

**Projet de réfection majeure d'une chaussée  
par recyclage des matériaux en place**

**PROBLÉMATIQUE**

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) génère annuellement une quantité importante de résidus d'enrobés et de béton de ciment, notamment à l'occasion de travaux de planage ou de réfection majeure de chaussée. Le MTQ considère de plus en plus la réutilisation de ces matériaux dans la préparation de projets. Un devis-type et une norme sont maintenant disponibles et ont pour but d'encadrer l'utilisation des matériaux recyclés (MR) dans le domaine des chaussées.

Un projet de réfection majeure a été réalisé en 2002 sur une portion de l'autoroute 20 (4,7 km) à Villeroy dans le Centre-du-Québec. L'étude de réfection a comporté des relevés visuels, de profilométrie (IRI) et de dégradations (en été et en hiver), ainsi que des sondages, une analyse des données de suivi et de l'historique du comportement. L'ensemble des données recueillies a permis de déterminer les causes de la fissuration et du mauvais comportement hivernal de la chaussée, étroitement liées à la nature des sols de support et aux conditions hydriques.

**TRAVAUX EXÉCUTÉS**

La solution proposée a consisté à mettre en place une structure de chaussée permettant de réduire les effets du gel tout en respectant les contraintes géométriques du site. Dans les secteurs jugés plus actifs sous l'effet du gel, un isolant thermique a été posé pour empêcher la progression du gel dans les sols de support et pour limiter la profondeur de l'excavation (secteur de tourbière). On a enlevé le revêtement ainsi qu'une partie de la fondation existante, ce qui représentait plus de 50 000 tonnes de matériaux. La réutilisation des matériaux en place a été considérée dans le but d'éviter leur mise au rebut tout en limitant la durée des travaux. Le dimensionnement structural de l'autoroute a été adapté aux matériaux utilisés et à la circulation anticipée (37,9 millions d'ECAS) pour un premier cycle de vie de la chaussée de 20 ans.

Les MR ont été fabriqués à partir de l'enrobé enlevé par planage et de la dalle de béton sous-jacente, fragmentée en place, transportée et tamisée au site de concassage. Un matériau de type MR-5 (1), composé de 50 % de fragments d'enrobé et de 50 % de granulats conventionnels, a été fabriqué pour la sous-fondation (250 mm). Pour la partie supérieure de la fondation (200 mm), un MR-5 composé de résidus d'enrobé, de béton de ciment et de granulats conventionnels dans les proportions de 45 %, 45 % et 10 % respectivement a été utilisé après stabilisation en centrale à l'aide d'un liant mixte.

Celui-ci est composé d'une émulsion de bitume (CSS-1) et d'un liant hydraulique. La quantité optimale de liant mixte et d'eau à ajouter a été déterminée par une étude de formulation, telle qu'elle est décrite dans la méthode LC 26-002. La stabilité Marshall initiale à sec exigée a été fixée à 11 000 N (briquelette fabriquée avec 50 coups de chaque côté). La stabilité retenue après saturation devait être d'au moins 70 % de la stabilité Marshall mesurée à sec à 22 °C. Le pourcentage, en masse, de liant hydraulique devait être de 1,5 % et le pourcentage minimal de bitume d'ajout résiduel, de 1,5 %.

La centrale utilisée pour la fabrication du MR comprend des unités permettant l'apport de trois types de granulats, le malaxage des granulats, l'ajout d'un liant hydraulique et hydrocarboné ainsi qu'un dispositif servant à l'ajout de l'eau.

La pose de drains latéraux longitudinaux et d'un revêtement bitumineux EB-20 et EG-10 totalisant 140 mm d'épaisseur, après la pose de 0,10 l/m<sup>2</sup> de liant d'accrochage, a complété les travaux. Aux deux extrémités du projet, un joint transversal a été effectué par palier pour chacune des couches pour assurer un bon raccordement avec la chaussée existante.

**CONTRÔLE DES MATÉRIAUX ET MISE EN OEUVRE**

Les MR fabriqués doivent être conformes à la norme NQ 2560-600 (2) et aux exigences des normes 2101 et 2102 du MTQ. Ils doivent être de calibre MG 20 pour une utilisation dans les fondations. Les caractéristiques du MR doivent donc être équivalentes à celles d'un matériau naturel en ce qui a trait à la granulométrie ainsi qu'aux caractéristiques intrinsèques et de fabrication. Les matériaux doivent de plus satisfaire à certaines exigences complémentaires (tableau 1).

| Caractéristiques intrinsèque et complémentaire    | Résultat                           | Exigence |
|---|------------------------------------|----------|
| Micro-Deval LC 21-070                             | 14,3 D ; 16,9 D<br>13,9 D ; 19,5 D | < 35 %   |
| Los Angeles LC 21-400                             | 21,3 B                             | < 50 %   |
| Matières organiques par colorimétrie CSA A23.2 7A | 1, 2, 2 et 1                       | < 3      |
| Teneur en impuretés LC 21-260                     | 0,01 %                             | < 1,0 %  |
| Chlorure hydrosoluble APHA 4500 C1                | 0,0217 %                           | < 0,10 % |
| Sulfate hydrosoluble LC 31-312                    | 0,0013 %                           | < 0,20 % |

Tableau 1 : Contrôle des MR

La granularité des MR fabriqués a été contrôlée avant et après la mise en œuvre. Ils sont caractérisés par une faible dispersion (figure 1). Leur classification, basée sur le pourcentage de bitume, a aussi été vérifiée régulièrement. La figure 2 montre que le MR-5 est en moyenne conforme aux exigences.

Des méthodes usuelles (buteur, niveleuse) ont été utilisées pour la mise en place du MR en sous-fondation. La compacité exigée a été fixée à 98 % de la masse volumique sèche maximale déterminée sur une planche d'essai. Un facteur de correction a été établi pour la mesure de la teneur en eau au moyen d'un nucléodensimètre. Un essai Proctor modifié a été réalisé pour déterminer la teneur en eau optimale du MR.

La mise en place du MR stabilisé a été effectuée à l'aide d'une finisseuse. Le matériau a été difficile à poser en une seule couche de 200 mm (légère ondulation du profil). La compacité exigée a été de 96 % de la densité brute sèche déterminée en laboratoire. Le délai de cure, pendant lequel aucun véhicule ne peut circuler sur le matériau, a été d'au moins deux jours. Les matériaux se sont avérés conformes avant et après la mise en œuvre et l'uni final était conforme.

### CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

La proximité des installations de concassage et de tamisage servant à l'élaboration des MR a permis le transport de plus de 50 000 t à l'aide de seulement 5 à 10 camions, tout en respectant les délais prévus. Ainsi, l'encombrement du réseau municipal adjacent a été limité, d'autant plus que la mise au rebut des matériaux a été évitée.

On estime que l'option de recycler les matériaux en place s'est traduite par une économie variant de 16 % à 22 % par rapport à une approche classique où seuls des matériaux neufs sont utilisés et ce, avec les mêmes objectifs de conception et la même durée de vie utile anticipée.

### RELEVÉS DE DÉFLEXION APRÈS LES TRAVAUX

Les relevés au déflectomètre FWD réalisés environ un mois après les travaux ont confirmé l'atteinte des objectifs de conception. Les déflexions légèrement inférieures aux valeurs admissibles fixées lors de la conception (3), indiquent que les valeurs utilisées pour caractériser les propriétés mécaniques des MR (non stabilisées et stabilisées) sont réalistes et représentatives.

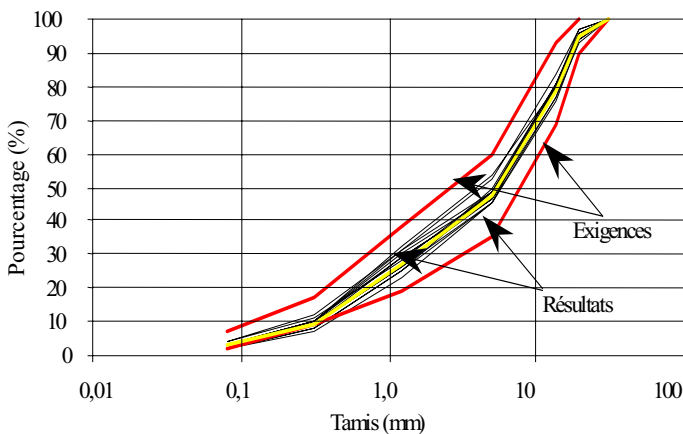


Figure 1 : Granularité du MR-5

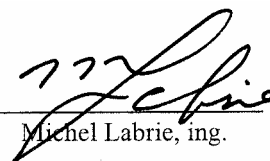
### CONCLUSION

Une norme et un devis-type visant à mieux encadrer l'utilisation de matériaux recyclés dans le domaine des chaussées sont maintenant utilisés au MTQ. Cette démarche de recyclage s'inscrit dans un plan d'action du ministère de l'Environnement du Québec (1998) ayant pour but la réduction du volume de matières recyclables qui se retrouvent dans les dépôts de matériaux secs et à mettre en valeur les techniques de recyclage au Québec. La réfection majeure de l'autoroute 20 à Villeroy a donné de bons résultats en ce qui a trait à la fabrication des MR, à leur contrôle et à la performance de la chaussée. La réutilisation des matériaux comporte des avantages en ce qui concerne la faisabilité et le coût des travaux, ce qui met en évidence le fort potentiel d'utilisation de MR dans un contexte autoroutier.

### RÉFÉRENCES

- (1) Marquis, B. et G. Bergeron, 1998, *Matériaux recyclés dans les chaussées*, ministère des Transports du Québec, *Info DLC*, vol. 3, n° 3, mars 1998.
- (2) Bureau de normalisation du Québec, 2002, Norme NQ 2560-600, Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de résidus de béton, d'enrobés bitumineux et de briques.
- (3) St-Laurent, D., 2001, *Logiciel de dimensionnement des chaussées souples*, ministère des Transports du Québec, *Info DLC*, vol. 6, n° 1, janvier 2001.

**RESPONSABLES :** Guy Bergeron, ing. M.Sc.  
Service des chaussées  
Bruno Marquis, ing.  
Service des matériaux  
d'infrastructures

**DIRECTEUR :**   
Michel Labrie, ing.

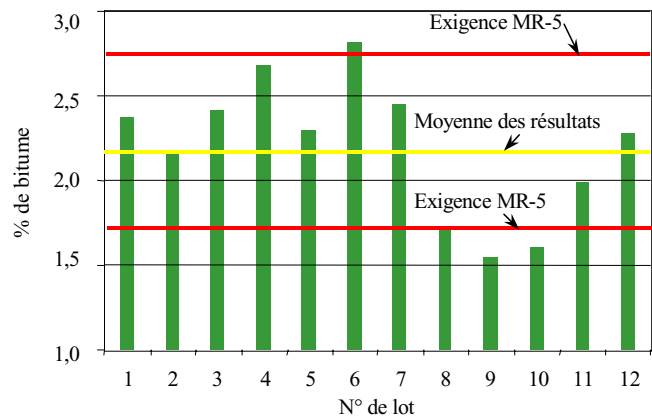


Figure 2 : Classification du MR-5