

## Progrès récent dans la cartographie de corrosion par géoradar

Alex Tarussov, Détection Radex inc.

Le fait que le béton détérioré peut être identifié dans les profils géoradar, est connu depuis les années 1980. Le rêve de cartographier les défauts dans les tabliers de pont par radar, de manière rapide et complètement non-destructive, existe depuis ce temps-là. Au début des années 1990, la procédure de cartographie d'amplitudes fut proposée et acceptée dans la norme ASTM D6087.

La cartographie d'amplitudes ainsi devenue la méthode standard d'analyse de données géoradar pour la corrosion et la délamination. Pourtant, cette procédure primitive s'était avérée décevante et vers les années 2000 elle est devenue plutôt un obstacle pour l'utilisation de géoradar. Notre firme, Radex, évitait de l'utiliser à l'époque. Paradoxalement, 30 ans plus tard cette norme est toujours en force et la procédure est toujours pratiquée.

L'intérêt envers la cartographie de corrosion existait notamment ici, au Québec. Le MTQ a mandaté l'Université de Sherbrooke dans les années 1990 de développer une procédure plus efficace. Malgré plusieurs avancements théoriques, le devis de relevés géoradar adopté par le MTQ n'était qu'une version simplifiée de la norme ASTM.

L'effondrement du stationnement étagé en Ville St-Laurent en 2008 a stimulé le développement rapide d'une approche alternative pour l'inspection de la dalle restante. La carte générée lors de cette inspection par l'analyse visuelle des profils géoradar, s'est avérée précise après la vérification destructive – le résultat que l'on n'avait jamais eu avec la cartographie d'amplitudes. Radex a développé par la suite les lignes directrices et un logiciel adapté à cette nouvelle approche nommée « Analyse d'image géoradar assistée par ordinateur ». Le concept de la méthode et ces avantages fut présenté au Colloque du MTQ en 2010. Le géoradar est un dispositif d'imagerie et l'interprétation d'image par un expert est l'approche préconisée dans les méthodes utilisant les techniques d'imagerie en détection non-destructive ainsi qu'en imagerie médicale. L'analyse d'image fournit l'emplacement exact des zones corrodées identifiées par l'analyste, contrairement à la cartographie d'amplitudes qui génère une carte de probabilités qui a, à son tour, besoin d'interprétation.

Depuis 2010, nous avons analysé une 50aine de structures par cette nouvelle méthode, dont de nombreux tabliers de pont et des stationnements étagés. La vérification par carottage ou en faisant des réparations a confirmé la corrélation avec l'état réel de la structure dépassant 80%.

Parmi les structures notables relevés en utilisant l'analyse d'images géoradar, on compte le pont Gédéon-Ouimet à Laval, le tunnel Ville-Marie, le pont Jacques-Cartier, l'échangeur Saint-Pierre et le stationnement du Casino de Montréal, sans mentionner une multitude de petits ponts.

L'étude de « la culée creuse » sur l'autoroute 40 à Montréal démontre la capacité de l'analyse d'image d'obtenir des résultats valables même sur une structure difficile, comme une dalle épaisse. Les résultats de l'analyse correspondent bien aux signes de détérioration observés sur l'intrados. La cartographie d'amplitudes n'a pas fonctionné du tout sur cette structure.

La comparaison de ces deux méthodes d'analyse sur plusieurs ponts démontre bien les avantages de l'analyse d'image géoradar. La cartographie d'amplitude selon le devis du MTQ (ou ASTM D6087) donne des pourcentages irréalistes de corrosion – entre 40 et 60% de la surface totale. Les probabilités élevées de corrosion sont observées aux endroits improbables – typiquement sur les accotements. De grandes zones de corrosion jusqu'à 25-30% sont détectés sur les bonnes dalles avec peu ou pas de corrosion.

Sur les mêmes structures, l'analyse d'image géoradar ne trouve que 5 à 10% de corrosion et ce résultat est confirmé par le carottage. La configuration des zones corrodées est nettement plus réaliste aussi – ce sont de multiples petites zones endommagées dont la plupart se trouve dans les voies de circulation.

À plusieurs reprises depuis 2016, Radex a reçu la demande de refaire l'analyse des données, parce que les cartes produites par d'autres firmes selon le devis du MTQ, sont évidemment erronées.

Aujourd'hui, après des années d'essais, nous avons enfin une méthode fiable de cartographie de corrosion par analyse d'image géoradar qui peut être utilisée avec confiance. La procédure est complète, basée sur le logiciel unique RADxpert créé spécifiquement pour cette analyse. La collecte de données est simplifiée. La méthode d'analyse permet de produire des cartes de corrosion aussi rapidement ou même plus rapidement que la cartographie d'amplitudes. Il est réaliste aujourd'hui de relever des centaines de ponts par année sans fermeture de voies. Nous – les chercheurs – ont fait nos devoirs et ont développé une méthode qui fonctionne. C'est au Ministère maintenant de faire leur part et d'implémenter un programme de relevés réguliers sur les ponts du Québec afin d'utiliser cette innovation entièrement québécoise. Cela permettrait de valoriser les ressources disponibles au sein des firmes québécoises et de réduire les coûts des inspections.

Quant à la cartographie d'amplitudes géoradar, décrite dans le devis existant du MTQ et dans la norme ASTM D6087, il est le temps d'admettre que cette procédure est totalement inutile, qu'elle porte à confusion et que son utilisation doit cesser. Par conséquent, le devis du MTQ est à réviser aussitôt possible.

Parmi les améliorations futures de la méthode, on considère l'étude approfondie des signes de délamination dans les données géoradar. Les fissures de délamination sont occasionnellement détectées dans les images géoradar, mais les conditions de leur détection sont inconnues. Nous ne savons pas encore quantifier la corrosion; pour l'instant, nos cartes montrent le béton sain et le béton corrodé, mais il y a l'espoir qu'une classification plus détaillée pourrait être possible.

Il est essentiel pour le futur progrès de la cartographie de corrosion que tout utilisateur ou client donne le fournisseur son évaluation des résultats et toute information pertinente. Actuellement, la plupart de nos résultats « tombent dans un trou noir ». On reçoit très peu d'information concernant la précision de résultats, les erreurs de détection, etc.

Nous remercions nos partenaires dans ce parcours long et fascinant. L'idée originale, la procédure d'analyse et le logiciel de traitement sont développés par Radex, mais plusieurs organismes en ont contribué. Le Ministère des Transports du Québec a toujours motivé et encouragé cette recherche.

L'Université Concordia a validé la méthode dans le cadre du projet financé par le MTQ. La firme de génie-conseil GHD nous a donné de multiples occasions de pratiquer sur leurs chantiers et d'utiliser des données de carottage pour calibrer nos résultats.