

PROBLÉMATIQUE

À la fin des années 90, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a noté l'apparition d'un nouveau type d'ornière sur les routes. Baptisées « ornières à faible rayon - usure », elles sont étroites, profondes et ne semblent pas attribuables aux passages répétés des véhicules lourds puisque l'espacement entre leurs roues est supérieur à celui observé entre les ornières. À l'été 2001, le MTQ a expertisé une dizaine de sites où ce problème a été relevé mais l'étude n'a pu établir une cause unique pour ce type d'ornière. Par contre, il a été possible de constater sur les sites étudiés que le sable naturel avait été utilisé en forte proportion et que la couche de surface était généralement de faible épaisseur.

Puisque plusieurs tronçons de routes étaient touchés par ce nouveau type d'ornière, en 2003, il a été convenu entre le MTQ, l'industrie du bitume et les entrepreneurs qu'une évaluation plus exhaustive devait être effectuée sur les principaux axes routiers du Québec afin de déterminer les causes pouvant être à l'origine de ce phénomène et de mettre en oeuvre des moyens de prévention (1).

Cet article décrit brièvement les travaux effectués sur le terrain et en laboratoire et en présente les résultats les plus révélateurs.

RELEVÉ VISUEL DES ORNIÈRES À FAIBLE RAYON SUR LE RÉSEAU AUTOROUTIER

Une étude comportant des relevés sur le terrain a été effectuée au cours des mois de mars, avril et mai 2003 par le Service des chaussées sur les autoroutes 10, 15, 20 et 40 afin d'évaluer visuellement l'ampleur du problème et de délimiter sommairement les secteurs touchés par ce phénomène. Une vérification plus poussée de la présence d'ornières sur le réseau à l'aide du système de gestion de chaussées a d'ailleurs permis de confirmer les secteurs localisés visuellement, en plus d'en répertorier d'autres.

Sur les 2 300 km de routes inspectées, trois types d'ornières à faible rayon ont été identifiés : ornières simples (une seule dépression dans les traces de roues), ornières multiples (dépressions multiples) et ornières mixtes (dépressions multiples dans une trace de roues et dépression unique dans l'autre). Les photos 1, 2 et 3 montrent les trois types d'ornières à faible rayon observées sur le réseau autoroutier. La répartition de celles-ci est indiquée au tableau 1.



Photo 1 Ornières simples



Photo 2 Ornières multiples



Photo 3 Ornières mixtes

Autoroute	Type d'ornière (m)			Chaussée affectée (m)	Longueur inspectée (km)	%
	Simple (m)	Multiple (m)	Mixte (m)			
10	1 010	-	-	1010	293	0,3
15	12 360	-	4 050	16 410	302	5,0
20	9 941	8 350	13 650	31 941	1 026	3,0
40	20 304	7 877	20 990	49 171	685	7,0
Total	43 615	16 227	38 690	98 532	2 306	4,3

Tableau 1 : Répartition des types d'ornières à faible rayon - usure sur le réseau autoroutier

TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Le Service des matériaux d'infrastructures (SMI) et le Service des chaussées (SC) ont ensuite déterminé des secteurs représentatifs pour l'étude sur le terrain, c'est-à-dire des sites affichant les diverses combinaisons de l'un des types d'ornières et de revêtements de différents âges. Chacun des sites devait comporter une section présentant un des trois types d'ornières et une section, dite témoin, qui ne semblait pas présenter le phénomène et ce, à l'intérieur d'un même contrat de revêtement.

Les travaux sur le terrain se sont échelonnés d'août à novembre 2003 et ont été pilotés par le Secteur des enrobés du SMI avec l'aide du SC et des directions territoriales (DT).

Ils comprenaient :

- des mesures de densité du revêtement de surface à l'aide d'un nucléodensimètre;
- des mesures d'ornières avec l'orniéromètre;
- des prélèvements de carottes (12 par section) sur une distance assez rapprochée (1,5 m).

ESSAIS DE LABORATOIRE

Des extractions avec récupération du bitume et des granulats ont été effectuées sur la couche supérieure des carottes prélevées. Les calculs de teneur en bitume et la granulométrie ainsi réalisés sur les échantillons étaient nécessaires afin de déterminer si le problème d'orniérage à faible rayon était attribuable à ces facteurs. Des essais avec le rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR), avec le rhéomètre à flexion de poutre (BBR) et avec le spectromètre infrarouge par transformée de Fourier (FTIR) ont été réalisés afin de vérifier si les bitumes récupérés des sections problématiques et de leurs sections témoins avaient les mêmes caractéristiques en ce qui concerne leur composition rhéologique et leur composition chimique.

Dans le cas des granulats récupérés, l'objectif consistait à vérifier leurs caractéristiques selon les exigences de l'époque en comparaison avec celles d'aujourd'hui. Les essais suivants ont donc été effectués : micro-Deval sur le granulat fin et le gros granulat, résistance au gel et au dégel, pourcentage de particules fracturées, friabilité et coefficient d'écoulement.

RÉSULTATS

Les valeurs de compacité mesurées (tableau 2) sur les carottes d'enrobés montrent que les sections les plus orniérées ont une compacité inférieure à celle des sections non orniérées (sections témoins); la différence de compacité varie de 0,7 à 1,5 %. Or une compacité insuffisante peut engendrer, entre autres, un post-compactage de l'enrobé, d'où l'apparition prématurée d'orniérage. Aussi, plusieurs sites échantillonnés présentent une épaisseur de la couche de surface inférieure à 40 mm. Cela peut expliquer en partie les différences de compacité étant donné qu'il est difficile d'atteindre un niveau de compacité adéquat et uniforme si l'épaisseur du revêtement est insuffisante.

Les courbes granulométriques des enrobés échantillonnés n'ont pas montré, quant à elles, de différences notables entre les sections orniérées et les sections témoins. Les essais réalisés sur les bitumes récupérés n'ont pas permis de déceler des différences révélatrices entre les bitumes des sections les plus orniérées et ceux des sections témoins. Enfin, pour les granulats fins, les coefficients d'écoulement indiquent qu'aucun granulat ne répond à l'exigence minimale de 80. En effet, les résultats varient de 70 à 75, ce qui correspond aux valeurs du sable naturel. Un faible coefficient d'écoulement est lié à

un granulat arrondi et réduit par conséquent la résistance à l'orniérage de l'enrobé. Toutefois, ce phénomène était jusqu'ici associé à l'ornière de fluage. À la lumière des résultats obtenus, il est probable qu'un granulat arrondi, comme un sable naturel, provoque également d'autres types d'ornières, dont l'ornière à faible rayon.

CONCLUSION

L'étude met en lumière la non-uniformité du niveau de compacité de la chaussée orniérée. Bien qu'en général la compacité des sections observées dépasse 94 %, la compacité des sections les plus orniérées est inférieure de 0,7 à 1,5 % à celle des sections témoins. Il est permis de penser que cette différence de compacité devait être plus grande lors de l'application de l'enrobé, ce qui a pu entraîner un comportement différent du revêtement dans un même contrat.

De plus, l'angularité des granulats fins est semblable à celle du sable non manufacturé, ce qui est susceptible de causer des ornières à faible rayon - usure, même si l'angularité est généralement associée aux ornières de fluage.

Plusieurs spécifications (CCDG, normes, etc.) entrées en vigueur à la fin des années 90 et dans les années 2000 permettent de limiter l'apparition de ce type d'ornière. Notons, entre autres, l'élimination des matériaux non manufacturés dans les enrobés, l'augmentation de la teneur en bitume avec la formulation LC, l'accroissement des épaisseurs minimales des enrobés et le rehaussement des exigences quant à la compacité (93,0 % au lieu de 92,0 %).

Par contre, malgré ces exigences, il serait hasardeux de prétendre que la problématique des ornières à faible rayon - usure est complètement disparue. C'est pourquoi le MTQ effectuera un suivi annuel afin d'évaluer si la présence d'ornières à faible rayon diminue ou augmente dans le temps, d'autant plus que l'apparition de ce type d'ornière se manifeste parfois après plusieurs d'années. Le suivi de comportement pourra se faire avec le véhicule multifonction. Le SC a d'ailleurs conçu une nouvelle approche avec ce véhicule, qui permet la classification plus précise des ornières présentes sur le réseau (2).

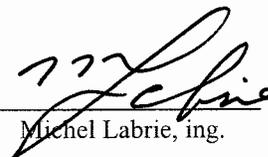
RÉFÉRENCES

- (1) Michel Paradis, Boutin L., Leclerc G. et Bergeron G., « Ornières à faible rayon – usure : Étude en chantier et en laboratoire », rapport technique, septembre 2004.
- (2) Stéphane Genest, Bergeron G. et Boucher M., « Classification automatique des ornières », Info DLC, volume 10, n° 1, janvier 2005.

RESPONSABLES

Michel Paradis, ing. M.Sc., Louise Boutin, ing.,
Gaëtan Leclerc, M. Sc., chimiste, Martin Routhier, ing. jr.
Service des matériaux d'infrastructures
Guy Bergeron, ing., M. Sc.
Service des chaussées

DIRECTEUR :


Michel Labrie, ing.

Localisation	Saint-Germain 20-04-190		Neuville 40-07-110		Maskinongé 40-05-30		Louiseville 40-05-40	
Année du revêtement	Juillet 1992		Septembre 1989		1991		Juillet 1994	
Type d'ornièrè observée	Simple à faible rayon (5A)	Grand rayon - site témoin (8)	Mixte à faible rayon (1)	Grand rayon - site témoin (3)	Multiple à faible rayon (10)	Grand rayon - site témoin (11)	Grand rayon - site témoin (12)	Mixte à faible rayon (13)
Densité moyenne nucléodensimètre (kg/m ³)	2385	2396	2339	2322	2325	2337	2362	2333
Densité moyenne des carottes (kg/m ³)	2411	2436	2389	2407	2335	2360	2371	2353
Compacité moyenne	95,43	96,67	95,99	96,96	94,27	94,97	95,72	94,25
Pourcentage de bitume non corrigé	4,80	4,92	4,28	4,56	4,96	4,76	4,91	4,93

Tableau 2 : Résultats de la densité de compacité et de la teneur en bitume des échantillons provenant des différents sites