

Contenu

- 1 Introduction
- 2 Objectif
- 2 Expérience du BCMOTH
- 4 Expérience du BCMOF
- 6 Rentabilité pour les usagers de la route
- 6 Résultats et discussion
- 7 Conclusions
- 8 Mise en application
- 8 Références
- 8 Remerciements

Surveillance des conditions de dégel des routes au printemps pour maximiser la période de camionnage des billes

Résumé

Quand les diverses couches qui forment les routes de camionnage commencent à dégeler au printemps, les fonctionnaires chargés de la réglementation en C.-B. imposent des limites de charge pour éviter ou restreindre les dommages causés par des véhicules lourdement chargés. Jusqu'à récemment, la décision relative au moment où imposer ces limites était basée sur des critères subjectifs ou des dates traditionnelles, et avait donc tendance à être conservatrice. Il existe toutefois une technologie permettant de déterminer avec plus de précision à quel moment imposer des restrictions pour protéger l'intégrité de la surface de roulement tout en maximisant le nombre de jours de camionnage avant l'arrêt des activités au printemps. Le rapport documente l'expérience du ministère des Forêts de C.-B. dans l'application de cette technologie à deux routes de camionnage des billes dans le nord-ouest de la C.-B.

Mots clés

Limites de charge, Routes en période de dégel, Routes de camionnage des billes, Niveaux de gel, Colombie-Britannique

Auteurs

C.R. Webb,
FERIC, Division de
l'Ouest

L.M. Kelly,
Ministère des Forêts,
C.-B., Région forestière
de Prince Rupert

Traduit de l'anglais par
Thérèse Sicard, ing.f.

Introduction

Dans une bonne partie de l'ouest du Canada, l'industrie forestière dépend fortement des conditions de gel du sol pour accéder aux ressources ligneuses (figure 1). À mesure que les températures ambiantes s'élèvent le jour en février et en mars, les températures dans les couches supérieures d'une route montent graduellement au-dessus du point de congélation. Les matériaux à la surface et dans la structure de la route perdent leur résistance quand l'eau provenant de la fonte des lentilles de glace formées dans les couches de sol ainsi que de la neige et de la

glace accumulées dans les fossés en bordure, devient mobile et sature la structure entière. La perte de capacité portante qui en résulte dans la structure de la route se produit très rapidement au début du dégel, et amène souvent en quelques jours le plus bas niveau de résistance. La récupération est un procédé beaucoup plus graduel qui dépend de la rapidité de séchage des différentes couches de la route, et se poursuit souvent durant une bonne partie de l'été (Blair, 2000). Si les camions grumiers et autres véhicules lourds à roues aux charges élevées continuent de circuler sur des routes affaiblies par le dégel, des dommages sérieux dans la structure des routes peuvent survenir.

Les autorités qui gèrent les routes publiques restreignent les activités de camionnage ou imposent des limites de charge durant les périodes de faible capacité portante (dégel du printemps) pour éviter ou réduire les coûts élevés d'entretien et de réparation. La décision du moment où appliquer ces restrictions peut être basée sur l'observation de la détérioration des surfaces, sur les dates utilisées dans le passé ou, comme dans les dernières années, sur une mesure

Figure 1.
Camionnage sur
une surface de
roulement gelée.



précise de la température dans les diverses couches de route. Les bureaux régionaux du ministère du Transport et des Routes de C.-B. (BCMOTH), principalement dans la zone intérieure de la province, se basent sur les observations des niveaux de gel sous la surface des routes publiques principales pour mettre en place des limites de charge sur les routes secondaires locales. Cependant, cette pratique ne tient pas compte des variations de résistance dues au design même de la route ou à la topographie, qui peuvent maintenir des conditions de gel sur des trajets spécifiques de camionnage des billes. Dans certains cas, une route secondaire de faible résistance, soumise hâtivement à des limites de charge, peut devenir un obstacle à la circulation entre des routes forestières encore gelées et une voie publique principale, entraînant l'arrêt prématuré du camionnage des billes.

L'imposition prématurée de limites de charge ou d'interdictions du camionnage n'assure pas l'efficacité optimale du système routier et peut avoir un impact négatif sur l'industrie forestière. Un arrêt hâtif du transport affecte la rentabilité des entrepreneurs en camionnage et la stabilité d'une main-d'oeuvre fiable. Il peut également avoir pour effet une insuffisance des stocks de matière première dans certaines usines pour maintenir la production tout au long du printemps et de l'été ou, au contraire, la présence de stocks plus importants que nécessaire avec les coûts additionnels de stockage qui s'ensuivent.

En 1998, le ministère des Forêts de C.-B. (BCMOF) a appliqué pour la première fois la technologie de surveillance des températures dans les couches de forme sur

une route du Service forestier utilisée pour le transport de billes et de minerai de cuivre concentré; en 1999, il a aussi partagé le coût d'instrumentation d'une seconde route administrée par le BCMOTH et servant au camionnage des billes. Ces deux routes sont situées dans la région de Smithers/Houston dans le nord-ouest de la C.-B. Mis au courant de ces activités, FERIC, avec la coopération du BCMOF, en a documenté les résultats au printemps 2000.

Objectif

L'objectif du présent rapport est de documenter les résultats, notamment une estimation des coûts et des bénéfices, de l'observation des niveaux de gel dans les diverses couches de routes spécifiques servant au camionnage des billes. Une plus grande sensibilisation à l'utilisation de cette technologie pour déterminer à quel moment imposer des limites de charge au printemps pourrait entraîner une augmentation dans le nombre de jours de camionnage disponibles et/ou une diminution des coûts d'entretien routier.

Expérience du BCMOTH

Traditionnellement, des mesures de déflexion de la chaussée à l'aide d'une poutre Benkelman (figure 2) et/ou des observations visuelles de la détérioration de la surface de roulement ont été utilisées pour déterminer le moment où les limites de charge doivent entrer en vigueur. Cependant, au cours des vingt dernières années, le BCMOTH a expérimenté l'usage de sondes thermométriques variées pour observer les niveaux de gel dans les couches formant les voies publiques, et a établi une corrélation avec les données provenant des mesures de déflexion de la chaussée prises simultanément. Le ministère a maintenant suffisamment confiance dans les données de température sous la surface pour prendre moins de mesures de déflexion et s'appuyer davantage sur les données de température au moment d'imposer et d'annuler les limites de charge

Figure 2. Mesure de la déflexion de la chaussée à l'aide d'une poutre Benkelman.



Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC)

Division de l'Est et Siège social
580, boul. St-Jean
Pointe-Claire, QC, H9R 3J9

☎ (514) 694-1140
📠 (514) 694-4351
✉ admin@mtl.feric.ca

Division de l'Ouest
2601 East Mall
Vancouver, BC, V6T 1Z4

☎ (604) 228-1555
📠 (604) 228-0999
✉ admin@vcr.feric.ca

Mise en Garde

Avantage est publié uniquement à titre d'information pour les membres et les partenaires de FERIC. Il ne doit pas être interprété comme une approbation par FERIC d'un produit ou d'un service à l'exclusion d'autres qui peuvent être adéquats.

This publication is also available in English.

© Copyright 2000. Imprimé au Canada sur de papier recyclé.



ISSN 1493-3713

sur les routes publiques relevant de sa juridiction.

Depuis 1990, le personnel géotechnique du BCMOTH, Région du Nord-ouest, a progressivement installé un réseau de stations de mesure des températures le long de l'Autoroute 16 entre Terrace et Smithers.¹ La figure 3 illustre une installation normale avec possibilité d'observation soit sur le site à l'aide d'un instrument de lecture portatif ou à distance via le système téléphonique.

La sonde thermométrique utilisée dans cette région consiste normalement en une série de 17 capteurs électroniques de température, ou thermistors, espacés à intervalles de 75 à 300 mm. En général, l'appareil a approximativement 25 mm de diamètre et 2,3 m de longueur. Il est inséré dans une gaine protectrice en plastique et déposé dans un trou foré dans les couches de la route, le capteur le plus élevé étant placé entre 15 et 100 mm sous la surface asphaltée. Sur les voies publiques principales, la sonde est située sous la trace des roues extérieures pour assurer que, la plupart du temps, la surface de roulement ne soit pas soumise à l'effet isolant du couvert de neige.

Les raccordements de sortie des thermistors passent dans un tube protecteur jusqu'à un enregistreur de données enterré dans une boîte étanche au côté de la route. Des lectures de température sont prises toutes les six heures par l'enregistreur de données et téléchargées selon les besoins par le personnel du BCMOTH à Terrace, via le système téléphonique. La série de capteurs donne un profil des températures à différentes profondeurs jusqu'à la surface, lequel profil change à mesure que le dégel progresse. Les techniciens peuvent établir une corrélation entre ce profil et les pronostics de température, et déterminer quand imposer les limites de charge.

L'expérience à cet endroit a démontré que quand la température dans les 200 à 300 mm supérieurs s'élève à $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, la résistance de la route atteint un point critique. Suivant la résistance due au design d'une route particulière, il peut donc devenir nécessaire d'imposer des limites de charge. Les voies publiques principales, comme l'Autoroute 16, sont conçues pour supporter les charges maximales autorisées sur route publique, même durant la période de dégel. Cependant, les routes secondaires peuvent être construites selon des normes inférieures et, par conséquent, être sujettes à des limites de charge.

Le chemin de Babine Lake est une route accessible au public, gérée par le BCMOTH, mais reliée à plusieurs routes du Service forestier. Elle se dirige nord-est depuis l'Autoroute 16 à Smithers. Le tronçon de 16 km situé immédiatement au nord de l'autoroute est depuis plusieurs années un obstacle à la circulation pour les camionneurs de billes. Bien que cette section ait été pavée, elle n'a pas été conçue pour le passage des charges maximales à l'essieu autorisées sur route publique, durant le dégel du printemps. Sa faible élévation, combinée aux propriétés thermiques de la surface asphaltée, entraînait un dégel plus hâtif par rapport aux sections de route à plus haute altitude. Le BCMOTH était donc amené à imposer très tôt des limites de charge. Ainsi, même si la partie gravellée de la route se rendant aux altitudes plus élevées demeurait gelée et encore capable de supporter les charges maximales autorisées, comme dans le cas de l'Autoroute 16, le

¹ L'Autoroute 16 est une voie de communication majeure Est-Ouest, qui traverse le centre des provinces de l'Ouest et fournit un lien avec le port de Prince Rupert sur la côte du Pacifique.

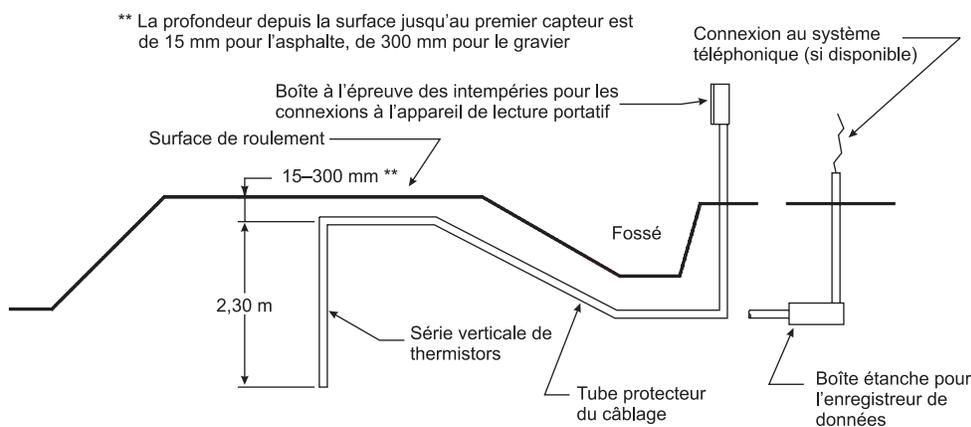


Figure 3. Section transversale de route avec station de thermistors.

camionnage des billes était forcément interrompu.

Pour résoudre ce problème, le BCMOTH a reconstruit et repavé cette section de 16 km durant les saisons de construction 1998 et 1999, et elle est maintenant considérée comme pouvant supporter 100 % des charges maximales autorisées sur route publique, même dans sa condition la plus faible.

Une station de thermistors a été installée au kilomètre 14,5 et reliée au système téléphonique. Dans les années antérieures à cette amélioration, les décisions relatives à l'imposition de limites de charge sur le chemin de Babine Lake étaient basées sur une combinaison des mesures de déflexion de la chaussée pour une section témoin à proximité de l'Autoroute 16, avec les données des niveaux de gel provenant de la station de thermistors la plus rapprochée située à environ 15 km à l'est sur l'Autoroute 16 près de Round Lake.

Dans la région de Thompson-Okanagan, le BCMOTH a 15 sondes ou gémètres situés sur des voies publiques principales et 6 autres stations sur des routes secondaires.² Les principales différences entre les données recueillies dans cette région et dans la région du Nord-ouest sont la profondeur de pénétration du gel et la durée de l'état de gel. Par exemple, quatre sondes dans l'Okanagan sud indiquent une pénétration moyenne du gel d'un mètre pendant six à huit semaines, comparativement à la station située au kilomètre 14,5 sur le chemin de Babine Lake, où la pénétration peut atteindre 1,8 m pendant plus de 15 semaines.

Expérience du BCMOF

La Branche d'ingénierie du BCMOF à Smithers a entrepris deux projets pour obtenir des renseignements relatifs aux conditions de dégel sur des trajets spécifiques de camionnage des billes. Ces trajets diffèrent légèrement par les types de surface de roulement impliqués, la composition du groupe d'utilisateurs, les masses totales maximales des véhicules en charge, et l'autorité administrative.

Chemin de Morice River

Le chemin de Morice River est une route gravellée à faible déclivité, qui se dirige sud depuis l'Autoroute 16 à Houston. La circulation y est régie par le BCMOF par le biais de contrats d'utilisation. Il y a plusieurs embranchements, mais la route qui nous intéresse principalement se rend à une exploi-

tation de cuivre à ciel ouvert. Une importante compagnie de camionnage en vrac transporte du minerai de cuivre concentré, depuis la mine jusqu'à Stewart, C.-B. En outre, deux entreprises forestières ont des exploitations le long de ce réseau routier, avec dans les deux cas une scierie située à Houston. Le transport des billes pour approvisionner les scieries se fait entièrement sur routes forestières et, par conséquent, les charges maximales des véhicules, tel que spécifié dans les contrats d'utilisation, peuvent dépasser de 42 à 55 % les limites autorisées sur route publique. Cependant, les véhicules transportant le minerai de cuivre concentré doivent respecter les limites de charge autorisées sur route publique, puisqu'ils poursuivent leur trajet vers l'ouest sur l'Autoroute 16 après avoir atteint Houston. La société minière et les deux entreprises de produits forestiers constituent le groupe d'utilisateurs de la route et leurs contrats avec le BCMOF comportent l'obligation d'entretenir la route.

Étant au courant de l'expérience du BCMOTH concernant la surveillance des conditions de dégel des routes, le BCMOF a décidé d'appliquer cette technologie pour la gestion du chemin de Morice River. Sur la longueur de 122 km, la route s'élève depuis une altitude d'approximativement 600 m jusqu'à environ 1375 m. En 1998, le BCMOF a établi quatre stations d'observation des températures dans les couches de la route pour déterminer la rapidité du dégel en fonction de l'altitude. Les conditions dans les sections à faible altitude dicteraient à quel moment imposer les limites de charge, alors que les conditions dans les sections à haute altitude détermineraient la durée globale des restrictions.

Commençant au kilomètre 6,5, les stations ont été espacées à intervalles d'environ 26 km. L'instrumentation à chaque station consistait en une série de 10 thermistors disposés verticalement dans le centre de la structure de la route d'une manière similaire à celle utilisée par le BCMOTH. Le capteur supérieur est situé approximativement à 300 mm sous la surface de roulement pour assurer qu'il ne soit pas perturbé par le nivelage. Les fils conducteurs partant de la série de thermistors se rendent à une boîte à l'épreuve des

² Jim Mader, Regional Roadway Design Technician, BCMOTH, Région de Thompson-Okanagan, Kamloops, C.-B., communication personnelle, août 2000.

intempéries au côté de la route, où des connexions peuvent être faites à un appareil de lecture portatif.

Préalablement à cette installation, la décision relative au moment d'application des limites de charge était basée strictement sur une évaluation visuelle de l'évolution des conditions de la surface de roulement et sur l'effet anticipé des prévisions météorologiques. Avec une meilleure compréhension des conditions dans les couches de forme de la route, tel qu'indiqué par les lectures de température, et en utilisant les mêmes critères que ceux établis par le BCMOTH, le BCMOF peut maintenant décider, avec une plus grande assurance, pendant combien de temps il doit encore permettre le camionnage hivernal des billes avant d'imposer des limites de charge. On obtient ainsi un équilibre optimum entre maximiser le nombre de jours de camionnage disponibles et réduire au minimum les dommages à la route.

Le 14 mars 2000, FERIC a accompagné des ingénieurs du BCMOF pour recueillir des données provenant des stations de thermistors. Une température élevée de $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a été mesurée par le capteur supérieur à la station du kilomètre 6,5, alors que les lectures correspondantes aux autres stations étaient de $0,2$ à $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ plus basses. FERIC a remarqué qu'aux altitudes plus élevées l'équipe de voirie était occupée à dégager la neige et la glace accumulées dans les fossés pour accélérer le drainage de l'eau produite par le dégel des couches de la route. Les lectures des thermistors enregistrées à cette date étaient les premières à mettre en question la continuation du camionnage des billes. Se basant sur cette information et sur les pronostics de température pour les quelques jours suivants, le BCMOF a décidé provisoirement que des limites de charge seraient imposées quatre jours plus tard. Cependant, une température inférieure au point de congélation pendant plusieurs nuits a permis de reporter au 23 mars la mise en vigueur des restrictions. À ce moment, une limite maximale (basée sur l'expérience passée) à 80 % des charges autorisées sur route publique a été imposée et les compagnies forestières ont choisi d'interrompre le camionnage d'hiver des billes. Seul le transport du minerai s'est poursuivi, mais avec des charges réduites.

Chemin de Babine Lake

Contrairement au chemin de Morice River, celui de Babine Lake monte en pente

assez raide après avoir quitté l'Autoroute 16. D'une altitude d'approximativement 500 m, il s'élève à environ 1160 m au kilomètre 53. Son principal usage industriel est le camionnage des billes, mais on s'en sert aussi énormément à des fins récréatives, particulièrement durant les mois d'été. Les camions qui transportent des billes sur cette route sont limités aux charges maximales autorisées sur route publique puisqu'ils doivent circuler sur l'Autoroute 16 pour atteindre leur destination. En novembre 1999, à l'instigation du BCMOF, deux stations de thermistors ont été installées approximativement au km 26 et au km 50, pour compléter l'information provenant de la station existante du BCMOTH au kilomètre 14,5.

Le 23 février 2000, quand la température indiquée par le capteur supérieur de la station de thermistors du kilomètre 14,5 s'était élevée à $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, le BCMOTH avait imposé une limite de charge à 100 % des charges autorisées sur route publique, entrant en vigueur le 28 février, afin d'éviter d'endommager la section pavée inférieure de 16 km. Cela signifiait qu'aucun permis de surcharge ne serait accordé après cette date et qu'aucun équipement lourd se trouvant encore sur les sites de récolte ne pourrait sortir avant la levée des restrictions, possiblement en juin. Cette limite de charge n'a pas affecté directement les camionneurs de billes. À cette date, même si les températures ambiantes étaient à la hausse le jour, les températures dans les couches de la route aux sites du kilomètre 26 et du kilomètre 50 demeuraient sous le point de congélation, le thermistor le plus rapproché de la surface enregistrant des températures de l'ordre de -2 à $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dans la première semaine de mars 2000, les températures ambiantes de jour s'élevaient au-dessus du point de congélation de façon régulière, de sorte que les lectures des thermistors aux stations des kilomètres 26 et 50 sont devenues plus fréquentes. Dépendant des variations quotidiennes des conditions atmosphériques et de la température ambiante, l'observation à ces stations s'est poursuivie durant le mois de mars à intervalles d'un à trois jours (figure 4). Les lectures des capteurs les plus près de la surface approchaient graduellement le niveau critique de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le 31 mars, le BCMOTH a imposé une limite à 70 % de la charge autorisée sur route publique, entrant en vigueur le 2 avril. Cela aurait effectivement

Figure 4.
Enregistrement
des lectures du
thermistor au
kilomètre 50,
chemin de Babine
Lake, le 13 mars
2000.



forcé les entrepreneurs en camionnage à interrompre le transport des billes, s'ils avaient encore été en opération, le camionnage de charges partielles étant peu rentable. Le BCMOTH aurait émis le commentaire que, si la section pavée n'avait pas été améliorée, les limites de charge réduite auraient dû être imposées le 2 mars, compte tenu des conditions du printemps 2000.³ Par conséquent, entre l'amélioration de la section pavée inférieure et l'observation des niveaux de gel dans les sections à plus haute altitude, il y avait un potentiel de 21 jours additionnels de camionnage avant l'arrêt du printemps. De ce nombre, 12 jours peuvent être attribués à la possibilité de déterminer avec plus de précision le moment où la route en dégel était sur le point de perdre sa capacité portante. Sans cette information, l'arrêt du camionnage de billes aurait été prévu à la date traditionnelle du 15 mars.

Rentabilité pour les usagers de la route

Les chiffres fournis par le BCMOTH et le BCMOF ont montré que le coût d'achat et d'installation des deux stations instrumentées à relevé manuel sur le chemin de Babine Lake était approximativement de 6300 \$. Le BCMOTH a fourni les assemblages de thermistors à une valeur de 2900 \$, laissant la balance de 3400 \$ comme coût exceptionnel à séparer entre les usagers de la route et le BCMOF. Même si le BCMOF a assumé la tâche de surveillance des instruments, il pourrait dans les années à venir vouloir partager ces frais avec les autres usagers de la route. Ces coûts seraient probablement sujets à négociation et pourraient être très variables, selon le temps requis pour recueillir et diffuser les données.

Les bénéfices réels à retirer de cet investissement et des jours additionnels de camionnage qui en ont résulté pour l'an 2000

sont actuellement difficiles à exprimer en dollars, puisque les jours supplémentaires n'ont pas été comptabilisés dans le calendrier de camionnage de l'hiver 1999-2000. Cependant, on peut obtenir une indication des économies en utilisant le Modèle du coût de camionnage des billes développé par FERIC, pour calculer seulement les économies dans le coût de camionnage résultant d'une augmentation de 21 jours de transport dans une année.

Compte tenu d'un parc de 16 véhicules de configurations diverses, transportant un volume annuel de 221 000 m³ sur un trajet de 125 km en utilisant le chemin de Babine Lake, une économie de 0,80 \$/m³ pourrait être réalisée par suite de la prolongation de la période de camionnage au printemps. Cependant, une usine a en fait arrêté le camionnage le 24 mars 2000 parce que son parc à billes était plein. Théoriquement, si le camionnage avait continué jusqu'à la date d'interruption du 1er avril et que l'usine avait continué à consommer une partie de cet arrivage, le volume des stocks requis pour poursuivre les opérations durant le reste du printemps et le début de l'été serait moindre et, par conséquent, la valeur monétaire totale des stocks de bois au moment de l'interruption serait plus faible. Le volume des stocks étant plus bas, le temps d'entreposage du bois livré en premier serait plus court. Les stocks de bois seraient donc en moyenne plus fraîchement coupés au moment d'être transformés à l'usine, donnant un produit final de qualité supérieure. Les autres bénéfices d'une période de camionnage plus longue comprennent des coûts de propriété plus bas en dollars/heure pour les camions et la machinerie forestière, des arrivages plus réguliers de billes à l'usine, ainsi que la possibilité d'attirer et de retenir une main-d'oeuvre plus stable.

Résultats et discussion

Traditionnellement, les usines de la région de Smithers, dont les entrepreneurs en camionnage utilisent le chemin de Babine Lake, planifient leur camionnage d'hiver pour qu'il se termine entre le 10 et le 15 mars, sous réserve des limites de charge du BCMOTH basées sur la section pavée de faible résistance à l'extrémité inférieure de la route.

³ Gordon Gunson, Woods Manager, West Fraser Mills Limited, Pacific Inland Resources Division, communication personnelle, mai 2000.

Depuis l'amélioration de cette section, l'élément clé pour déterminer à quel moment imposer les limites de charge qui affecteront le transport des billes est devenu la partie gravelée de la route, à plus haute altitude. Les données provenant des stations de thermistors aux kilomètres 26 et 50 permettront au BCMOTH de décider pendant combien de temps il peut permettre de prolonger le camionnage d'hiver avant d'avoir à imposer des limites de charge pour protéger la partie gravelée supérieure de la route. En mars 2000, 12 autres jours additionnels de camionnage étaient disponibles comme résultat direct de l'observation des niveaux de gel dans les couches de cette route particulière. Il est important de noter, cependant, que l'hiver 1999-2000 avait été exceptionnellement doux et avait donné lieu à des températures plus élevées que prévu dans la structure de la route.

Des économies de 0,80 \$/m³ dans le coût du camionnage ont été calculées à l'aide du Modèle du coût de camionnage des billes développé par FERIC. Les autres bénéfices anticipés comprennent notamment :

- une réduction des stocks de billes à l'usine ainsi que de la valeur totale correspondante en dollars,
- un produit final de qualité supérieure par suite de la transformation de bois plus fraîchement coupé,
- des calendriers de camionnage plus réguliers tout au long de l'année, d'où un emploi accru pour les conducteurs, les opérateurs de chargeuses et les équipes de récolte forestière,
- des coûts horaires de propriété plus bas pour les propriétaires de véhicules et de machines et la possibilité d'attirer et de retenir une main-d'œuvre plus stable.

Sur le chemin de Morice River, c'était la tradition pour les industriels de viser à transporter des billes jusqu'à la fin de la troisième semaine de mars. La date réelle d'interruption variait d'une année à l'autre, mais dépendait de l'évaluation visuelle des conditions de la surface de roulement faite par les ingénieurs du BCMOF. En mars 2000, la date d'interruption du camionnage planifiée par les usines a coïncidé presque exactement avec l'imposition des limites de charge par le BCMOF. Les usines n'ont eu aucun temps additionnel de camionnage par suite de l'observation des niveaux de gel. Cependant, elles avaient l'assurance, selon les données de température rapportées par le BCMOF, qu'elles ne causeraient pas de dommages

excessifs à la route et qu'elles n'encourraient pas de coûts importants d'entretien en s'approchant de leur objectif. La surveillance de cette route aux printemps 1999 et 2000 a démontré que l'observation des niveaux de gel dans les couches de la route est un précieux outil de gestion du réseau routier, qui permet de maximiser les possibilités de camionnage hivernal des billes tout en réduisant au minimum les dommages dus à la circulation des véhicules lourds.

Lorsqu'elle est basée sur l'observation visuelle de la détérioration de la surface de roulement, la décision du moment où réduire les charges autorisées dépend d'une évaluation subjective et est fréquemment conservatrice. Ceci peut entraîner une perte dans les possibilités de camionnage. En outre, alors qu'une certaine détérioration visible peut être acceptable sur une surface gravelée (puisque'elle peut être corrigée par le nivelage), le degré de dommages sur une surface pavée est beaucoup plus grand quand il a progressé au point d'être facilement visible.

L'utilisation de -0,5 °C comme point critique pour l'imposition des limites de charge (selon la pratique du BCMOTH, Région du Nord-ouest, pour les routes publiques asphaltées) n'est peut-être pas entièrement appropriée pour des routes gravelées, étant donné la différence dans l'absorption de chaleur entre l'asphalte et le gravier. Cependant, ce choix est probablement conservateur et permet une certaine flexibilité dans l'établissement d'une date particulière pour la mise en vigueur des limites de charge. Blair (2000) indique qu'une fois la structure de la route complètement dégelée, la température seule n'est pas toujours un indicateur adéquat du moment où reprendre le camionnage. D'autres facteurs, tels que la rapidité à laquelle la teneur en humidité diminue avec le temps, la configuration des véhicules, le nombre d'essieux, ainsi que l'utilisation de pressions optimisées dans les pneus, ont une forte influence sur cette décision.

Conclusions

La surveillance des températures dans les couches de la route offre une méthode quantitative pour déterminer le début du dégel et de la perte de capacité portante qui en découle. L'application de cette technologie à une route particulière de camionnage des billes fournit des données spécifiques au site

pour gérer efficacement le réseau routier. Elle assure que le nombre maximum de jours de camionnage est atteint avant d'avoir à restreindre le camionnage pour éviter d'encourir des coûts excessifs d'entretien routier.

Le coût exceptionnel d'installation d'une ou de plusieurs stations de thermistors sur un trajet de camionnage des billes est un investissement relativement faible pour la plupart des usines, considérant les bénéfices potentiels provenant des jours additionnels de camionnage obtenus. Si plusieurs usines partagent le coût initial, les bénéfices nets pour chacun sont encore plus grands.

En se basant sur les données obtenues au printemps 2000, la planification pour le camionnage de l'hiver 2001 sur le chemin de Babine Lake pourra inclure, avec une bonne certitude, les jours supplémentaires acquis cette année. Il pourrait alors être possible de retracer les bénéfices réels à divers points de vue.

Mise en application

- Sur des routes critiques servant au camionnage des billes, lorsque la localisation ou la structure même des routes semblent indiquer que le dégel se produit plus tard que la date à laquelle les limites de charge sont habituellement imposées, l'installation de stations de thermistors devrait être envisagée de concert avec l'autorité de réglementation concernée.
- Les lectures des thermistors devraient être regroupées sur une base annuelle et analysées en regard des variations annuelles de température, afin de déterminer la date la plus tardive pour l'arrêt printanier du camionnage des billes dans les années à venir.
- L'industrie et le BCMOTH devraient coopérer dans l'identification et l'amélioration des routes publiques secondaires qui deviennent des obstacles au camionnage des billes au printemps, dans le but de prolonger la saison hivernale de transport.
- Pour augmenter davantage le nombre de jours de camionnage disponibles, une étude continue devrait être faite sur les facteurs affectant la date la plus hâtive où le camionnage peut être repris à mesure que la structure de la route reprend sa résistance.

- Une fois le dégel du printemps bien amorcé, les fossés devraient être nettoyés de l'accumulation de neige et de glace pour accélérer le drainage de l'eau retenue dans les couches supérieures de la route.
- On devrait considérer si, ou dans quelle mesure, les techniques discutées dans le présent rapport sont applicables dans les parties sud de la province ou d'autres régions où la profondeur de pénétration du gel est inférieure à 1,8 m.

Références

Blair, C.W. 2000. Applying road-friendly technologies to extend hauling operations on thawing thin pavement roads. Conférence présentée à la 23^e Assemblée annuelle du Council on Forest Engineering, Kelowna, C.-B., septembre 2000.

Remerciements

Les auteurs aimeraient exprimer leur reconnaissance aux personnes suivantes pour leur assistance et leurs commentaires : Thomas Bosch, adjoint à l'ingénierie, District forestier de Morice, Ministère des Forêts, Houston, C.-B. et Brent Andrews, technicien en design de routes, Région du Nord-ouest, Ministère du Transport et des Routes, Terrace, C.-B.