

Analyse de la fissuration des chaussées au moyen d'images vidéo

PROBLÉMATIQUE

L'état de la fissuration des chaussées est un indicateur important pour les gestionnaires responsables de l'entretien et de la réparation du réseau routier du ministère des Transports du Québec (MTQ). La cueillette annuelle de cette information sur plus de 13 000 km de chaussée représente un travail considérable s'il n'est pas automatisé. De nombreux projets de recherche sont en cours au Québec et un peu partout dans le monde en vue d'automatiser la collecte et la production de cet indicateur. Le MTQ demeure informé du développement de ces technologies et peut évaluer la performance des équipements de relevés et d'analyse de la fissuration (*Info DLC*, vol. 8, n° 3, mars 2003). Parallèlement, une méthode d'analyse réseau de la fissuration par échantillonnage a été élaborée au moyen d'images vidéo captées par une caméra numérique montée sur un camion multifonction.

ENREGISTREMENT DES IMAGES

Les images sont captées de mai à octobre par une caméra haute définition et enregistrées sur un magnétoscope de type numérique. La caméra est fixée à l'arrière du véhicule avec un angle d'environ 30°. Elle est ajustée de façon à pouvoir obtenir des images claires et sans traînée. L'image couvre la largeur d'une voie de 3,6 m. Les relevés sont effectués en continu sur le réseau, à 70 km/h. Les images sont identifiées par lot de 10 m à l'aide d'un odomètre et d'un système de positionnement par satellite, ou GPS. En moyenne, près de 130 km de chaussée sont auscultés chaque jour en tenant compte des pertes de temps dues aux intempéries et aux bris d'équipement.

ANALYSE DES IMAGES

Les images sont analysées selon un protocole défini par le MTQ. La technique consiste d'abord à numériser les images enregistrées. Un logiciel permet par la suite d'identifier, de tracer avec la souris et de comptabiliser les fissures visibles à la surface du revêtement sur des images fixes.

Pour une chaussée souple, les fissures sont identifiées selon le protocole présenté au tableau 1. Ce protocole, inspiré de celui qui a été élaboré par l'American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO), rend systématique la classification des fissures. La voie auscultée est divisée en cinq bandes longitudinales, deux pour les pistes de roues et les trois autres de part et d'autre.

Les chaussées rigides et mixtes, qui représentent moins de 4 % du réseau routier québécois, sont traitées selon un protocole et une méthode d'échantillonnage différents, non exposés dans ce bulletin.

ÉCHANTILLONNAGE DES IMAGES

Pour des raisons de coût et de productivité, l'analyse manuelle de l'ensemble des images obtenues (2 600 000) est irréaliste. Une méthode d'échantillonnage a donc été mise au point en recherchant le meilleur compromis entre la précision de l'estimation des indices de fissuration et les ressources humaines et financières requises pour l'analyse. Pour ce faire, près de 650 segments de longueur variée totalisant un peu plus de 1000 km de chaussée ont été analysés en continu. Des simulations ont été faites afin d'établir les niveaux de précision associés à différents taux et méthodes d'échantillonnage. Les résultats de ces simulations ont conduit à retenir, pour la majorité des segments, la stratégie qui consiste à échantillonner généralement un bloc de 30 m pour chacun des 100 m composant un segment. Les 100 m des segments courts (moins de 1 km) sont toutefois échantillonnés plus intensivement (bloc de 50 m) afin d'obtenir un niveau de précision similaire pour tous les segments. Cette stratégie permet d'obtenir une précision de ± 4 points d'indices de performance (IP), 19 fois sur 20, ce qui a été jugé acceptable pour les besoins du MTQ.

CONTRÔLES ET VÉRIFICATIONS

Au cours de l'auscultation, la configuration de la caméra ainsi que la qualité des images sont vérifiées tous les jours. Avant l'analyse réseau, quelques segments sont analysés selon le tableau 1 par chacun des analystes et comparés entre eux (reproductibilité). Le MTQ procède par la suite à un contrôle de la qualité des résultats par rapport à une mesure de référence (biais), en effectuant une analyse détaillée d'un échantillon sélectionné (de 2 à 5 % du kilométrage analysé) selon plusieurs paramètres tels que l'heure d'analyse, l'analyste lui-même et le type de fissures présentes. Les résultats sont ensuite comparés avec ceux qui sont fournis par l'équipe de l'analyse réseau. Les caractéristiques évaluées sur chaque longueur de 100 m et les exigences correspondantes figurent au tableau 2.

UTILISATION DES DONNÉES DE FISSURATION

Les données sont ensuite versées dans la base de données des dégradations du système de gestion de chaussées pour chacun des 100 m (*Info DLC*, vol. 8, n° 5, mai 2003). Le système

intègre ces données en segments homogènes de gestion de chaussées constitués de plusieurs 100 m de caractéristiques et de comportements similaires. Pour chaque longueur de 100 m et pour chaque segment, il calcule des indices de performance (IP) correspondant à chacun des types de fissures (transversale, longitudinale, lézarde, etc.). Ces indices présentent les résultats de façon uniforme sur une échelle de 0 à 100, où 0 représente une chaussée très dégradée et 100 une chaussée en parfait état. Cette information est essentielle par la suite pour déterminer les causes des détériorations et sélectionner la meilleure intervention applicable à chaque segment.

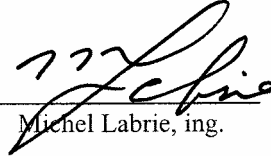
CONCLUSION

Il est difficile de faire des relevés de fissuration exhaustifs sur tout le réseau du MTQ. Étant donné que les équipements automatisés existants ne peuvent pas encore répondre aux attentes du MTQ, celui-ci fait ou fait faire des relevés au moyen d'une caméra et des dépouillements d'images vidéo. Les analyses statistiques effectuées à

partir des données recueillies ces trois dernières années démontrent la qualité des résultats obtenus par la méthode adoptée par le MTQ. Les données sur l'état du réseau sont fiables et peuvent être utilisées par le système de gestion des chaussées.

RESPONSABLES : Mathieu Grondin, ing.
Diane Leroux, stat.
Service des chaussées

DIRECTEUR :



Michel Labrie, ing.

Type (cause)	Description	Sévérité (ouverture)	Étendue (longueur)
Fissure transversale (retrait thermique)	Fissure transversale présente sur toute la largeur de la voie	Faible : Fissure simple avec ouverture < 5 mm Moyenne : Fissure simple avec ouverture ≥ 5 et ≤ 20 mm Fissure multiple avec ouverture ≤ 20 mm Majeure : Fissure simple ou multiple avec ouverture > 20 mm et fissure en carrelage	Nombre de fissures tous les 10 m, par niveau de sévérité
Fissure longitudinale (fatigue)	Fissure située dans les pistes de roues (bandes 2 et 4)	Faible : Fissure simple avec ouverture < 5 mm Moyenne : Fissure simple avec ouverture ≥ 5 et ≤ 20 mm Fissure multiple avec ouverture ≤ 20 mm Majeure : Fissure simple ou multiple avec ouverture > 20 mm et fissure en carrelage	Longueur de chaussée affectée tous les 10 m, par niveau de sévérité
Lézarde (gel)	Fissure erratique qui suit un tracé irrégulier, sans patron défini	Faible : Fissure lézarde avec ouverture < 10 mm Moyenne : Fissure lézarde avec ouverture ≥ 10 et ≤ 25 mm Majeure : Fissure lézarde avec ouverture > 25 mm	Longueur de chaussée affectée tous les 10 m, par niveau de sévérité
Autres	Autres types de fissures n'appartenant pas aux catégories indiquées ci-dessus (bandes 1, 3 et 5)	Faible : Fissure simple avec ouverture < 5 mm Moyenne : Fissure simple avec ouverture ≥ 5 et ≤ 20 mm Fissure multiple avec ouverture ≤ 20 mm Majeure : Fissure simple ou multiple avec ouverture > 20 mm et fissure en carrelage	Longueur de chaussée affectée tous les 10 m, par niveau de sévérité

Tableau 1 : Protocole d'identification de la fissuration pour chaussée souple

Caractéristique évaluée	Portée de l'évaluation	Exigence Qualité
Étendue et classification	Mesure de la longueur de chaussée affectée par la fissuration longitudinale (toutes sévérités confondues) et mesure du nombre de fissures transversales (toutes sévérités confondues). Respect du critère pour chaque longueur de 100 m	Fissures longitudinales (fatigue, gel, autres) : ± 10 m/ 100 m dans 100 % des cas ± 5 m/100 m dans 80 % des cas Fissures transversales : ± 5 fissures/100 m dans 100 % des cas ± 3 fissures/100 m dans 80 % des cas
Indice global de fissuration	Ensemble des longueurs de chaussée affectée par les fissures en tenant compte de leur niveau de sévérité. Respect du critère pour chaque longueur de 100 m	± 15 % de différence par rapport à l'indice calculé à partir des mesures manuelles

Tableau 2 : Exigences qualité pour chaque longueur de 100 m