

# Poids lourds et détérioration des chaussées municipales

Gabriel J. Assaf et Said Mokhbi  
Ecole de technologie supérieure

Calamité = Malheur public (Larousse).

La détérioration des voies publiques municipales est une calamité.

Il faut en connaître les causes et intervenir en connaissance de cause.

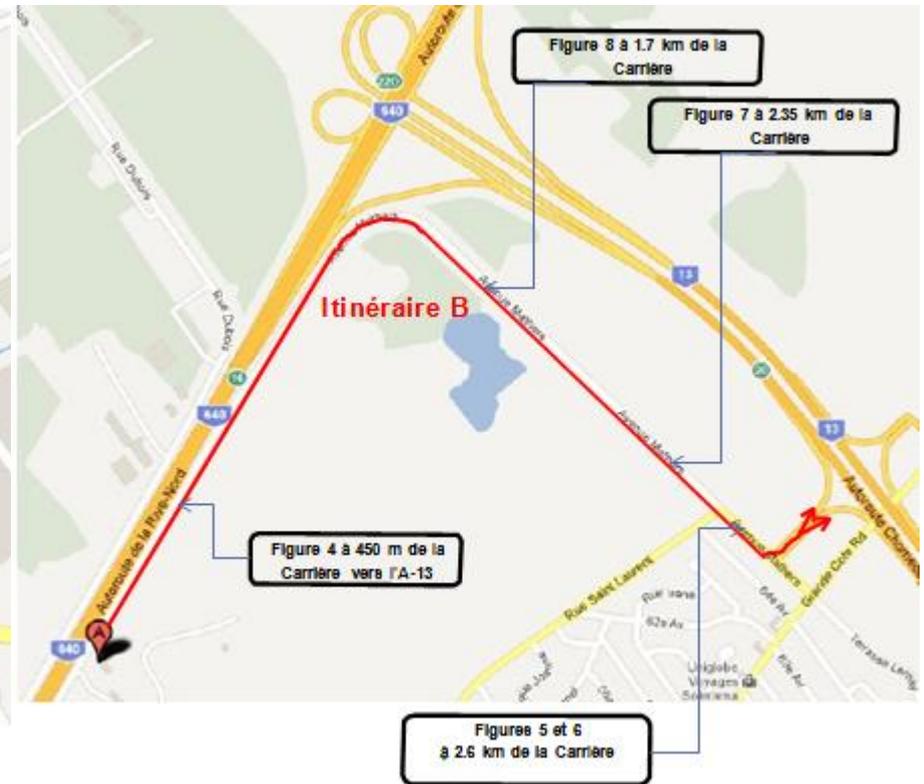
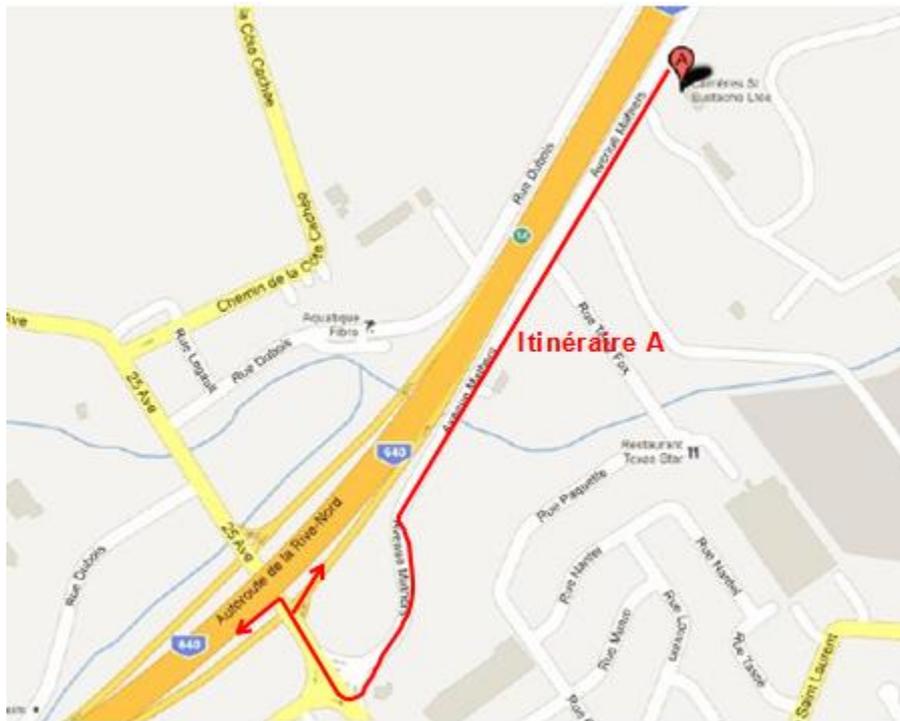
Quelle est la responsabilité des poids lourds dans la détérioration des voies publiques municipales.

Combien nous coûte chaque camion par km parcouru ?

Etude de cas:

Analyse d'une avenue sur  
laquelle circule énormément de  
poids lourds → Sortie d'une  
Carrière

# Analyse de l'état des voies publiques sortant de la Carrière



Autant la littérature que notre expérience en matière d'évaluation et d'analyse de l'état des chaussées démontrent que l'un des premiers défauts de dégradation qui se manifeste sur les chaussées en enrobé au Canada ainsi que le plus fréquent est la fissuration transversale, laquelle est perpendiculaire au sens de la circulation du trafic.

La fissuration transversale est due au **retrait thermique**, c'est-à-dire au **froid**.

Voie de gauche

Voie des camions arrivant vides de l'A-13

On observe des fissures transversales dans la voie de gauche des camions vides se déplaçant vers la carrière.

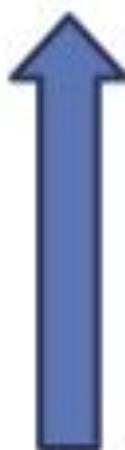
Voie de droite

Voie des camions partant chargés vers l'A-13

On observe une quasi-absence de fissures dans la voie de droite des camions chargés sortant de la carrière et allant vers l'A-13. Aucune intervention n'est observée.

Photo prise le  
18 mars 2011  
à 450 m de la  
carrière vers  
l'A-13.

A-13



Carrière

Absence de fissures transversales dans la voie des camions chargés sortant du site de la carrière vers l'Autoroute 13



Le second défaut de surface le plus commun sur les chaussées en enrobé au Québec est la fissuration en maille ou polygonale, due soit:

- à l'évolution des fissures transversales d'origine thermique qui maillent en polygones, ou
- au vieillissement, lequel résulte de :
  - l'évaporation des fractions les plus volatiles du bitume avec le temps, ou de
  - l'oxydation (fixation des molécules d'oxygène de l'air après rupture des chaînes de carbone, créant des groupes carbonyles  $C=O$  ou sulfoxydes  $S=O$ , augmentant la consistance du bitume).

Dans les deux cas, le vieillissement naturel rigidifie (rend plus résistant à la déformation), mais aussi fragilise (**rend cassant**) le bitume (lui faisant perdre sa faculté de se déformer sans rompre, devenant donc comme le verre qui brise lorsque contraint) **résultant en des fissures polygonales dont les morceaux finissent par se détacher et engendrer des nids-de-poule.**

Dans tous les cas donc où les fissures polygonales ne sont pas strictement localisées dans les traces de roues, elles sont dues

- ❖ au retrait thermique qui engendre les fissures transversales qui maillent en polygones, ou
- ❖ au vieillissement naturel du bitume.

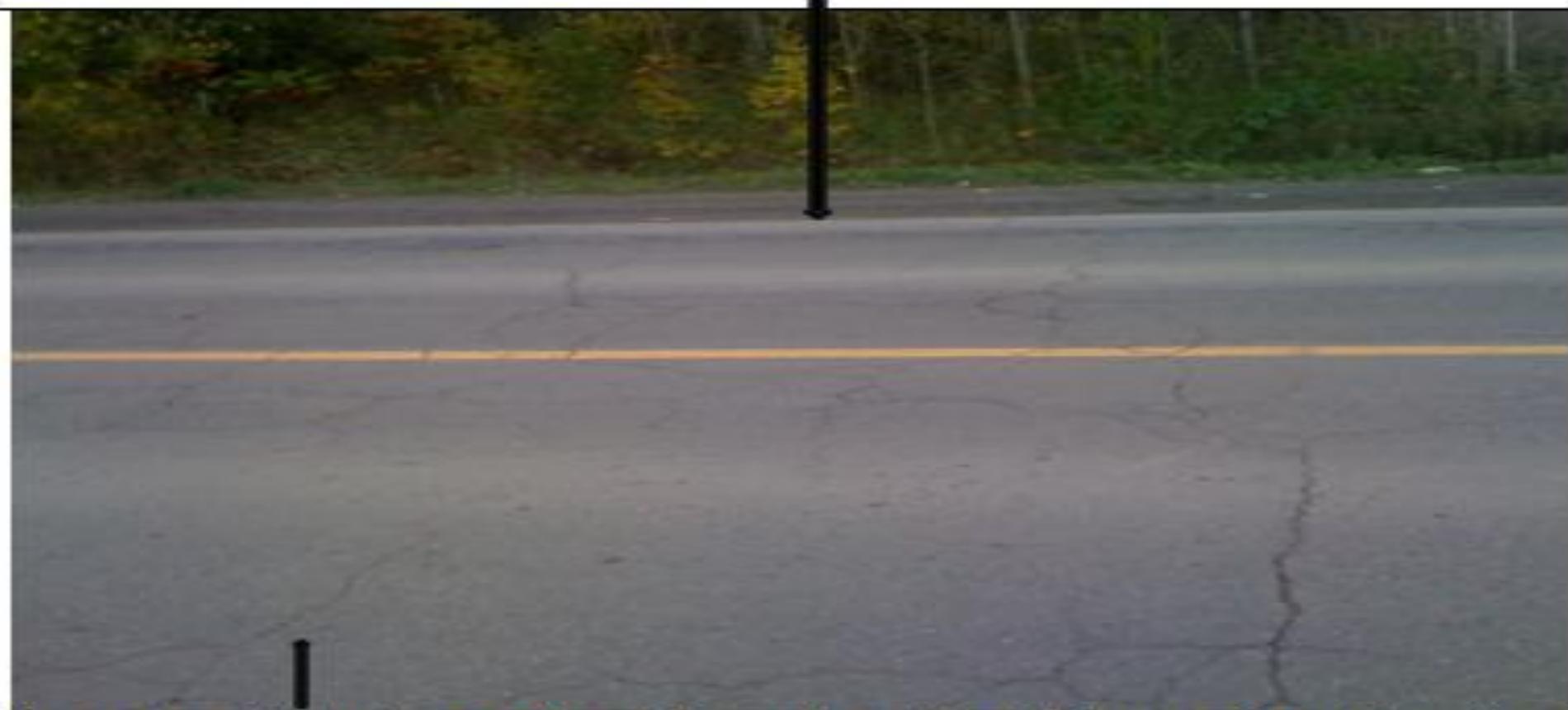
Photo prise entre l'A-13 et la Carrière, à 100 m de l'A-13 et 2 600 m de la carrière

A-13 (100 m)



Carrière (2.6 km)

On observe des fissures polygonales sur cette voie de roulement (adjacente à la végétation) qui conduit les camions chargés de la carrière vers l'Autoroute 13.



Dans cette voie de roulement qui conduit les camions vides de l'Autoroute 13 vers la carrière, on observe également des fissures polygonales (en mailles) réparties partout sur la surface.

A-13 (100 m)



Carrière (2.6 km)

Les fissures polygonales hors-traces-de-roues observées sur l'avenue Mathers entre la carrière et l'Autoroute 13 (en tournant à droite en sortant de la Carrière) ne sont pas dues aux camions. Elles ne sont pas spécifiquement concentrées dans les traces de roues et sont dues au retrait thermique, c'est-à-dire au froid, ou au vieillissement naturel du bitume (évaporation des solvants du bitume ou oxydation du bitume) et non aux camions.

Ceci est aussi valable sur toutes les voies publiques municipales au Québec.

Soulèvement au gel et désintégration ou nid-de-poule au printemps

Les deux autres défauts les plus courants sur les voies municipales sont le soulèvement au gel (ventre-de-bœuf) en hiver, et la désintégration (nids-de-poule) en période de dégel.

Ils résultent du mauvais drainage. L'eau se manifeste sur la chaussée ou l'accotement, alors qu'il aurait fallu qu'elle draine vers les fossés ou les drains latéraux.

Des photos prises le 18 mars et le 30 septembre 2011, sur l'avenue Mathers en direction de l'Autoroute 13, témoignent d'une structure qui ne draine pas adéquatement, alors que l'évacuation de l'eau est essentielle, car autrement la chaussée se détériorera prématurément.

Les défauts de dégradation qui résultent du mauvais drainage de l'eau sont :

- le soulèvement de la voie de roulement avec le gel des fondations ou du sol en hiver et la formation de lentilles de glace, qui donnent lieu à des pressions verticales qui créent des soulèvements.
- la désintégration localisée de l'enrobé au droit des fissures, sous l'impact du trafic qui comprime la fissure et fait rejaillir l'eau avec une force dynamique telle que les parois de la fissure s'usent, s'écaillent et forment des nids-de-poule au printemps.



La photo ci-dessus, prise le 18 mars 2011, montre l'eau stagnante sur l'accotement de la chaussée à 2 350 m de la carrière et 350 m de la fin de la jonction vers l'Autoroute 13 (la flèche indique le sens vers la carrière).



La photo ci-dessus, prise le 30 septembre 2011, montre l'eau stagnante sur l'accotement de la voie à 2 350 m de la carrière et 350 m de la fin de la jonction vers l'Autoroute 13 (la flèche indique le sens vers la carrière)

# Les fissures et ornières dans les traces de roues

Les ornières et les fissures localisées dans les traces de roue sont dues à des problèmes de formulation de l'enrobé, un drainage déficient ou le trafic lourd, à savoir :

Formulation de l'enrobé: 1) Les granulats de l'enrobé sont arrondis, présentant une faible angularité, et glissent les uns sur les autres sous le passage du trafic, résultant en des ornières; 2) Surdosage du bitume, lequel assure la cohésion et non la transmission des efforts. Avec le trafic, les granulats de l'enrobé, qui assurent la transmission des efforts, vont se rapprocher jusqu'à se toucher, résultant en des ornières. Le problème est dans la formulation de l'enrobé.

## Les fissures et ornières dans les traces de roues (suite)

Mauvais choix du bitume : La résistance du bitume est trop sensible à la température ce qui résultera en des ornières en été avec le trafic. Le problème est dans le bitume.

Problème de mise en œuvre : L'enrobé et/ou la fondation sont mal compactés lors de la pose, renfermant trop de vides. Ils se compactent et développent des ornières subséquemment avec le trafic. Le problème est dans la mise en œuvre.

Mauvais drainage : La fondation ne draine pas et n'assure pas un support résistant au printemps, résultant en des ornières avec le trafic. Le problème est dans le drainage.

## Les fissures et ornières dans les traces de roues (suite)

Conception : La chaussée est sous-dimensionnée, d'épaisseur insuffisante pour soutenir la quantité de camions qui y circulent ou a atteint sa durée de conception. Le problème est dans la conception structurale.

Les fissures dans les traces de roues sont dues au trafic qui fait fléchir la chaussée sous son passage, la brisant en flexion, par une fissuration du bas vers le haut dans les traces des roues. Ce mécanisme est exacerbé lorsque la chaussée draine mal, car l'eau affaiblit le support sous l'enrobé.

Photo prise entre l'Autoroute 13 et la carrière, à 1 km de l'A-13 et 1,7 km de la Carrière

Autoroute 13 (1 km)



Carrière (1,7 km)

On observe peu de fissures dans les traces de roues, de la voie de roulement qui conduit les camions chargés de la carrière vers l'Autoroute 13

Fissures dans les traces des roues



Dans cette voie de roulement qui conduit les camions vides de l'Autoroute 13 vers la carrière, on observe des fissures sévères, localisées dans les traces des roues indicatrices d'une rupture structurale due à un mauvais drainage de la chaussée.

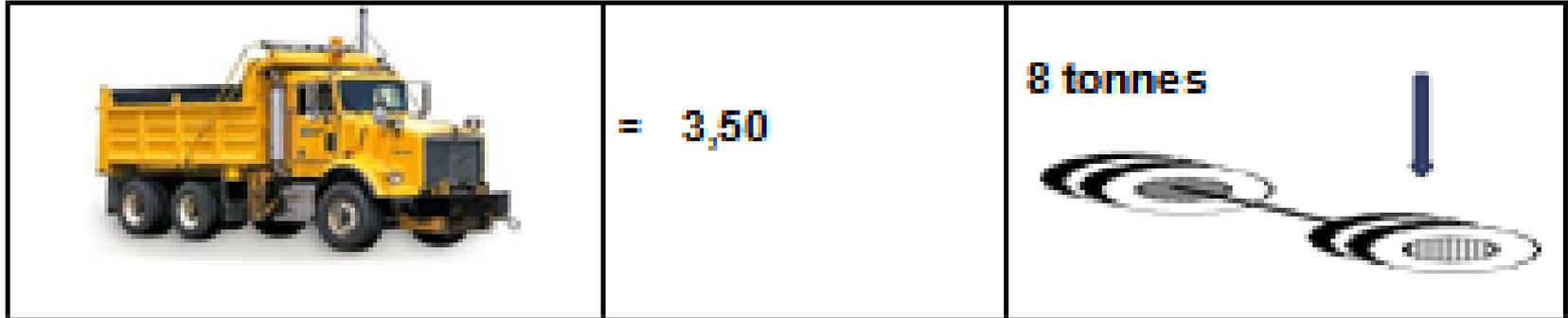
Noter que les essieux d'un camion vide pèsent moins de 4 tonnes à comparer avec de l'ordre de 8 tonnes pour les camions chargés, ce qui en termes de dommages relatifs, correspond au ratio à la puissance 4, soit  $4/8 * 4/8 * 4/8 * 4/8$  ou 1/16 (6 %). La voie de roulement desservant les camions chargés de la carrière vers l'Autoroute 13, devrait être plus endommagée que la voie de roulement desservant les camions vides. Le mauvais drainage a un effet beaucoup plus important que le fait que les camions soient chargés ou non.

A-13 (1 km)



Carrière (2,7 km)

# Calcul des épaisseurs de chaussées requises pour chaque niveau de trafic et nature de sol



**Tableau 1 : Épaisseur des chaussées municipales  
selon le nombre de camions prévu et le sol**

TROIS CLASSIFICATIONS DES SOLS : SOL RÉSISTANT, MOYENNEMENT RÉSISTANT ET FAIBLE			
	 <b>SOL RÉSISTANT</b> (Graver, till pierreux ou silteux, sables)	 <b>SOL MOYENNEMENT RÉSISTANT</b> Sables silteux	 <b>SOL FAIBLE</b> Silts et argiles
214 000 camions ou 750 000 essieux de 8t.	95 mm Enrobé 400 mm Fondation		
642 000 camions ou 2 250 000 essieux de 8t.	130 mm Enrobé 400 mm Fondation	130 mm Enrobé 420 mm Fondation	
1 070 000 camions ou 3 750 000 essieux de 8t.	155 mm Enrobé 400 mm Fondation	180 mm Enrobé 480 mm Fondation	
2 140 000 camions ou 7 500 000 essieux de 8t.	190 mm Enrobé 300 mm Fondation	200 mm Enrobé 450 mm Fondation	215 mm Enrobé 580 mm Fondation

**Tableau 2.1 – Coût total actualisé de la détérioration (réfection et entretien) par camion chargé sur 1 km de chaussée en enrobé conçue pour soutenir 214 000 camions chargés (ou 750 000 essieux de 8 t.)**

Coût de la détérioration occasionnée par un camion sur 1 km-voie de route (voie de 3,7 m, 1 km de long) soit 3 700 m<sup>2</sup>

Design pour soutenir:			750 000 essieux de 8 tonnes sur 20 ans			Coeff. d'agressivité :		3,50 essieux de 8 tonnes par camion	
équivalent à :			214 000 camions chargés sur 20 ans			Coûts matériaux achetés et posés		Taux actualisation 2 %	
ou encore			42 camions par jour sur 20 ans					Coûts actualisés	
An	Épaisseur		\$/m <sup>2</sup>	\$/m <sup>3</sup>	\$t	Coûts			
0	400 mm	Pulvérisation et/ou exc. et pose fondation MG20		40		59 200 \$		59 200 \$	
0	95 mm	Enrobé (asphalte) acheté et posé			110	92 796 \$		92 796 \$	
0		Marquage époxy	0,80			2 960 \$		2 960 \$	
8		Colmatage 1 000 m de fissures <sup>1</sup> / km chaussée	0,75			2 775 \$		2368 \$	
14		Planage 100 % (40 mm); resurfaçage 40 mm	15			55 600 \$		42 062 \$	
14		Marquage époxy	0,80			2 960 \$		2 243 \$	

<sup>1</sup> En supposant 500 m de fissures transversales (espacées de 13 m en moyenne) et 500 m de fissures longitudinales

Réfection majeure : Coût par kilomètre	154 966 \$	154 966 \$
Entretien : Coût par kilomètre	61 235 \$	48 673 \$

Coût total actualisé pouvant soutenir 214 000 camions chargés sur 20 ans

201629 \$

Coût total sur 20 ans actualisé par camion chargé

0,94 \$/km.camion

En effectuant le calcul pour diverses structures de chaussées subissant divers niveaux de trafic, on obtient un coût moyen de 0.44 \$ par km voie parcourue.



= 0.44 \$ par camion par km voie parcourue