

# **Performance du système de protection cathodique du pont Taschereau**

**Nourredine Kadoum, M. Sc. A.  
Directeur des Opérations CPI Corrosion Ltée**

La corrosion des aciers d'armature est l'une des principales causes de dégradation des structures en béton armé. Celles-ci se manifestent non seulement par une détérioration du béton mais également par une perte d'adhérence et une diminution du diamètre effectif des barres d'armature, ce qui peut avoir pour conséquence de remettre en cause l'intégrité de la structure.

Dans l'objectif de maîtriser la corrosion des aciers d'armature des dalles en béton armé du tablier du pont Taschereau, un système de protection cathodique à courant imposé a été installé, à la fin des années 1990, sur 3 des 17 travées que comporte le pont.

En 2002, soit près de douze années après la mise en service de ce système de protection cathodique, la firme CPI Corrosion Ltée a été mandatée par le Ministère des Transports du Québec afin de statuer de la performance de ce système. L'évaluation d'un tel système doit permettre de quantifier les apports réels de la protection cathodique et donc, de juger objectivement de son efficacité pour juguler le processus de corrosion des aciers d'armature dans le béton.

Cet article traite des travaux sur site et en laboratoire réalisés dans le cadre de ce mandat ainsi que des principaux résultats obtenus. Les principales conclusions découlant de ces travaux traduisent un optimisme réel quant au contrôle de la corrosion des aciers d'armature.

## **Introduction**

Le pont Taschereau, inventorié auprès du MTQ sous la référence P-07806, se situe sur l'autoroute 20 au-dessus de la rivière des Outaouais. Ce pont relie, en sens unique, la municipalité de Pincourt sur l'île Perrot à la municipalité de Vaudreuil-Dorion.

Ce pont, construit en 1964, comporte 17 travées sur appuis simples, orientées dans la direction Est-Ouest. Le tablier du pont est constitué de 04 poutres à âme pleine en acier sur lesquelles repose une dalle dont l'épaisseur est de 180 mm. La photo 2 illustre les travaux de construction du pont.

La longueur totale du tablier est de 425,2 m pour une largeur hors tout de 10,92 m. Quant à la chaussée carrossable, sa largeur est de 8,84 m et comprend 2 voies de circulation.



## **Chronologie des principales interventions effectuées sur le pont**

***1981 : Rapport de première inspection du pont***

***1984 : Premier devis de réparation du pont***

***1988 : Rapport d'expertise du pont***

***1988 : Octroi d'un contrat de réparation du pont***

***1989 : Exécution des travaux de réparation et installation d'un système de protection cathodique***



Travée #3



Travée #4



Travée #5

## État de la surface de dalle des travées #3, #4 et #5 en 1987 lors de l'expertise du pont

### Le système de protection cathodique installé

Le système de protection cathodique a été installé au courant de l'année 1989 sur la voie carrossable des travées #3, #4 et #5. La superficie de dalle couverte par le système de protection cathodique est de 191 m<sup>2</sup> par travée, soit un total de 573 m<sup>2</sup>.



Un matériau anodique en forme de treillis de type MMO a été posé sur le béton de la dalle de sorte à couvrir une surface s'étalant entre deux joints de dilatation, tel que le montre la photo 6.

Par la suite, un liant d'accrochage et un enrobé bitumineux ont été posés sur la chape de béton. Il est à noter qu'aucune membrane d'étanchéité n'a été installée sur la dalle des travées #3, #4 et #5 et ce, contrairement aux autres travées non protégées par le système de protection cathodique, qui elles ont bénéficiées d'une membrane.

Par ailleurs, un système d'acquisition de données à distance a été installé dans le boîtier d'instrumentation avec le redresseur de courant.



- ✓ Le voltage et le courant du redresseur de courant;
- ✓ Le potentiel de chaque électrode de référence ;
- ✓ La température du redresseur ainsi que celle de l'air ambiant.

## **Historique du fonctionnement du système**

*1990 : Mise en service du système de protection cathodique*

*1992 : Réparation de la ligne téléphonique*

*1995 : Constat de vandalisme sur l'instrumentation*

*1997 : Évaluation du système de protection cathodique*

*2000 : Expertise de la dalle de tablier du pont Taschereau*

*2002 : Démolition du pont Taschereau*

En avril 2002, des travaux de démolition du pont ont débuté. Ces derniers ont été précédés par une expertise des dalles de tablier ayant bénéficié du système de protection cathodique et la récupération du boîtier d'instrumentation du système de protection, incluant les redresseurs et l'unité d'acquisition de données

Le sujet abordé dans ce rapport a permis de présenter de nombreux résultats fort intéressants concernant le système de protection cathodique du pont Taschereau. La discussion des résultats traités dans cette section se veut être une synthèse de cet ensemble de résultats afin d'apporter des réponses claires et précises quant à la performance de ce type de système de protection.

### **Performance du système de protection cathodique**

Un des paramètres nécessaires à l'évaluation de la performance du système de protection cathodique est la connaissance de la durée de son fonctionnement depuis son installation. Or, l'historique du système de protection cathodique indique clairement que le suivi de la protection cathodique du pont Taschereau a été en deçà du minimum permettant de s'assurer du fonctionnement du système et encore moins de sa performance.

En effet, il est bien clair que l'une des principales faiblesses du système de protection cathodique du pont Taschereau est son manque de suivi dans le temps. De ce fait, seuls des rapports annuels incluant une inspection du système de protection cathodique et les essais requis par les normes de la NACE (National Association of Corrosion Engineer) auraient pu assurer un fonctionnement adéquat et apporter les informations nécessaires quant au temps de fonctionnement de ce dernier.

Néanmoins, les données récupérées du système d'acquisition et concernant la période allant du 11 août 2000 au 26 mars 2002 peuvent servir de référence pour estimer le temps ainsi que l'état de fonctionnement du système de protection cathodique. Les résultats concernant ces données ont déjà été présentés. Toutefois, mentionnons que ces derniers ont permis de montrer que le système de protection cathodique était loin de fonctionner avec des paramètres optimaux et de plus, seules certaines zones du tablier devant être protégées recevaient réellement des courants de protection cathodique.

Par conséquent se basant sur les données du système d'acquisition de données, il apparaît que sur une période de 592 jours :

- ↪ Le courant débité par le circuit # 1 était nul durant 439 jours, ce qui représente 74% de la période;
- ↪ Le courant débité par le circuit # 2 était nul durant 58 jours, soit durant 10 % du temps.

Relativement à cet ensemble d'informations, il semble que le système de protection cathodique n'a protégé réellement qu'entre 33 % à 66 % de la surface des travées #3, #4 et #5 munies du système de protection cathodique. De plus, les aciers d'armature de ces travées n'ont reçu du courant que durant 10 % à 74 % du temps. Ces résultats, même s'ils sont basés sur la seule période allant du 11 août 2000 au 26 mars 2002, traduisent l'état de fonctionnement peu régulier du système de protection cathodique depuis son installation.

### **État de l'activité de corrosion des aciers d'armature douze années après l'installation du système de protection cathodique**

Les résultats escomptés lors de l'installation du système de protection cathodique ont été largement atteints et ce, d'autant plus que le système de protection cathodique n'a fonctionné que probablement durant la moitié du temps ou moins.

En effet, la protection cathodique du pont Taschereau a bel et bien permis de maîtriser la corrosion des aciers d'armature et de la maintenir à un niveau n'induisant pas de dégradation du béton et nettement différent de celui des aciers d'armature non protégés contre la corrosion.

### **Apport réel de la protection cathodique**

De manière objective, en se basant sur les résultats de l'expertise de dalle des travées #2 à #6 et en considérant que les activités de corrosion avancée à très avancée sont synonymes de zones où le béton est probablement dégradé, il apparaît que :

- ✓ Les zones dégradées sont estimées à 99 % de la surface de dalle pour les travées #2 et #6;
- ✓ Pour la dalle des travées #3, #4 et #5, ces zones de dégradation sont estimées à 12 % de la surface de dalle.

De ce fait, la protection cathodique a permis de réduire les zones de dégradation de béton qui auraient, probablement, nécessitées des réparations de 99 % à moins de 12 % de la superficie de la surface de dalle.

Il est à noter que l'interprétation de ce résultat doit tenir compte du fait que le système n'a pas fonctionné de manière optimale depuis son installation et que le matériau anodique a été détérioré sur une section de la travée #2, ce qui a induit une corrosion intense des aciers d'armature dans cette zone.

D'autre part, les résultats des essais en laboratoire ont montré que la mise en place du matériau anodique permet essentiellement une polarisation du premier rang d'armature, tandis que son influence sur le rang inférieur est très minime et ce, probablement en raison de la distance séparant ce rang d'armature du matériau anodique. Néanmoins, la polarisation des deux rangs d'armature pourrait être atteinte si le matériau anodique est installé entre les deux rangs d'armature, par exemple lors d'une nouvelle construction.

Un second apport de la protection cathodique concerne la migration forcée et réelle des ions chlorures vers le matériau anodique qui, objectivement, ont permis de réduire les taux en ions chlorures des dalles protégées de l'ordre 50 % pour des profondeurs allant de 12.5 mm à 50 mm et ce, comparativement aux dalles de béton non munies d'un système de protection cathodique mais comportant une membrane d'étanchéité..

De ce fait, la présence d'un système de protection cathodique permet de réduire notablement la concentration en ions chlorures du béton de surface proche du matériau anodique.

### **Durabilité du système de protection cathodique**

Un point sensible du système de protection cathodique du pont Taschereau est la faible durabilité de certains matériaux du système. En effet, le manque de suivi du système a été aggravé par une efficacité douteuse des électrodes de référence de graphite dont les réponses ne sont pas interprétables, des disfonctionnements répétitifs des circuits du redresseur de courant ainsi qu'une probable défektivité du câblage d'alimentation du matériau anodique du fait que certaines zones du système étaient insensibles à la protection cathodique et ce, malgré l'état de fonctionnement des circuits du redresseur.

Concernant l'un des éléments clés du système de protection cathodique qu'est le matériau anodique, ce dernier montre, malgré l'ensemble des imperfections du système, des caractéristiques qui indiquent un état suffisant pour assumer son rôle de débiteur de courant et ce, douze années après son installation sur le pont Taschereau.

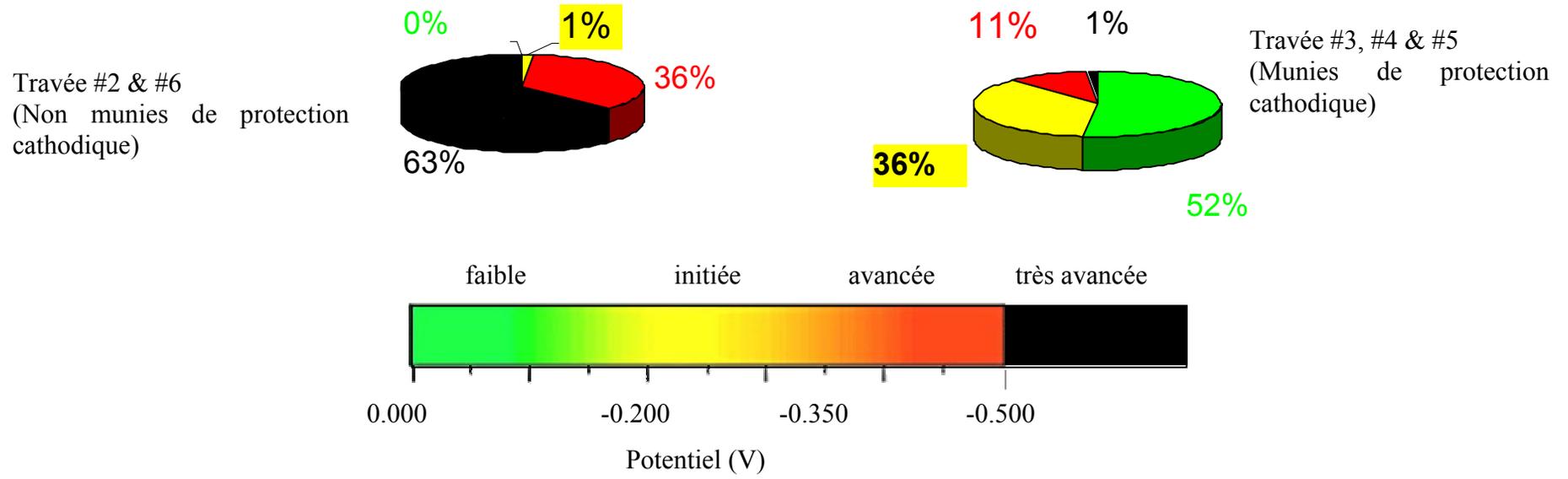
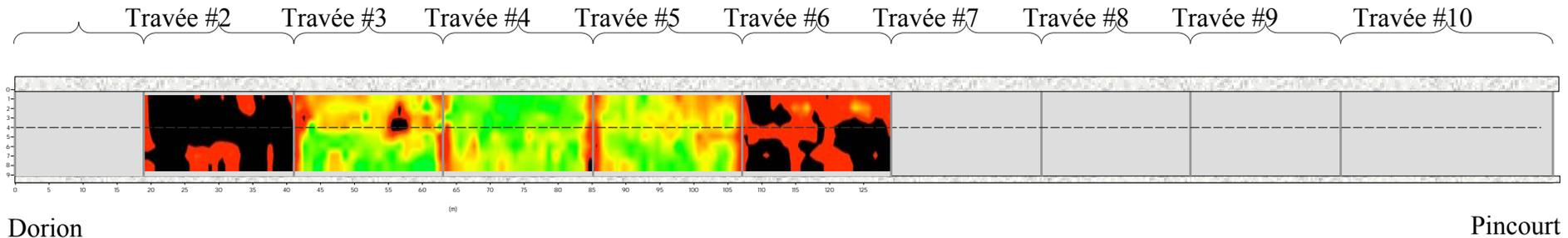
De ce fait, l'utilisation du titane de grade 1 enrobé d'un mélange d'oxyde de métal précieux semble être un choix convenable, d'un point de vue de degrés de protection et durabilité, dans le cadre de système de protection cathodique de structures en béton armé.

## Conclusions

Les principales conclusions découlant de ce travail effectué dans le cadre de l'évaluation de la performance de la protection cathodique du pont Taschereau sont les suivantes :

- La protection cathodique du pont Taschereau a permis de réduire significativement l'activité de corrosion des aciers d'armature de la dalle des travées munies d'un système de protection cathodique;
- Comparativement aux travées non protégées contre la corrosion, l'apport de protection cathodique se traduit par la réduction de la proportion de surface de dalle pour laquelle le béton est probablement dégradé d'un taux de 99 % à un taux moindre à de 12 %;
- La protection cathodique, tel qu'installé sur le pont Taschereau a permis la polarisation du premier rang d'armature mais son influence était moindre sur le second rang d'armature et ce, du fait de la distance de ce dernier relativement au matériau anodique;
- La protection cathodique influe réellement sur les concentrations en ions chlorures du béton proche du matériau anodique en favorisant la migration des ions chlorures vers le matériau anodique;
- Le pH du béton est très peu influencé par la polarisation des aciers d'armature;
- Le suivi du système de protection cathodique depuis son installation est très critique;
- Ceci a résulté, en premier lieu, par un temps de fonctionnement du système de protection cathodique estimé à moins de 50 % du temps depuis son installation;
- De plus, la durabilité des matériaux du système de protection cathodique du pont Taschereau s'est avéré comme étant faible, notamment celle des électrodes de référence de graphite, du redresseur et du câblage électrique.

## DESSIN D'AGENCEMENT GÉNÉRAL DE LA STRUCTURE P-07806



- La protection cathodique du pont Taschereau a permis de réduire significativement l'activité de corrosion des aciers d'armature de la dalle des travées munies d'un système de protection cathodique
- Comparativement aux travées non protégées contre la corrosion, l'apport de protection cathodique se traduit par la réduction de la proportion de surface de dalle pour laquelle le béton est probablement dégradé d'un taux de 99 % à un taux moindre à de 12 %