



Le pont de Québec

Longévité d'un pont de Québec rénové

Le ministère des Transports du Québec exige que les concepteurs de ponts et de viaducs prévoient une durée de vie d'au moins 75 ans pour ces ouvrages dans les conditions d'utilisation anticipées et un entretien régulier. Par comparaison, le pont de Québec aura bientôt 100 ans. Aucune mesure de protection efficace de l'acier n'était connue à l'époque, la transformation d'une voie ferrée en voies carrossables avec épandage de sels de déglacage ne pouvait pas être prévue et les travaux d'entretien ont été dans le passé soit inexistantes ou négligés.

Expertises réalisées en 1994, 1995 et 2009

Tenant compte de ces conditions défavorables qui compromettent la longévité du pont, le Canadian National (CN) a fait réaliser en 1994 un relevé des dommages causés par la corrosion des aciers par la firme d'ingénieurs Modjeski & Masters, spécialisée dans la conception de grands ponts (Digression : M. Ralf Modjeski, fondateur de cette firme en 1924, fut l'ingénieur responsable de l'équipe de conception du pont de Québec actuel). Le CN a entrepris l'année suivante une analyse détaillée de la structure à partir des informations contenues dans le rapport de Modjeski & Masters afin de déterminer la capacité de charge du pont et de proposer les travaux requis pour assurer sa longévité à long terme.

Un relevé exhaustif des dégâts causés par la rouille sur l'ensemble de toutes les membrures du pont, incluant les membrures secondaires et les structures d'approche sur les deux rives du fleuve, a été complété en 2009 par la firme Delcan Corporation. Aucune vérification de la capacité structurale du pont n'a alors été effectuée.

Description sommaire de la structure du pont de Québec

Le pont de Québec est de type « Cantilever ». Il est caractérisé par d'immenses treillis métalliques en forme de losange localisés de chaque côté du pont. Ceux-ci se prolongent au-dessus des piliers construits dans le fleuve à partir des rives jusqu'aux points de suspension de la travée centrale. Ce sont des structures isostatiques où toutes les membrures et tous les joints sont essentiels à leur intégrité. L'appellation treillis en « K » fait référence à la disposition en forme de la lettre « K » des membrures verticales et diagonales des treillis.

Ces treillis supportent la voie ferrée, les voies carrossables et toutes les charges qui peuvent s'appliquer sur le pont incluant le poids propre de l'ensemble des éléments de structure. Le poids propre du pont représente la charge la plus importante que les treillis en « K » ont à supporter.

Les différentes membrures transversales servent à transmettre les charges de la voie ferrée et des voies carrossables aux membrures des treillis en « K », à contreventer les treillis et à assurer la stabilité latérale du pont.

Résultats des expertises

Les firmes qui ont évalué les dommages causés par la corrosion des aciers mentionnent que les membrures et les joints des treillis en « K » sont peu affectés par la rouille, si ce n'est qu'en des endroits localisés. Les résultats des calculs effectués par le Service technique du CN confirment d'autre part que ces structures demeurent malgré tout sécuritaires.

Les membrures secondaires qui relient les treillis sont par contre en plus mauvais état et très endommagées par endroits, principalement dans les zones d'éclaboussure des sels de déglacage sous les voies carrossables. Les travées d'approche sont plus particulièrement affectées.

Travaux correctifs

Dépendant de l'importance relative et le type de membrures qui constituent la structure du pont, celles-ci peuvent être séparées en 5 catégories :

1. Les treillis en « K » auxquels on peut ajouter les fermes latérales de la travée centrale;
2. Les éléments secondaires qui relient les treillis en « K » ainsi que les fermes de la travée centrale pour en assurer la stabilité et la résistance aux forces latérales;
3. Les membrures transversales qui servent à transmettre les charges de la voie ferrée et des voies routières aux membrures des treillis en « K », de même que celles des fermes de la travée centrale;
4. Les structures d'approche qui permettent d'accéder au pont sur les deux rives du fleuve;
5. Les piliers ainsi que les culées en béton et en maçonnerie qui supportent le pont.

Il est heureux que les membrures des treillis en « K » (ainsi que celles des fermes de la travée centrale) qui constituent l'ossature principale du pont soient de façon générale peu endommagées, puisque l'état de contraintes élevées (auxquelles ils ont à résister de façon permanente) ne permet pas ou rend pratiquement impossible tout ouvrage de renforcement majeur. Quelques réparations plus ou moins importantes sont cependant requises. Une fois ces travaux complétés, l'ensemble des membrures et des joints devront recevoir un curetage jusqu'à l'acier nu, de même que l'application d'un enduit de protection efficace et durable.

La rouille affecte les pièces d'acier mentionnées aux points 2 et 3 de façon inégale. Les membrures les plus corrodées pourront être renforcées ou remplacées en se servant d'échafaudages et de supports temporaires. Ces mêmes commentaires s'appliquent pour la réfection des structures d'approche (point 4). Comme pour les treillis en « K », on devra procéder au curetage systématique de toutes les pièces d'acier et appliquer le même enduit protecteur. Des écrans pourront être ajoutés pour assurer une protection additionnelle aux éléments de structure exposés aux éclaboussures.

Suivant les indications sur les plans du pont de Québec, les pierres de granite recouvrant les piliers et les culées mentionnés au point 5 sont encastrées dans le massif de béton qui constitue le noyau de ces ouvrages et en font partie intégrante. Vu que les massifs de béton ne comportent pas d'armature, ils ne sont pas sujets au processus de détérioration observé dans les ouvrages de béton actuels. De plus, les contraintes en compression introduites par le poids du pont indiquées sur les plans sont faibles (moins de 300 lb/po²). À moins que des sondages ne localisent quelques dommages intérieurs, les travaux d'entretien ne consisteraient qu'à rejointoyer les joints ouverts et à colmater les fissures en profondeur.

Conclusion

Les travaux de réfection du pont de Québec sont rendus possible dû au fait que les treillis en « K » supportant le pont sont peu affectés par la rouille. Cependant, l'étendue des dommages notés dans le rapport « Delcan » de 2009, par rapport aux observations faites en 1994-1995 et particulièrement la mention de zones de corrosion localisées à l'intérieur des membrures inférieures de treillis en « K » ainsi que sur des plaques à œillet au niveau des goujons d'assemblage avec ces membrures, nécessite une reprise de l'analyse structurale similaire à celle réalisée par le Service technique du CN en 1995.

Les travaux correctifs qui seront suggérés après cette dernière vérification constitueront en fait une remise à neuf du pont et un entretien quinquennal doit être établi. Dans ces conditions, il est à prévoir que la durée de vie d'un pont de Québec rénové sera d'au moins 75 ans, comme exigé pour un pont neuf.

Lucien Viel, ingénieur
OIQ n° 15138

2015-01-08