



Road Talk

Le bulletin ontarien de
transfert de technologies
des transports

Ministère des Transports

Automne 2025

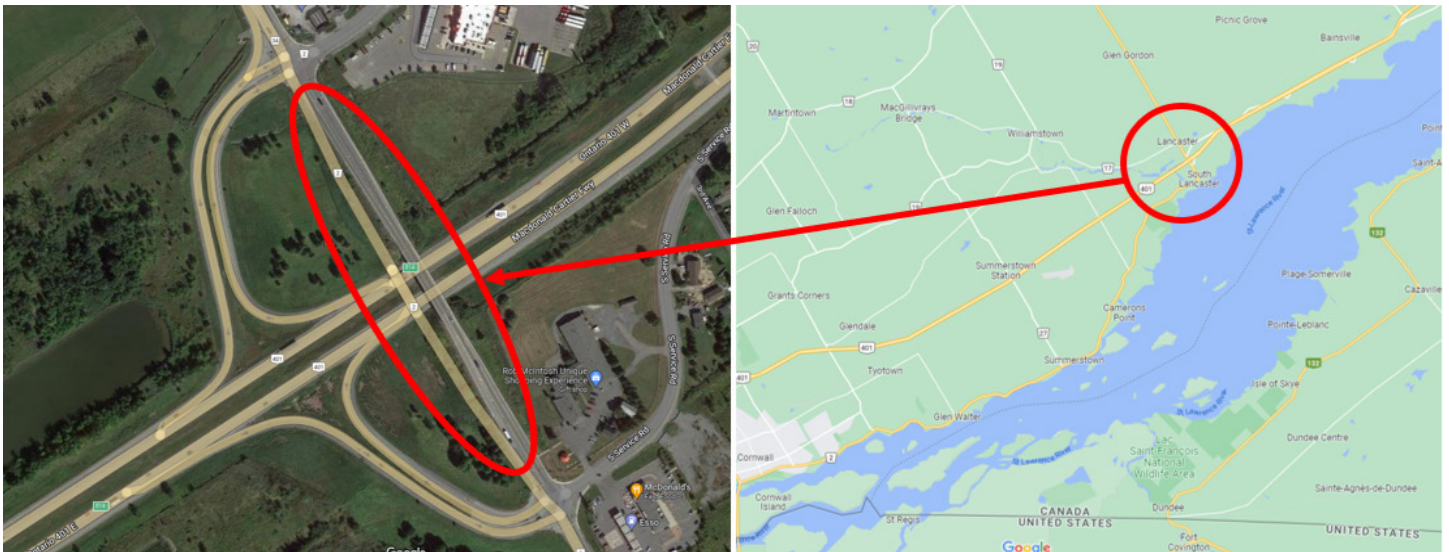
Découvrez comment le MTO révolutionne le développement des infrastructures grâce à des techniques de génie de pointe

Inclusions rigides pour un remblai de l'autoroute 401

Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a adopté une approche novatrice en matière de développement des infrastructures en ayant recours à des inclusions rigides (IR) pour le passage inférieur de l'autoroute 401, à la hauteur des routes de comté 2 et 34 dans l'est de l'Ontario. Ce projet constitue une solution économique et durable pour relever le défi que représente la construction de remblais contigus sur un dépôt profond d'argile molle.

Contexte et aperçu du projet

En 2019, la construction d'un haut remblai pour un passage inférieur de l'autoroute 401, dans l'est de l'Ontario, a posé d'importants défis techniques en raison d'un dépôt profond d'argile molle sur le site. Les méthodes traditionnelles, comme l'utilisation de matériaux de remblayage légers, se sont révélées trop coûteuses, tandis que l'installation de drains verticaux avec préchargement ou surcharge aurait nécessité plusieurs mois.



L'emplacement du passage inférieur de l'autoroute 401, à la hauteur des routes de comté 2 et 34, se situe du côté nord du fleuve Saint-Laurent, près de Lancaster (Ontario), à un peu plus de 28 km à l'est de Cornwall.

Solution novatrice : inclusions rigides

Pour remédier à ces problèmes, le ministère a modifié le sol du site au moyen d'inclusions rigides (IR). Il s'agissait d'installer dans le sol des colonnes de béton à des profondeurs et à des intervalles précis afin de stabiliser la fondation d'argile molle et d'assurer le soutien nécessaire au remblai. Les IR transfèrent la majeure partie de la charge du remblai vers le sol existant au moyen d'une couche de sol granulaire compacté renforcé de géogrilles. Cette couche permet de répartir uniformément la charge sur l'ensemble des IR, réduisant ainsi la pression exercée sur chaque inclusion.

Avantages offerts par les inclusions rigides

- **Gain de temps** : Les IR réduisent considérablement la durée des travaux, ce qui diminue les perturbations pour la circulation et améliore l'efficacité du projet.
- **Rentabilité** : Les IR réduisent les coûts associés à la main-d'œuvre et aux matériaux puisqu'ils évitent des excavations importantes ou l'utilisation de matériaux de remblayage légers qui coûtent cher.
- **Impact environnemental** : Plutôt que de devoir retirer le sol, les IR permettent de le stabiliser, ce qui réduit l'empreinte environnementale du projet de construction. Ils limitent également le transport de grandes quantités de matériaux, contribuant ainsi à diminuer l'empreinte carbone du projet.
- **Polyvalence** : Les IR peuvent être utilisés dans une grande variété de conditions de sol et pour



Vue vers l'est du côté ouest du remblai.



Vue vers l'ouest — vestiges de l'ancien remblai.

plusieurs types d'ouvrages, ce qui en fait une solution polyvalente.

- **Réduction du tassement** : Les IR atténuent le tassement en augmentant la rigidité et la capacité portante du sol. Ils sont particulièrement avantageux dans des conditions de sol mou ou variable.

Description du projet

Le passage inférieur de l'autoroute 401, à la hauteur des routes de comté 2 et 34, a fait l'objet d'une transformation majeure afin de corriger des problèmes structurels persistants et de répondre aux besoins actuels en matière de circulation. Peu de temps après la construction du passage inférieur en 1963, les remblais avaient subi un tassement important d'environ 1 à 1,5 mètre, nécessitant ainsi un projet complet de remplacement et de réalignement.

La nouvelle structure est un passage inférieur à deux travées et quatre voies conçu pour améliorer la fluidité et la sécurité de la circulation. Le passage a été déplacé vers l'ouest afin d'optimiser son alignement avec le réseau routier existant. Les nouveaux remblais, d'une hauteur d'environ huit mètres, chevauchent les talus des remblais d'origine.

Les fondations du pont, tant aux culées qu'à la pile, reposent sur des pieux en H enfoncés dans le fond rocheux afin d'assurer la performance à long terme du pont.

Défis associés au projet

L'une des principales préoccupations concernait l'argile sous-jacente, qui, selon les prévisions, devait provoquer des tassements d'environ un mètre sur une période de 50 ans. De plus, le maintien en service du remblai existant pendant la construction présentait un risque de tassement différentiel, susceptible de compromettre la stabilité et la fonctionnalité du remblai existant.

Un autre défi majeur concernait la stabilité globale des remblais sous la charge sismique prévue. Le coefficient de sécurité pour la stabilité globale avait été calculé à un niveau inférieur au seuil requis de 1,1, ce qui indiquait un risque potentiel de rupture en cas de séisme. Il fallait donc mettre en œuvre des solutions techniques robustes afin d'assurer la sécurité et la stabilité du remblai.

Pour aborder ces défis, le MTO a procédé à une analyse complète des coûts de diverses options d'amélioration des sols, notamment :



Installation d'IR au remblai sud. Les marques orange indiquent les emplacements relevés pour les IR et les drains verticaux.

- **Polystyrène expansé** : coût de 4,5 à 5 millions \$.
- **Drains verticaux avec surcharge** : coût de 4 à 4,5 millions \$.
- **Amélioration des sols – colonnes à module contrôlé (CMC)** : coût de 3 millions \$.
- **Amélioration des sols – mélange profond** : coût de 4,8 à 6 millions \$.

En fin de compte, le MTO a mis en place une disposition particulière pour l'appel d'offres précisant les exigences liées au modèle conception-construction, y compris les compétences requises et les critères de performance. Cette disposition visait à garantir que l'entrepreneur retenu possédait l'expertise et les ressources nécessaires pour relever les défis complexes associés au projet.

Modèle conception-construction

Le modèle conception-construction retenu pour le passage inférieur de l'autoroute 401 a été élaboré avec des exigences rigoureuses en matière de performance afin d'assurer la stabilité, la sécurité et la fonctionnalité à long terme de l'ouvrage, tout en tenant compte des défis particuliers que présentait le site du projet.

Exigences en matière de performance

- 1. Tassement :** La conception devait tenir compte des problèmes de tassement et les atténuer, notamment en réduisant le risque de tassement différentiel entre le nouveau remblai et le remblai existant afin d'assurer l'intégrité structurale du passage inférieur.
- 2. Stabilité globale :**
 - **Instabilité sismique :** Le coefficient de sécurité pour la stabilité globale sous charge sismique devait être supérieur à 1,1, afin de garantir que la structure puisse résister à des événements sismiques sans compromettre sa stabilité.
 - **Instabilité statique :** Le coefficient de sécurité pour la stabilité globale sous charge statique devait être supérieur à 1,3 afin d'assurer la stabilité de la structure sous les charges d'exploitation normales.
- 3. Période de garantie :** Une période de garantie de trois ans, pendant laquelle l'entrepreneur serait responsable de remédier à tout défaut ou problème, a été imposée pour le projet afin de garantir que la structure réponde aux critères de performance spécifiés.

Ces exigences en matière de performance ont été intégrées au modèle conception-construction afin de fournir un cadre clair pour l'exécution du projet. En fixant des normes élevées en matière de contrôle du tassement, de stabilité globale et de performance après construction, le projet visait à offrir une solution d'infrastructure fiable et résiliente.

Conception d'amélioration des sols

La conception d'amélioration des sols a été élaborée afin de répondre aux défis géotechniques complexes du site. L'entrepreneur retenu, [Menard Canada](#), a utilisé des CMC et des drains verticaux pour assurer la stabilité et la durabilité de la nouvelle structure.

- Les **CMC** sont des inclusions verticales rigides installées à l'aide d'une tarière à refoulement. Cette méthode minimise la perturbation du sol et fournit une fondation stable pour le remblai. Les CMC transfèrent les charges du remblai vers les sols sous-jacents plus rigides, renforçant ainsi la stabilité de l'ouvrage.
- Les **drains verticaux** ont été installés de façon stratégique afin d'accélérer le tassement de l'argile sous le remblai. Ces drains facilitent la dissipation rapide des pressions d'eau interstitielles, ce qui réduit la durée de construction en permettant au remblai de se tasser plus rapidement et uniformément.
- Une **plateforme de transfert de charge** a été installée au-dessus des CMC et des drains verticaux. Cette plateforme répartit la charge du remblai de façon uniforme entre les sols compressibles et les colonnes de renforcement

plus rigides pour assurer la gestion efficace des charges et réduire le risque de tassement différentiel.

La combinaison des CMC et des drains verticaux permet de relever les défis immédiats liés au tassement et à la stabilité, tout en assurant la performance à long terme du passage inférieur.

Surveillance et mise en œuvre

L'utilisation des IR demeure étroitement surveillée afin de garantir que la nouvelle plateforme de base offre le support nécessaire au remblai et préserve l'intégrité de la structure de l'autoroute.

Conclusion

Le projet du passage inférieur de l'autoroute 401 a été achevé en août 2021. Il démontre l'efficacité de techniques d'amélioration des sols de pointe pour relever d'importants défis géotechniques. Les CMC ont supporté une part plus importante de la charge du remblai, réduisant ainsi les contraintes exercées sur l'argile sous-jacente. Les tassements observés dans les nouveaux remblais correspondent de près aux valeurs prévues. Les données indiquent qu'environ 25 mm de tassement se sont produits dans les remblais au cours des deux premières années, tandis que le sol adjacent qui est resté intouché a subi environ 150 mm de tassement. Ces tassements ont eu lieu dans la période de six mois précisée dans le contrat, ce qui a été déterminant pour le respect du calendrier de projet et la stabilité de la nouvelle structure.

Ce projet illustre l'engagement de l'Ontario à appliquer des techniques de génie de pointe pour surmonter des défis et offrir des solutions d'infrastructure modernes qui répondent aux besoins des usagers de la route d'aujourd'hui. Il constitue un modèle pour les autorités routières du monde entier et démontre l'importance d'une gestion proactive des infrastructures et d'une conception novatrice pour assurer l'entretien et la mise à niveau des réseaux de transport essentiels.

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Tony Sangiuliano, responsable, Fondations :
647-330-3743, Tony.J.Sangiuliano@ontario.ca

Hugh Gillen, ingénieur en fondations :
343-999-2142, Hugh.Gillen@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.
