

## **Évaluation du potentiel de réactivité alcaline des granulats de béton recyclé utilisés dans les bétons verts.**

Par Sean Beauchemin

Maîtrise en science de la terre à l'Université Laval et bénéficiaire d'une bourse d'études de RECYC-QUÉBEC

Le béton est présentement le matériau le plus communément utilisé pour la construction d'infrastructures de tous genres. Les impacts environnementaux qui en découlent font cependant de lui un des plus coûteux (Abbas et al., 2006). En effet, la production mondiale annuelle de 1,6 milliard de tonnes de ciment compte pour environ 7 % de la production d'émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère. Il faut en moyenne quatre giga-joules d'énergie afin de produire une tonne de ciment. En termes de masse, le béton frais typique est constitué de 8 % d'eau, de 12 % de ciment et de 80 % de granulats. La demande en sable, pierre et gravier peut donc s'élever à plus de 10 millions de tonnes par année afin de subvenir aux besoins de l'industrie (Mehta, 2001). Non seulement l'extraction excessive de ces matériaux peut mener au tarissement prématuré de ces derniers, mais elle engrange une destruction d'habitats naturels de plusieurs types d'animaux et une augmentation de la production de gaz à effet de serre (GES) due aux processus miniers ainsi qu'au transport de ces matériaux (Abbas et al., 2006).

Au Québec, c'est dans les années 1960 et 1970 que la majorité des infrastructures routières furent construites. Leur durée de vie utile ayant été rencontrée dans plusieurs cas, il faudra progressivement les remplacer, processus qui a d'ailleurs commencé dans plusieurs régions du Québec. Présentement, plus de 5,5 millions de tonnes de résidus de béton issus de la démolition de ces infrastructures sont produits annuellement au Canada [2]. La plupart de ces rebus sont réutilisés dans la construction de fondation routière ou sont tout simplement acheminés vers des sites d'enfouissement qui se remplissent rapidement. De plus, les règles de protection de l'environnement rendent l'établissement de nouveaux sites d'enfouissement de résidus secs de plus en plus difficile. Parallèlement à cette problématique, on remarque une disparition progressive des sources de granulats à béton de qualité à proximité de certains centres urbains. C'est alors que, dans un contexte de développement durable, la réutilisation des granulats de béton recyclé (GBR) pour la production d'un béton « vert » devient intéressante. Cependant, il n'y a presque aucune

donnée technique existante sur l'utilisation des GBR. Il est donc primordial de mettre sur pied des lignes directrices permettant l'utilisation future des GBR dans la construction de structures de béton. Ces spécifications devront cependant être sévères de manière à ce que la durabilité de ces structures soit aussi bonne que celle des structures fabriquées à partir de granulats vierges. La qualité des GBR a toutefois une influence directe sur la qualité du béton frais et du produit final que l'on cherche à produire. Or, la dégradation et l'endommagement sévère que subissent à chaque année les infrastructures en béton du Québec et du reste du Canada sont dans bien des cas liés au phénomène de la réaction alcalis-silice (RAS). Celle-ci engendre la fissuration et le gonflement du béton, en plus de réduire la durée de vie utile de la structure affectée. Il est donc primordial de connaître l'impact potentiel de l'utilisation de GBR provenant de la démolition de bétons affectés par la RAS sur la durabilité des nouveaux bétons de granulats de bétons recyclés.

Ce projet consiste donc en une évaluation de la pertinence/efficacité des essais normalisés d'évaluation du potentiel de réactivité alcaline des granulats à béton, tels que l'essai accéléré sur barres de mortier (AMBT) (CSA A23.2-25A) et l'essai sur prismes de béton (CSA A23.2-14A). Dans le cas des GBR, les données préliminaires des essais sur mortier indiquent que des résultats relativement variables peuvent être obtenus selon le type de matériaux (GBR) utilisés, de même que d'un laboratoire à un autre (sur une même série de GBR). Une méthode d'analyse d'image a donc été développée afin de mieux interpréter la variabilité des résultats obtenus lors de l'essai accéléré sur barres de mortier.

En effet, l'AMBT utilisé lors de cette étude a montré des différences d'expansion significatives après 14 et 28 jours entre deux types de granulats fins de GBR issus de la démolition de blocs de béton ou du broyage de granulats grossiers affectés par la réaction alcalis-granat (RAG). L'analyse pétrographique (par analyse d'image) effectuée sur les deux différents types de granulats fins a permis d'observer une différence dans la composition des granulats fins produits.

Cet examen pétrographique quantitatif utilisant l'analyse d'image a permis de générer beaucoup d'informations critiques dans la compréhension des différences de comportement expansif de deux types de matériaux fins recyclés utilisés dans la

confection de barres de mortier (AMBT). Les résultats ont montré que les particules fines de concassage, récupérées après le concassage primaire de blocs de béton, possèdent une proportion plus élevée en particules riches en mortier résiduel que les sables de GBR obtenus par le reconcassage de GBR grossiers (5-20 mm). Cette différence de composition est donc tenue comme étant responsable de la différence d'expansion observée. La méthode de production des particules fines de GBR aurait un impact significatif sur la nature des matériaux et conséquemment sur l'expansion que les barres de mortier peuvent subir, sous l'influence de la RAG.

Les essais sur prismes de béton en cours vont apporter des données additionnelles qui vont permettre la validation des résultats de l'AMBT; il est cependant attendu que les sables de GBR évaluent plus précisément le potentiel de réactivité alcaline des GBR grossiers, comme observé par Shehata et al. [2]. L'AMBT pourrait toutefois donner une indication appropriée du potentiel de réactivité alcaline des particules fines de concassage qui pourraient être utilisées comme sable à béton. Cela restera toutefois à confirmer au cours de travaux futurs. Ces travaux seront effectués sur des prismes de béton incorporant les deux types de particules fines de granulats de béton recyclé. Il sera donc possible de mieux estimer la précision d'un essai tel l'AMBT afin d'évaluer le potentiel de réactivité alcalin des GBR.

#### Références :

- [1] Adams, M.P.; Gray, B.; Ideker, J.H.; Tanner, J.E.; Jones, A.; Fournier, B.; Beauchemin, S.; Shehata, M.; Johnson, R. Applicability of Standard Alkali-Silica Reactivity Testing Methods for Recycled Concrete Aggregate. Proceedings of the 14th International conference on AAR in Concrete, May 20-25, 2012, Austin (Texas, USA).
- [2] Shehata, M.H.; Christidis, C.; Mikhael, W.; Rogers, C. and Lachemi, M., Reactivity of reclaimed concrete aggregate produced from concrete affected by alkali-silica reaction. *Cement and Concrete Research*, 2010. 40(4): p. 575-582.
- [3] Fournier, B., P.-C. Nkinamubanzi, and R. Chevrier. Comparative field and laboratory investigations on the use of supplementary cementing materials to control alkali-silica reaction in concrete. Proceedings of the 12th International Conference on AAR in Concrete. July 2004. Beijing, China: Int. Academic Publishers World Publishing Corp., 528-537.
- [4] Fournier, B. Ideker, J.H., Folliard, K.J., Thomas, M.D.A., Nkinamubanzi, P.C. & Chevrier, R. Effect of environmental conditions on expansion in concrete due to alkali-silica reaction (ASR). *Materials Characterization Journal*, 2010, 60, 669-679.

- [5] Abbas A, Fathifazl G, Isgor OB, Razaqpur AG, Fournier B, Foo S. Proposed method for determining the residual mortar content of recycled concrete aggregates. *Journal of ASTM International*, 2007, 5(1).
- [6] Gholamreza, F. **Structural Performance of Steel Reinforced Recycled Concrete Members**. Ph.D. Thesis, Carleton University, Ottawa, ON (Canada), 2007, 464p.