicateurs visuels des anomalies du ponteau\*.



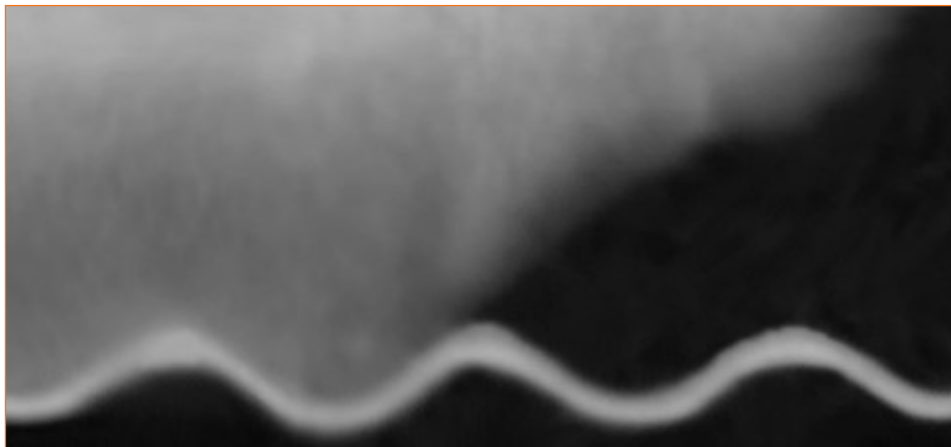
Les anomalies acoustiques sont désignées par des rectangles et un numéro d'identification leur est attribué.

Les positions X et Y sont enregistrées et affichées dans le tableau pour le segment de tuyau correspondant.

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponceau, suite



*La technologie BCT<sup>MC</sup> d'Inversa est basée sur la technologie des tomodensitogrammes médicaux et permet d'obtenir des images des matières telles l'acier, les composites, le sol et le plastique à des fins de diagnostic. L'appareil a une taille qui correspond à celle d'une valise et pèse environ 70 lb.\**



*Imagerie diagnostique d'un ponceau en tuyaux métalliques ondulés illustrant une zone de vide dans le sol. Cette image illustre les parois d'un ponceau en tuyaux métalliques ondulés (vague blanche dans le bas) avec un bon sol de soutien illustré dans le haut à gauche et la transition vers un vide dans le sol à droite de l'image, en noir.\**

### Inspections d'un ponceau

Pendant de nombreuses années, les ponceaux ont été inspectés de façon visuelle et en menant des tests par frappe acoustiques. Un tel test nécessite qu'un inspecteur frappe sur les parois du ponceau afin de détecter les variations acoustiques et de repérer les vides présents derrière ces parois. La méthode acoustique, subjective et spéculative, manque de preuves descriptives pour l'état du sol de soutien. De plus, les tests par frappe permettent de déterminer la quantité de vides présumés et non leur taille.

Pendant le projet pilote, un nouvel outil d'évaluation des conditions unique, soit un outil de balayage en forme de baguette légère appelée « sonde de rayonnement portable à un côté », a été déployée pour évaluer l'intégrité du sol derrière les parois des ponceaux de l'Ontario. La baguette est un outil d'évaluation des conditions des infrastructures unique qui peut cartographier le compactage du sol

derrière les parois d'un ponceau sans le détruire de manière plus fiable que les méthodes d'inspection visuelle ou acoustiques actuelles.

La baguette permet d'éliminer les approximations liées à la détection des vides dans le sol et est utilisée en conjonction avec le logiciel de la tablette qui collecte et stocke toutes les données de balayage d'un ponceau. Elle peut être opérée par n'importe quel technicien et son fonctionnement nécessite uniquement un isotope d'un seul microcurie (rayonnement ionisant). Elle est dotée d'un étalonnage spectral qui permet de générer des cartes thermiques pour chaque ponceau inspecté, illustrant la taille des vides dans le sol à moins d'un tiers de centimètre.

Les cartes thermiques générées représentent la longueur d'un ponceau selon la position de référence de l'horloge à chaque mètre pour illustrer le compactage du sol derrière le ponceau. Les zones indiquées en rouge sont marquées afin de faire l'objet d'une

inspection plus approfondie grâce à la technologie Backscatter Computed Tomography (BCT<sup>MC</sup>) qui offre une imagerie plus détaillée

### Éliminer les approximations face aux vides dans le sol des ponceaux

La technologie BCT<sup>MC</sup> fonctionne de la même manière que les technologies IRM et de tomodensitogramme dans les hôpitaux; elle fournit des images numériques de l'intégrité du sol derrière les parois d'un ponceau. Elle diffère toutefois de la radiographie médicale classique en raison de sa capacité unique à examiner une infrastructure d'un seul côté et à offrir une vue coupée transversale ou tomographique d'un ponceau, quelle que soit sa taille physique. La technologie BCT<sup>MC</sup> est utilisée pour effectuer un balayage à travers presque n'importe quel matériau. Cette technologie doit être utilisée par des techniciens autorisés. La technologie BCT<sup>MC</sup> a été élaborée, mise à l'essai, puis mise en œuvre au >

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponceau, suite

cours des dix dernières années. Elle a été utilisée pour balayer les ponceaux appartenant aux provinces canadiennes, au ministère des Transports des États-Unis et à l'Army Corps of Engineers.

### La technologie BCT™ à l'œuvre

Chaque balayage diagnostique effectué à l'aide de la technologie BCT™ transfère les données vers un ordinateur portable sur place, ce qui forme une image numérique de la densité du sol derrière les parois du ponceau en environ six minutes.

Chaque balayage de ponceau effectué avec la technologie BCT™ est cartographié à l'aide de données GPS afin d'obtenir une cartographie pour la longueur du ponceau, en utilisant également la position de référence de l'horloge à chaque mètre. Cette carte de tuyau fournit des indicateurs visuels des défauts physiques du ponceau pouvant contribuer à la perte du compactage du sol.

Les données d'inspection propres au site sont transférées vers une application logicielle où elles peuvent être visualisées, puis classées. Les catégories de conditions physiques d'un ponceau comprennent les suivantes :

- ponceau
- murs de tête
- joints
- roches
- obstruction du cours d'eau
- paroi supérieure
- perte de sol fin
- fissures
- corrosion

Chaque catégorie comporte des données optimales reproductibles et est accompagnée de photos illustrant la condition aux fins de rapport. Les données collectées permettent de générer des rapports sur mesure sur la condition de l'infrastructure.

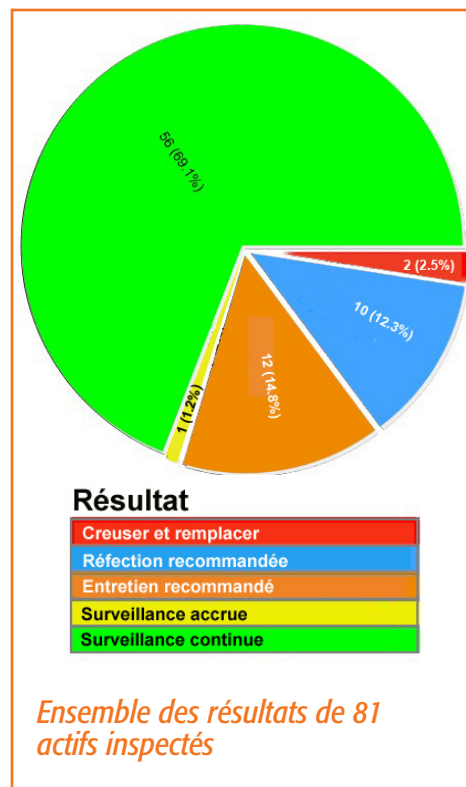
### Des résultats inattendus concernant les actifs du ministère

Les résultats du projet pilote ont surpris le ministère : des 81 ponceaux précédemment déterminés comme devant être réparés, seulement 13 nécessitent un entretien, 11 nécessitent une réparation et seulement 2 ont été désignés comme devant être remplacés en entier. Les 56 ponceaux restants ont fait l'objet de vérification pour une surveillance continue seulement. Les données permettent de vérifier que de nombreux projets de réfection peuvent être reportés ce qui permet au ministère de planifier l'investissement et l'allocation des ressources de manière plus efficace.

Des classements selon l'échelle d'évaluation des défauts du MTO et du Manuel d'inspection des structures de l'Ontario (MISO) ont été appliqués aux résultats du projet pilote et ont confirmé la condition des sols de soutien et de l'intégrité structurale pour chacun des ponceaux balayés en Ontario. Les balayages ont permis d'établir des données de ponceaux plus précises en Ontario pouvant être intégrées dans les systèmes de gestion des actifs actuels du ministère.

L'inspection du ponceau de l'autoroute 406 a été une bonne étude de cas pour la technologie de balayage. Sur le plan visuel, le ponceau semblait être sur le point de faire l'objet d'une réfection ou d'un remplacement, mais les résultats du balayage ont révélé qu'il lui restait encore plusieurs années de durée utile et qu'il devait rester sur la liste des ponceaux surveillés du ministère.

La vérification des conditions du sol des ponceaux de l'Ontario entraîne le report des dépenses associées aux projets de



réfection prévus, de la gestion de la circulation connexe et de la perturbation des systèmes racinaires de la végétation qui permettent d'éviter les défaillances du ponceau en laissant le sol en place.

Les données de balayage des ponceaux de l'Ontario recueillies ne laissent pas de place à l'interprétation. En comprenant la véritable condition structurale des ponceaux enfouis, le ministère obtient une image concluante de l'intégrité de l'actif.

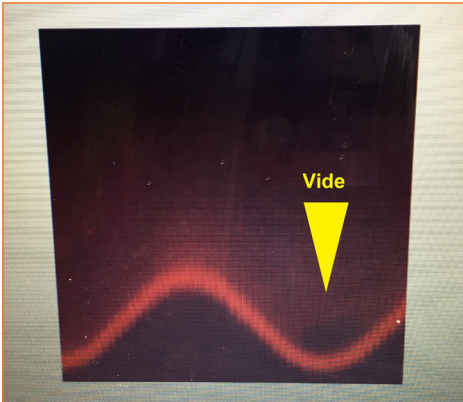
### Ensemble des résultats de 81 actifs inspectés

- Excellente : 7
- Bonne : 30
- Passable : 29
- Mauvaise : 15 >

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponceau, suite



*Un écran sur le remblai du site d'un ponceau qui reçoit les données de l'appareil de balayage BCT<sup>MC</sup> pour former une image de l'intégrité du sol, illustrée à droite. Six minutes sont nécessaires pour qu'une image des parois d'un ponceau soit transférée vers l'écran de l'ordinateur sur place.*



*L'image du balayage du ponceau de l'autoroute 406 révèle un vide léger dans le sol; il est illustré par une couleur plus sombre dans le creux de droit du tuyau ondulé.*



*Pour montrer l'échelle de ce ponceau, un technicien se tient debout sur le remblai à droite alors que des inspecteurs balayent près de l'extrémité d'un ponceau de 106 m sous l'autoroute 406 à St. Catharines en Ontario.*

### Planification stratégique et dépenses

Des milliers de ponceaux passent sous les routes de l'Ontario. Habituellement, le remplacement des ponceaux du ministère est inclus dans la planification des projets routiers importants ou alors, les ponceaux sont remplacés individuellement, au besoin. De nombreuses mesures de réfection permettent d'améliorer l'intégrité structurale d'un ponceau en prolongeant sa durée utile. Toutefois, en présence de vides dans le sol derrière les parois d'un ponceau, le débit de l'eau peut éroder davantage le sol autour du ponceau qui a fait l'objet d'une réfection, compromettant ainsi son intégrité structurale. La détection de l'étendue des

vides dans le sol est la clé pour assurer la réussite de cette réfection.

Avec des données concluantes pour chacun des 81 ponceaux, le ministère peut désormais prendre des décisions d'investissement stratégiques en lien avec la priorisation ou le report de la réfection ou du remplacement des ponceaux. La prise de décisions optimale mène à la réduction des coûts inutiles de réfection et stabilise la sécurité routière.

### Changements climatiques et environnementaux

L'intensité et la fréquence des phénomènes météorologiques récents démontrent des changements climatiques et environnementaux. Les tempêtes exercent une pression importante sur les infrastructures et peuvent conduire à leur défaillance, ce qui est très dangereux pour l'environnement et les cours d'eau, car elle entraîne des conséquences importantes et traumatisantes sur l'habitat des poissons et d'autres habitats de la faune.

Dans de nombreux cas, les défaillances peuvent être évitées en repérant les actifs les plus à risque et en élaborant une stratégie de réfection. Le remplacement des actifs perturbe les cours d'eau de manière plus significative que la réfection sans tranchée.

Les données de la nouvelle infrastructure sont spécifiquement personnalisées pour le ministère des Transports de l'Ontario. Alors que les conditions météorologiques deviennent plus difficiles, ce qui affecte les capacités des ponceaux, les données peuvent être utilisées conjointement avec la planification de système de gestion des situations d'urgence ou avec les données de changements climatiques critiques. >

## La nouvelle technologie de balayage entraîne le report de la réfection du ponceau, suite

### Conclusion et économies potentielles pour la population de l'Ontario

Pour mettre en perspectives les résultats de balayage, et creuser et remplacer les dix ponceaux recommandés pour la réfection en Ontario coûterait environ 16 millions de dollars. De plus, remplacer les 81 ponceaux inspectés pendant le projet pilote coûterait environ 125 millions de dollars. Au cours des prochaines années, les défaillances pourraient continuer à s'intensifier ce qui mettrait davantage de pression sur les budgets et la planification opérationnelle. Heureusement, grâce à l'innovation, il est possible d'atténuer de ces nombreux risques.

Le ministère estime que le projet pilote est un succès pour tous les partenaires en se fondant sur les résultats suivants.

- La corroboration des balayages réalisés à l'aide de la technologie BCT™ a permis de valider l'exactitude de la nouvelle baguette d'inspection portative
- L'exactitude des anciennes données d'inspection des ponceaux du MTO a été vérifiée
- La réfection anticipée a été reportée pour 56 ponceaux

Le projet pilote intégrait des balayages sur place ainsi que la collecte de données et d'imagerie structurale en profondeur afin d'établir un point de départ pour les actifs du ministère. Les données de référence peuvent aider le personnel d'inspection du ministère à comparer les futures conditions. Des inspections consécutives peuvent démontrer les tendances de détérioration des actifs.

Le ministère continuera d'examiner toutes les possibilités afin d'établir une base de conditions pour toutes les infrastructures de ponceaux en Ontario et afin d'élaborer un processus de collecte des données permettant de mieux déterminer les tendances de détérioration des actifs.

Il existe également un potentiel quant à l'utilisation de la technologie de balayage BCT™ pour éliminer les approximations en lien avec les inspections de tablier de pont. La technologie BCT™ permet d'effectuer des balayages à travers l'asphalte ou le béton afin de repérer la délamination ou la détérioration des tabliers de pont et d'éliminer les méthodes d'inspection effractives comme l'échantillonnage de base. •

**Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez envoyer un courriel à une des adresses suivantes :**

Muhammad Naeem,  
ingénieur en système de drainage,  
au numéro 905 704-2402 ou à l'adresse  
[Muhammad.Naeem@ontario.ca](mailto:Muhammad.Naeem@ontario.ca)

Road Talk : <http://www.mto.gov.on.ca/french/publications/road-talk.shtml>

Abonnez-vous à Road Talk : [roadtalk@ontario.ca](mailto:roadtalk@ontario.ca)