

État de la recherche sur la corrosion des aciers d'armature dans les ouvrages de béton

PROBLÉMATIQUE

Près de 50 % des 4174 ponts sous la responsabilité du ministère des Transports du Québec (MTQ) ont été construits avant 1965. Ces ouvrages présentent des dommages dus au gel-dégel du béton et à la corrosion des armatures. L'utilisation de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques depuis 1965 a permis de diminuer la dégradation du béton, mais la corrosion des armatures est encore une source majeure de problèmes pour les 30 % de ponts construits entre 1965 et 1975 et pour les 20 % de ponts plus récents. Les défauts se manifestent principalement par la présence de traces de rouille et par des éclatements de béton. Ils affectent surtout les structures qui datent de 25 ou 30 ans.

MÉTHODES DE PRÉVENTION

Afin d'apporter des solutions à ces problèmes, le MTQ préconise une série de mesures liées à la réfection et à la reconstruction d'ouvrages en béton. Les principales mesures sont présentées au tableau 1. Compte tenu du parc de structures à gérer et des moyens financiers disponibles, le MTQ a effectué des choix pour augmenter la durée de vie des ouvrages.

Sur le plan du processus de gestion des ouvrages, les ingénieurs en territoire utilisent le *Manuel d'entretien des structures*, élaboré par la Direction des structures du MTQ; ils mettent au point un système d'inspection régulière des structures et un programme de formation des inspecteurs; ils adoptent des critères de réalisation d'études d'opportunité. Les modifications apportées au design consistent principalement à protéger les ouvrages contre l'eau et les sels de déglacage. Ce choix se traduit par une augmentation du recouvrement des aciers d'armature, par l'élimination de joints d'expansion sur certaines structures, et par l'utilisation de finisseurs autopropulsés pour la mise en oeuvre du béton des dalles. Cet équipement vise l'obtention d'un meilleur profil des dalles, d'une meilleure qualité de finition et d'un recouvrement uniforme des aciers. L'amélioration du drainage de la surface et une adhérence supérieure de la membrane d'étanchéité sont aussi des objectifs visés. Quant aux matériaux utilisés, l'utilisation accrue d'aciers galvanisés, de béton à hautes performances (*Info DLC*, vol. 3 n° 8, août 1998 et vol. 1, n° 3, novembre 1995), de béton latex, d'ajouts cimentaires, de membranes d'étanchéité, d'imperméabilisants et d'enduits de surface a pour but de protéger les aciers d'armature de la corrosion en prévenant la pénétration d'eau et de chlorure dans le béton.

PROJETS DE RECHERCHE

Les méthodes de prévention énumérées précédemment s'appliquent surtout à l'occasion de la réalisation d'une construction neuve ou de la reconstruction d'une partie d'ouvrage. Dans le cas où une réfection partielle devait être effectuée sur un ouvrage contenant des aciers corrodés et du béton fortement contaminé par le sel, le choix de la méthode était limité. Depuis quelques années cependant, on assiste à une prolifération de méthodes destinées à prévenir, à ralentir ou à arrêter la corrosion

des aciers dans le béton. Des projets de recherche ont été lancés par le MTQ et réalisés en partenariat avec des entreprises spécialisées afin d'évaluer le potentiel de ces méthodes avant d'en recommander l'utilisation. Le Conseil national de la recherche du Canada (CNRC) est un des partenaires. Un sommaire des projets en cours ou en voie de préparation est donné au tableau 2. L'état de la recherche est le suivant.

- Inhibiteurs de corrosion :** les essais de laboratoire réalisés depuis 1994 ont porté sur l'évaluation de quatre inhibiteurs de type « adjuvant » et sur cinq inhibiteurs de type « migrateur ». Les résultats ont été publiés dans le bulletin de la *DLC* de juillet 1997 (*Info DLC*, vol. 2, n° 7) et montrent que trois adjuvants inhibiteurs retardent l'apparition de la corrosion des aciers d'armature. Aucun inhibiteur du type migrateur ne s'est montré efficace.
- Performance des aciers galvanisés :** l'expertise réalisée en 1997 et en 1998 par le CNRC sur trois structures construites à Montréal entre 1965 et 1968 avec des aciers d'armature galvanisés tend à démontrer que ce type d'acier aide à retarder les dommages dus à la corrosion. Des résultats similaires ont été obtenus sur un ouvrage de la région de Québec dont les piles contenaient des aciers galvanisés. Après 28 ans d'exposition aux sels, on ne constate aucun dommage aux piles alors que les éléments construits avec des aciers conventionnels montrent une corrosion bien développée.
- Influence des interventions au pavage des ponts sur la corrosion des aciers :** ce projet est prévu pour 1999 et vise à déterminer si divers modes d'intervention au pavage des ponts ont des incidences sur la corrosion des aciers d'armature des dalles.
- Protection cathodique :** un système est en place depuis 1991 sur une portion de dalle du pont Taschereau, à Montréal. Ce type de protection semble efficace après cinq ans de fonctionnement malgré quelques problèmes liés au vandalisme.
- Métallisation au zinc :** une première expérience de métallisation au zinc d'éléments de béton a été réalisée en 1993 sur le viaduc Yves Prévost. Le rapport du CNRC déposé en 1997 indique que ce type de système offre une protection variable en fonction des saisons. Les courants galvaniques se situent entre 0,5 et 5 mA/m² alors que les mesures de dépolarisation varient entre 20 et 170 mV. Ce type de protection semble prometteur, mais des essais supplémentaires sont nécessaires afin d'évaluer la performance de divers types de zinc. Un nouveau projet a débuté en septembre 1998 sur les poutres en béton précontraint d'un pont situé entre les autoroutes 15 et 640.
- Inhibiteurs de corrosion *in situ* :** ce projet, réalisé en 1996 sur un parapet du pont Vachon, sur l'autoroute 13 à Laval, consiste à évaluer la performance de douze produits inhibiteurs de corrosion. Le CNRC est chargé du suivi; après deux ans, il est trop tôt pour tirer des conclusions.

7. Enduits anticorrosifs et peinture au zinc : lors de la réfection partielle de la dalle d'une structure de l'autoroute 20 à Saint-Vallier, trois peintures à base de zinc et deux enduits ont été appliqués sur des barres d'armature avant le bétonnage. Le suivi des potentiels de corrosion des zones protégées avec ces produits montre peu de différence avec les zones témoins après deux ans.

8. Extraction des ions chlore : ce projet devrait démarrer en 1999 et vise à évaluer l'applicabilité de cette technique issue du programme SHRP.

CONCLUSION

La corrosion des aciers d'armature a engendré une modification de nos façons de faire, particulièrement à l'occasion de la construction d'ouvrages neufs. Mais la préservation des ouvrages existants reste un défi, et les moyens pour y parvenir ne sont pas clairement définis.

Les résultats des recherches entreprises devraient nous fournir certains éléments de réponse.

RÉFÉRENCES

Chagnon, N. 1998, *Étude de la performance de l'armature galvanisée pour les ouvrages en béton*, rapport du CNRC au MTQ, avril 1998.

Ministère des Transports du Québec. 1996, *Manuel d'entretien des structures*, Direction des structures, Québec, mars 1996.

RESPONSABLE : Daniel Vézina, ing.
Service des matériaux d'infrastructures

DIRECTEUR :



Michel Labrie, ing.

Politique d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> Augmenter la durée de vie. <i>Manuel d'entretien des structures</i> Inspection systématique des ouvrages. Cours de formation des inspecteurs (MTQ et entreprise). Étude d'opportunité : maintien, remplacement ou reconstruction de la dalle ou du tablier.
Design	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation du recouvrement des aciers : 60 mm pour les dalles. Élimination de certains joints d'expansion. Amélioration de la finition de surface, du profil et du drainage.
Matériaux (acier)	<ul style="list-style-type: none"> Acier galvanisé au niveau des dalles.
Matériaux (béton)	<ul style="list-style-type: none"> Béton avec ajout cimentaire : fumée de silice, cendres volantes. Béton à hautes performances (BHP). Béton latex. Béton projeté.
Protection du béton	<ul style="list-style-type: none"> Étanchéité des dalles de pont. Imperméabilisant à béton : silane et siloxane. Enduit de surface.

Tableau 1 : Interventions préconisées pour la réfection et la reconstruction des ouvrages

N°	Description	Localisation	Partenaire
1	Performance des inhibiteurs de corrosion	Laboratoire	DLC
2	Performance des aciers galvanisés	Montréal Québec	CNRC DLC
3	Influence des interventions au pavage des ponts sur la corrosion des aciers	À déterminer	Entreprise DLC
4	Protection cathodique	Pont Taschereau à Montréal	Entreprise MTQ
5	Protection galvanique par métallisation au zinc	Viaduc Yves-Prévost Poutres aut.15-aut. 640	CNRC
6	Évaluation <i>in situ</i> d'inhibiteurs de corrosion.	Parapet du pont Vachon à Laval	CNRC DLC
7	Enduits anticorrosifs et peinture au zinc	Saint-Vallier (aut. 20)	MTQ
8	Extraction des ions chlore	Aut. 20 et boul. Marie-Victorin	Entreprise DLC

Tableau 2 : Liste des projets de recherche