Road Talk

Le bulletin ontarien de transfert de technologies des transports

Ministère des Transports

Printemps 2025

Ontario

Découvrir l'invisible grâce à un géoradar

Le ministère des Transports fait l'essai d'images 3D pour évaluer l'état des chaussées

Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a récemment analysé les images tridimensionnelles (3D) captées par un géoradar sur l'autoroute 417 afin de repérer les joints de chaussée détériorés.

Qu'est-ce qu'un géoradar?

Le géoradar permet de repérer les objets souterrains et d'examiner les conditions en subsurface pour évaluer notamment les routes, les ponts, les pistes d'aéroport, les voies ferrées et les parois de tunnel.

Le géoradar 3D, comme le système 3D-RADAR, recueille des données à l'aide d'une large gamme de fréquences, généralement de 100 MHz à 3 GHz, ce qui permet d'obtenir une résolution optimale quelle que soit la profondeur et de produire des images de subsurface précises et détaillées.

Les utilisateurs peuvent adapter le système à leurs besoins. Une antenne à haute fréquence peut capturer des images détaillées près de la surface de la chaussée, alors qu'une antenne à plus basse fréquence permet une pénétration en profondeur.

La technologie du géoradar 3D comporte plusieurs avantages par rapport aux méthodes traditionnelles d'évaluation de l'état des chaussées. Par exemple, les inspections visuelles ne permettent pas de détecter l'endommagement prématuré causé par le gel-dégel, et les fissures superficielles ne sont pas

Figure 1 : Foreuse méthode traditionnelles utilisées pour l'inspection des chaussées.

Figure 2 : Méthod foreuse traditionnelles utilisées pour l'inspection.

Figure 3 : Méthod déflectomètre à masse tombante traditionnelles utilisées pour l'inspection des chaussées.

toujours alignées avec celles sous l'asphalte. Le géoradar 3D peut fournir des renseignements détaillés sur les différentes couches de la chaussée et aider le MTO à évaluer et à entretenir l'infrastructure routière.

Essai du géoradar 3D par le MTO

Le géoradar 3D a permis au MTO de recueillir et d'analyser rapidement les données, réduisant ainsi le temps requis pour évaluer la chaussée.

En 2013, des signes de dégradation ont été observés dans les joints d'un tronçon de 10 km de l'autoroute 417, soit huit ans après sa construction. Les carottes extraites de la chaussée ont révélé des dommages sous les joints qui n'étaient pas visibles à la surface. Ces résultats ont conduit à l'inspection d'autres autoroutes du MTO afin d'évaluer l'ampleur du problème et d'apporter des solutions.

Inspections supplémentaires suivant l'essai

Le MTO a extrait des carottes dedeux autres tronçons, soit de l'autoroute 401, près de Windsor, et de l'autoroute 410, à Brampton. Les résultats ont également révélé des signes de dégradation prématurée des joints, ce qui semblait indiquer que le problème ne concernait pas qu'une seule autoroute et méritait d'être étudié plus en profondeur.

Figure 4 : Géoradar 3D monté à l'arrière d'un véhicule.

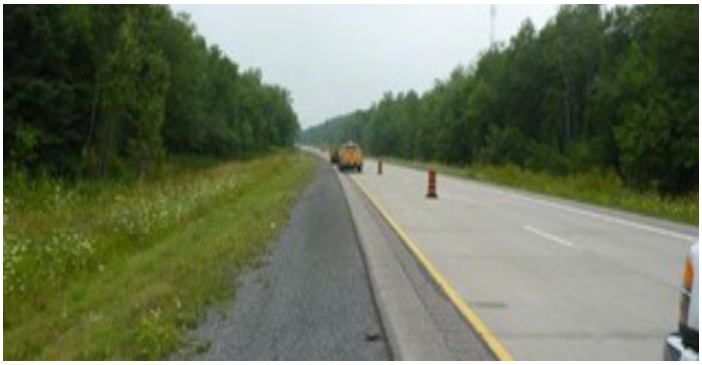

Figure 5 : Tronçon de l'autoroute 417 utilisé pour l'essai .du géoradar 3D.

Figure 6a : Béton avec dégradation des joints sous-jacents visible.

Figure 6b : Béton avec dégradation des joints sous-jacents non visible en surface.

Autoroute 417

L'inspection menée par le MTO à l'aide du géoradar 3D s'est déroulée sur un tronçon de 3,2 km de l'autoroute 417, près de la ville de Vankleek Hill dans l'Est de l'Ontario, et avait pour but de repérer les dommages sous la surface de la chaussée ainsi que les joints de chaussée détériorés.

Collecte et évaluation des données

Le MTO a recueilli les données au moyen d'une antenne aérienne ayant une portée de 1,8 mètre. L'antenne effectue 21 relevés tous les 75 mm et fournit ainsi des mesures 3D détaillées de la chaussée.

L'inspection de la chaussée a été effectuée à trois profondeurs différentes : à 20 mm sous la surface, à 50 mm sous la surface et dans la couche de fondation en béton. L'antenne s'est déplacée à une vitesse moyenne de 100 km/h et a été en mesure de recueillir des données sur l'autoroute en quelques minutes.

Par la suite, les données ont été analysées à l'aide du logiciel Examiner (https://www.kontur.tech/software), qui a permis de générer des images en coupes transversales et en plan de la chaussée à différentes profondeurs et de visualiser les renseignements sur les variations et les signes de dégradation, notamment au moyen de cartes de densité.

Figure 7a : Détérioration des joints de béton sans signes de surface.

Figure 7b : Détérioration des joints de béton et dommages souterrains visibles dans le noyau.

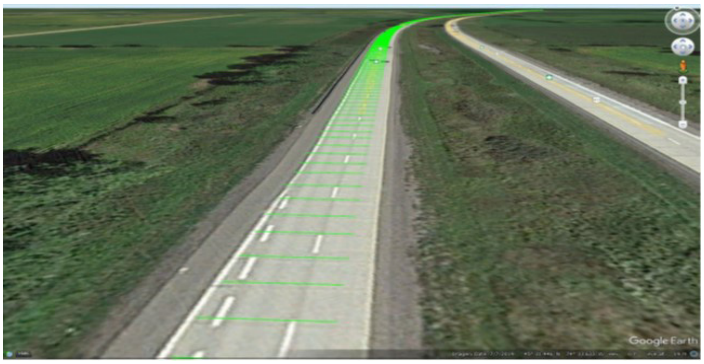

Figure 8 : Joints d'une chaussée en béton mis en évidence sur une image de Google Earth.

Les données ont révélé des zones où la détérioration de la surface n'avait pas encore commencé, malgré la dégradation souterraine. Grâce à cette information essentielle, le ministère peut repérer les zones de détérioration éventuelle de la surface et prendre des décisions éclairées en matière d'entretien et de réfection.

Recommandations concernant l'autoroute 417

Les données recueillies par le géoradar sur l'autoroute 417 suggéraient qu'une inspection à une profondeur de 50 mm ainsi que dans la couche de fondation en béton permettrait d'évaluer précisément l'état de la chaussée. Le MTO a proposé d'effectuer des essais intrusifs à 20 endroits pour examiner de plus près les dommages révélés par les données du géoradar.

Incidence sur les spécifications relatives aux chaussées

À la suite des inspections, le ministère a procédé à d'importantes mises à jour en vue d'améliorer ses spécifications pour les chaussées en béton. Ainsi, des changements ont été apportés pour assurer une meilleure résistance du béton saturé aux cycles gel-dégel, et la conception des joints a été repensée pour réduire le degré de saturation du béton.

Figure 9 : Carte de densité illustrant les variations d'amplitude.

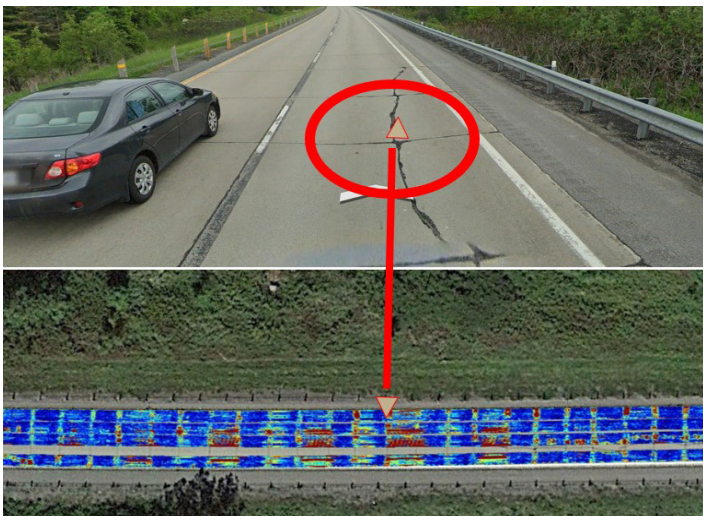

Figure 10 : Dégradation confirmée par la carte de densité.

Figure 11: Zone de dégradation révélée par la carte de densité générée par le géoradar 3D, mais qui n'est pas clairement visible à la surface.

Différentes utilisations du géoradar 3D sur les autoroutes

- **Évaluation préliminaire de terrain pour la conception de projets :** Évaluer les conditions souterraines d'un site avant la construction pour orienter le processus de conception et éviter d'éventuels problèmes.Post-construction quality assurance: Assess the quality of newly constructed pavement and other structures to ensure they meet design specifications and are free from defects.
- **Assurance de la qualité après la construction :** Évaluer la qualité des chaussées et d'autres structures neuves pour s'assurer qu'elles répondent aux spécifications relatives à la conception et qu'elles sont exemptes de défauts.
- **Analyse des chaussées :** Enquêter sur les causes de dégradation ou de défaillance des chaussées en cartographiant les couches souterraines et en repérant les anomalies
- **Analyse de l'état de la structure des chaussées après une inondation :** Évaluer l'état de la structure des chaussées après une inondation en détectant les modifications dans les couches souterraines et en décelant les dommages potentiels.

L'utilisation du géoradar 3D a permis une évaluation complète et précise de l'état de la chaussée. Grâce à cette technique non intrusive, les ingénieurs ont pu repérer les dommages sans endommager la chaussée

Le géoradar 3D s'est avéré efficace pour détecter et évaluer la détérioration prématurée des joints de chaussée. Cette technique favorise la prise de décisions éclairées concernant l'entretien et la réparation des autoroutes et, par conséquent, d'accroître leur durée de vie et de réduire l'ensemble des coûts.

Tableau 1 : Données avec codes de couleur indiquant les joints les plus endommagés.

Joint	Réponse en amplitude liée aux joints - 20 mm sous la surface	Réponse en amplitude liée aux joints - 50 mm sous la surface	Réponse en amplitude liée aux joints - Couche de fondation	Latitude	Longitude
Joint 6 direction ouest	Faible	Moyenne	Élevée	45.54575259	-745.53759537
Joint 32 direction ouest	Faible	Faible	Élevée	45.54518679	-74.5387183
Joint 60 direction ouest	Faible	Moyenne	Élevée	45.544449044	-74.53981964
Joint 68 direction ouest	Faible	Faible	Élevée	45.54423762	-74.54006301
Joint 71 direction ouest	Faible	Moyenne	Élevée	45.54416014	-74.54017591
Joint 99 direction ouest	Faible	Faible	Élevée	45.54341343	-74.54120036
Joint 134 direction ouest	Faible	Moyenne	Élevée	45.54240067	-74.54244129
Joint 176 direction ouest	Faible	Faible	Élevée	45.54121889	-74.54378658
Joint 343 direction ouest	Faible	Moyenne	Élevée	45.53640652	-74.54929162
Joint 604 direction ouest	Faible	Faible	Élevée	45.52866111	-74.55741029

Pour en savoir davantage, veuillez communiquer avec :

Stephen Lee, M. Eng.,
Responsable, Revêtements,
Bureau des matériaux de génie
au : 416-235-3732, ou à l'adresse :
Stephen.Lee@Ontario.ca

OU

Ken Rogers, P. Eng.
Responsable, Services géotechniques, région de l'Est au : 613-483-1467. ou à l'adresse :
Ken.Rogers@ontario.ca

Visitez Road Talk en ligne

Les numéros précédents peuvent être trouvés dans la bibliothèque du ministère des Transports de l'Ontario

Abonnez-vous pour recevoir directement Road Talk dans votre boîte mail roadtalk@ontario.ca

Distribué par la Division de la gestion des infrastructures de transport du MTO..