

Le processus de sélection de tracé de Quantm tient compte de toutes les possibilités

Le projet pilote du ministère des Transports de l'Ontario (MTO) portant sur le système d'optimisation de tracés de routes de Quantm pour la route 129 dans le Nord-Est de l'Ontario mené l'an dernier a montré qu'il est possible d'optimiser la sélection de tracés terrestres efficacement en tenant compte des contraintes écologiques, géographiques, sociales et économiques à l'aide de la technologie. Dans la planification routière, les routes sont généralement tracées à la main sur des cartes topographiques. La production du tracé le plus favorable sur le terrain dépend des compétences et de l'expérience d'un ingénieur. Ce processus peut prendre du temps et s'avérer fastidieux.

Le MTO a évalué Quantm, outil d'optimisation fondé sur un modèle qui génère diverses possibilités de tracés en intégrant les critères de sélection provenant de différentes exigences liées à la planification routière. Les possibilités se réduisent au fur et à mesure que davantage de critères sont déterminés. Quantm cherche les routes à faible coût qui satisfont le mieux aux critères de sélection.

Ce système a été mis au point par CSIRO, un organisme gouvernemental australien, pour la sélection de tracés de routes et de chemins de fer. Au départ, Quantm était principalement utilisé pour l'optimisation des tracés de chemins de fer, mais, depuis, il a été par mis à jour pour permettre au moteur d'optimisation de lire les cartes réalisées en formats SIG (systèmes d'information géographique) et CAO (conception assistée par ordinateur). Cette souplesse accrue est plus pratique pour les projets d'optimisation de tracés autres que ferroviaires.

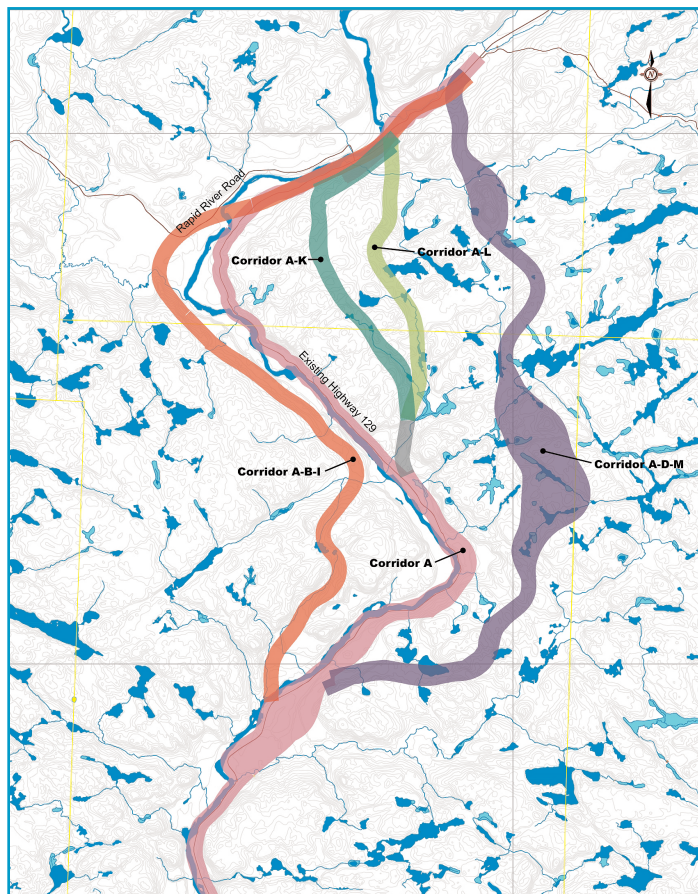
Le programme intègre les données de terrain numériques dans une base de données et procède à leur analyse grâce à son modèle altimétrique numérique (MAN)

« Le programme nous permet de nous assurer que rien n'a été oublié dans le processus d'examen des options possibles pour la nouvelle route »

personnalisé. Un logiciel frontal est installé sur l'ordinateur de l'utilisateur et les données sont téléchargées à la fois sur le logiciel et sur le moteur d'optimisation de Quantm. Le moteur d'optimisation transmet des données cryptées par voie électronique à l'ordinateur de

l'utilisateur. Cette façon de procéder élimine le coût d'installation de l'infrastructure de TI requise pour prendre en charge le moteur d'optimisation.

Le projet de route 129 d'une longueur de 20 km dans la région du Nord-Est est le premier en Ontario à avoir fait appel à Quantm dans une procédure de planification routière. L'isolement du lieu et



Possibilités de corridors générées par le moteur d'optimisation.

les limites géographiques constituaient un bon cadre de mise à l'essai du logiciel. Les parois rocheuses abruptes et la proximité de la rivière Mississagi ont accru le niveau de complexité de la planification du réaligement d'un corridor de 20 km dans la région d'Algoma. Le terrain montagneux a rendu la collecte manuelle de données problématique, compte tenu de la difficulté d'accès de la zone. L'un des objectifs était de tenir compte des préoccupations du public relativement à la préservation de la vue panoramique sur la rivière, qui constitue une attraction pour les touristes de passage dans la région. Le MTO s'est tourné vers Quantm et ses capacités uniques à rendre les divers tracés possibles à partir d'un nombre limité de renseignements, afin de localiser un tracé qui représenterait le point d'équilibre idéal entre la faisabilité et les considérations environnementales.

L'optimisation a été effectuée en deux étapes : la première pour les corridors et la deuxième pour les tracés. On a d'abord généré des corridors de remplacement et cherché à obtenir des rétroactions à l'occasion d'une séance d'information publique. Ensuite, l'équipe a utilisé le moteur d'optimisation de Quantm afin de générer >

Le processus de sélection de tracé de Quantm tient compte de toutes les possibilités, suite

un dépouillement plus méticuleux des tracés possibles, ainsi que des mesures de coûts plus fiables. Les résultats ont été présentés à l'occasion d'une deuxième séance d'information publique. Enfin, la conception préliminaire a été achevée à l'aide des méthodes de CAO habituelles.

D'une manière générale, le logiciel de Quantm a contribué avec succès au processus de planification du projet. La caractéristique la plus efficace de Quantm dans ce contexte est qu'il a permis au MTO d'examiner des corridors routiers en fonction de nombreux paramètres et d'analyser les avantages de chacune des possibilités.

“Le programme nous a permis de nous assurer que rien n'a été oublié dans le processus d'examen des options possibles pour la nouvelle route”, a déclaré Ron Turcotte, ingénieur de projet pour la route 129. ●

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Ron Turcotte, ingénieur de projet, Planification et environnement, région du Nord-Est, à Ron.Turcotte@ontario.ca ou au (705) 497-6945.

Démonstration d'un essai à l'eau sous pression sur un enrobé à matrice de pierre

Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a adopté en 2000 l'enrobé à matrice de pierre (enrobé SMA), mélange de couche de surface d'asphalte durable et résistant à l'orniérage, comme principal type de surface de revêtement des routes. Depuis lors, l'enrobé SMA a été utilisé dans le revêtement des principales routes de l'Ontario sur lesquelles circulent une charge de véhicules dépassant trois millions en équivalents de charge axiale simple par année. Pour ces charges, les avantages de ce revêtement comprennent une bonne durabilité, une durée de vie utile accrue et une réduction du bruit, important facteur de conception pour une autoroute en milieu urbain.

Les caractéristiques essentielles de ce mélange comprennent une matrice à granularité discontinue formée de granulats grossiers enrobés d'un mastic. La résistance de l'enrobé SMA à l'orniérage est attribuable à la matrice de granulats grossiers qui assure davantage de contact entre les granulats que les mélanges d'asphalte à haute densité traditionnels. Le mastic de l'enrobé SMA intègre une forte teneur en ciment bitumineux qui améliore la durabilité du liant et une petite quantité de cellulose ou de fibres minérales qui aident à prévenir le drainage du bitume pendant le transport et l'installation du mélange.

Bien que l'enrobé SMA présente d'excellentes propriétés, le MTO a constaté que sa résistance au dérapage est faible dans ses premières années d'installation, mais s'améliore avec le temps et le passage des véhicules. Ce problème a également été rapporté aux États-Unis, en Europe et en Australie. Ce coefficient de frottement initial est attribuable à la teneur élevée de mortier d'asphalte et à la pellicule d'asphalte épaisse qui masque la micro-texture des saillies de granulats à la surface du revêtement.

Le MTO étudie des méthodes pour améliorer le frottement initial de l'enrobé SMA. Un groupe de travail mixte formé du secteur privé et du MTO se penche sur la conception, l'installation et l'entretien des enrobés SMA pour trouver des solutions possibles. Ce groupe, composé de représentants du Ministère, de l'Ontario Hot Mix Producers Association, d'AECON, de Lafarge, de DBA Engineering et de Miller Paving, a étudié diverses technologies de traitement de texture qui permettraient spécifiquement d'améliorer le coefficient de résistance au dérapage initial de l'enrobé SMA. Parmi les traitements étudiés, citons l'application de grains de sable, le meulage au diamant, le grenaillage et la projection d'eau sous pression sur un nouvel enrobé SMA.

Comme essai de traitement pour améliorer le frottement, la technique de projection d'eau sous pression a été choisie parce qu'elle est moins agressive, plus économique, plus rapide et plus

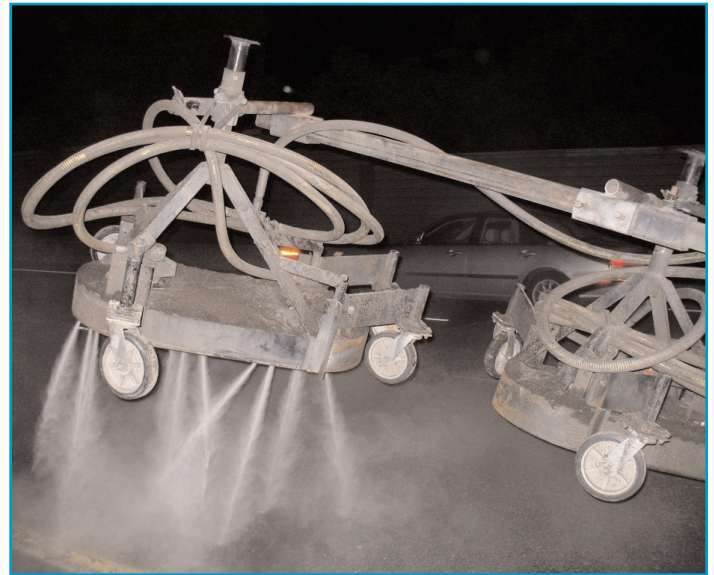


Figure 1 : Photo rapprochée des jets d'eau.



Figure 2 : Gros plan du revêtement avant et après le traitement à l'eau sous pression. La surface avant le traitement est à gauche, alors que la surface après est à droite. Notez la disparition de la pellicule d'asphalte en excès de la surface.

agréable d'un point de vue esthétique que les autres. Le MTO a collaboré avec Hi-Lite Canada, société canadienne établie à Kingston, en Ontario, pour projeter de l'eau sous pression sur un tronçon de l'autoroute 401 sur lequel l'enrobé SMA avait récemment été installé. Ce tronçon s'étend sur 2,3 km en >

Démonstration d'un essai à l'eau sous pression sur un enrobé à matrice de pierre, *continued*

direction est à Oshawa à partir de l'est de Park Road jusqu'à la rue Bloor. L'essai a été réalisé en octobre 2008.

À des fins de comparaison des résultats, un test portant sur le frottement du revêtement avant le traitement à l'eau sous pression a été réalisé à la limite de vitesse permise de 100 km/h (FN 100) en septembre, soit avant l'essai. La Section des revêtements et des fondations du MTO a réalisé des tests de suivi portant sur le frottement de l'enrobé SMA traité à l'eau sous pression immédiatement après l'essai, puis encore en avril 2009. Les résultats du test ont révélé que l'eau sous pression a considérablement augmenté, soit d'environ 20 %, le coefficient de frottement dans les trois voies testées. Les résultats du test d'avril 2009 ont confirmé le maintien de ce coefficient amélioré. D'autres tests portant sur la friction du revêtement seront réalisés à l'automne 2009, puis annuellement à des fins d'évaluation continue de la longévité du traitement à l'eau sous pression sur l'enrobé SMA.

Le groupe de travail a conclu que l'essai à l'eau sous pression a été une réussite et il a également constaté qu'il n'a altéré ni l'intégrité ni l'apparence de la surface du revêtement. La technique se prête bien à la fermeture d'une voie à la fois sur l'autoroute et elle est plus rapide et considérablement plus économique que les autres méthodes de traitement de texture des revêtements routiers. À la fin de cet essai, on a balayé mécaniquement la surface du revêtement pour enlever une petite quantité d'asphalte résiduel, ce qui est recommandé pour les prochains travaux de cette nature.

L'application d'eau sous pression nécessite une importante quantité d'eau. Dans le cadre de cet essai, 47 000 litres d'eau ont été utilisés; 180 litres d'eau sous pression ont été appliqués à 40 mètres par minute à raison de 4,5 litres par mètre. Hi-Lite Canada a pu respecter les exigences en matière de fermeture des voies et de protection de la circulation; elle a également effectué le traitement la nuit pour réduire l'impact sur la circulation.

Les premiers résultats indiquent que l'eau sous pression semble être un moyen efficace et économique d'améliorer considérablement la résistance initiale au dérapage de l'enrobé SMA. Un test portant sur le frottement longitudinal effectué sur le même tronçon fournira une évaluation de la durabilité et de la fiabilité à long terme de ce traitement. ●

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Stephen Lee, Chef, Section du génie géotechnique, Région du Centre, à Stephen.Lee@ontario.ca ou au (416) 235-5438.

Revêtements d'asphalte durables

Avec les années, le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a adopté plusieurs mesures « vertes » pour réduire son impact écologique et favoriser des méthodes sans danger pour l'environnement en matière d'entretien et de réparation des routes. Voici quelques exemples de ces mesures : recyclage sur place des matériaux routiers existants, recyclage total du revêtement en place et incorporation de matériaux recyclés de rechange dans la chaussée.

Depuis 1989, le MTO utilise le recyclage à froid in situ comme solution de rechange aux méthodes traditionnelles d'entretien des routes. Le recyclage à froid in situ consiste à recycler le mélange à chaud initial déjà en place, à broyer le revêtement existant, à y ajouter une petite quantité d'émulsion et à remettre le mélange sur la route. Cette technique permet d'économiser le ciment bitumineux et les granulats, en plus de réduire les transports en camions et la consommation d'énergie. Étant donné que le recyclage à froid in situ réutilise les matériaux existants et ne nécessite pas de chaleur, il consomme 80 % moins d'énergie et génère beaucoup moins de gaz à effet de serre que la technique traditionnelle d'asphalte mélangé à chaud.

L'un des problèmes liés au recyclage à froid in situ est la durée relativement courte de la saison des travaux, car cette technique nécessite un temps sec et chaud pour que l'émulsion se stabilise. Or, le climat de l'Ontario n'offre qu'une petite période de conditions idéales. Ainsi, le MTO a désigné une nouvelle technologie qui fait appel à l'asphalte moussé au lieu de l'émulsion. Cette nouvelle technique, appelée mélange d'asphalte moussé recyclé à froid in situ (CIREAM pour Cold In-place Recycling with Expanded Asphalt Mix), consiste à ajouter de l'asphalte moussé au lieu d'une émulsion au revêtement broyé. La technique CIREAM nécessite moins que le temps soit chaud et sec que le recyclage à froid in situ, ce qui permet de réaliser les travaux sur une plus longue période dans l'année.

Une étude de cas menée par le MTO a révélé que tant le recyclage à froid in situ que la technique CIREAM permettent de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre comparativement aux techniques traditionnelles de revêtement des routes. Cette étude consistait à comparer les techniques de recyclage sur place à la méthode traditionnelle de remise en état de la chaussée avec fraisage et pose de couche d'asphalte. Les émissions de CO₂, de NO_x et de SO₂ ont été réduites respectivement de 52 %, de 54 % et de 61 %. En général, le recyclage à froid in situ et la technique CIREAM émettent environ 50 % moins de gaz à effet de serre que la méthode traditionnelle par kilomètre de voies doubles. De même, le recyclage sur place consomme 62 % moins de granulats. De plus, il a été démontré que ces techniques sont plus économiques, permettent une réduction des coûts de 40 % à 50 % par rapport à la méthode de remise en état de la chaussée avec fraisage et pose de couche



Illustration 1: Recyclage à froid in situ en action.



Illustration 2: Train et équipement de chantier de recyclage à froid in situ.

d'asphalte. Alors que les méthodes de fraisage et de pose d'asphalte ne servent qu'à réparer temporairement les fissures dans une chaussée endommagée, le recyclage à froid in situ et la technique CIREAM empêchent les fissures d'apparaître à la surface.

Outre le recyclage de revêtement sur place, le MTO fait appel à d'autres stratégies novatrices en réutilisant des sous-produits industriels dans la structure du revêtement. De la cendre volante, des fumées de silice et du laitier de fourneau en poudre fine ont été incorporés aux mélanges de béton au lieu du ciment >

Revêtements d'asphalte durables, suite

portland depuis les années 1980; le revêtement de béton et d'asphalte de réemploi, le verre granulé, la céramique et le laitier de haut fourneau sont utilisés dans les bases et les couches de fondation granuleuses; et les bardeaux de toiture peuvent maintenant remplacer partiellement le ciment bitumineux et les granulats dans l'asphalte mélangé à chaud. Même avec ces substitutions, les revêtements fabriqués avec des mélanges plus écologiques devraient avoir la même durée de vie et la même qualité que les revêtements traditionnels.

Voici d'autres initiatives écologiques en matière de revêtement :

- Revêtements de longue durée de vie ou perpétuels – revêtements d'asphalte plus épais conçus avec une couche de base riche qui réduit la fissuration de fatigue, aucune réparation majeure n'est requise pendant 50 ans.
- Mélange d'asphalte tiède – asphalte mélangé et installé à des températures plus basses que l'asphalte traditionnellement mélangé à chaud, réduction de 35 % à 60 % des émissions de particules et des GES à l'usine.
- Revêtements silencieux – qui permettent de régler les problèmes de bruit dans les zones sensibles.
- Revêtements perméables – pour réduire le ruissellement et favoriser la recharge de la nappe phréatique (considérés comme pratique exemplaire en matière de gestion des eaux de ruissellement).
- Marques sur la chaussée faibles en COV – pour réduire les émissions de GES.

Le MTO continuera de peaufiner sa démarche écologique en intégrant un volet environnemental à ses modèles de calcul des coûts durant le cycle de vie. Le MTO met également au point un « système de cotation vert » qui favorisera la conception et la construction de revêtements plus écologiques. Le système de cotation sera fondé sur les technologies de revêtement durable novatrices et sur l'utilisation des ressources. Le MTO reconnaît l'importance de la gestion de l'environnement et continuera d'adopter des mesures plus écologiques pour la conservation de l'environnement. ●

Pour lire des articles se rapportant au sujet, veuillez consulter le numéro Hiver 2006 de Road Talk.

Pour de plus amples renseignements,
veuillez communiquer avec Becca Lane, responsable de la
Section des revêtements et des fondations, au
Becca.Lane@ontario.ca, ou à 416 256-4052.

Vers la durabilité en matière de revêtements : *Atelier du CPATT et du MTO sur les revêtements durables*

Le ministère des Transports (MTO) veut devenir un chef de file nord-américain par l'adoption de stratégies plus soucieuses de l'environnement en ce qui a trait aux revêtements. Au fil des ans, le Ministère s'est constamment efforcé de mettre au point des revêtements plus durables par le retraitement en place, le recyclage des sous-produits industriels, les mélanges d'asphalte tiède, les revêtements perméables et les revêtements perpétuels.

Le Ministère a également fait la promotion de la durabilité en matière de revêtements et mis en œuvre diverses mesures incitatives pour atteindre cet objectif. À ce titre, mentionnons la création de "paramètres écologiques" devant être intégrés à l'analyse du coût complet sur le cycle de vie, l'investissement dans des activités de recherche et développement axées sur l'innovation "verte", l'offre de ressources éducatives et informatives destinées à l'industrie et l'établissement d'objectifs quantitatifs précis concernant les matières recyclables, les émissions et les réductions de la consommation d'énergie.

En décembre 2008, le MTO et l'Université de Waterloo (plus précisément, le CPATT, pour « Center for Pavement and Transportation Technology » ou centre de la technologie du revêtement et des transports) ont organisé un atelier d'une demi-journée sur les revêtements durables, avec le concours financier du Programme de financement des projets d'innovation en infrastructure routière du Ministère. L'atelier avait comme principal objectif de réunir un petit groupe d'intervenants pour qu'ils recherchent ensemble des moyens d'intégrer la durabilité dans le processus de conception et de gestion des revêtements. Le but était d'établir une liste d'innovations prometteuses et de déterminer comment celles-ci peuvent être raisonnablement évaluées et intégrées dans les méthodes d'ingénierie des revêtements.

En tout, 44 personnes, dont des employés du MTO, des consultants, des entrepreneurs, des fournisseurs de matériaux et des représentants de l'Université de Waterloo, ont participé à l'atelier. Ils avaient été préalablement affectés à six groupes en fonction de leur expertise. Les membres de chacun de ces six groupes (constituants du béton, constituants de l'asphalte, processus de conception, nouvelle construction et réfection, stratégies de préservation et rénovation) ont abordé diverses questions liées aux matériaux, à la conception, aux outils et aux procédés de revêtement, ce qui leur a permis de se pencher sur les idées suivantes :



Susan Tighe animant l'atelier du CPATT et du MTO sur les revêtements durables en décembre

- Intensification des activités de recherche et développement, d'éducation et de formation
- Augmentation de la quantité de revêtements durables
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)
- Analyses du coût complet sur le cycle de vie
- Économies d'énergie
- Mise à l'essai et surveillance des matériaux et du rendement
- Utilisation accrue des techniques de recyclage et de retraitement en place
- Lutte contre la résistance au changement
- Autorisation de l'innovation quant aux prescriptions techniques

L'atelier a fourni aux participants une occasion de comprendre qu'il est nécessaire de quantifier la durabilité des revêtements. Bien qu'il n'existe actuellement aucun mécanisme officiel pour quantifier l'incidence des matériaux, des techniques et des conceptions écologiques, l'atelier a permis d'entreprendre une évaluation en bonne et due forme de l'intégration de la durabilité dans le processus de conception et de gestion des revêtements.

Le MTO cherchera ensuite à quantifier et à intégrer la durabilité dans ce processus en créant des "paramètres écologiques" pour l'analyse du coût complet sur le cycle de vie afin de favoriser la durabilité dès l'étape de la conception. Le MTO pourrait aussi tenter de réviser et de modifier les prescriptions techniques

Vers la durabilité en matière de revêtements : *Atelier du CPATT et du MTO sur les revêtements durables, suite*

actuelles afin d'encourager une plus grande utilisation des matériaux recyclés dans la conception et la construction des revêtements.

Consultez les prochains numéros de Road Talk pour y lire des articles sur les plus récents développements en matière de conception et de caractéristiques techniques des revêtements. ●

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec [Susanne Chan](#), ingénieure en conception des revêtements, Section des revêtements et des fondations, au 416 235-5509.
