

# SYSTÈME D'INSPECTION DES PONCEAUX

Steve Arsenault, ingénieur, Ministère des Transports du Québec

André Gagnon, ingénieur, Ministère des Transports du Québec

Exposé préparé pour

la séance sur « Les Innovations en matière de génie des ponts (B) »

du congrès annuel de 2004 de  
l'Association des transports du Canada  
à Québec (Québec)

## Résumé

Pour assurer le drainage des routes, plusieurs types d'infrastructures, de toutes dimensions, sont nécessaires et permettent d'assurer la fonctionnalité du réseau. On y retrouve en outre, des ponts, des ponceaux, des fossés, des réseaux de conduites, des bassins de rétention, etc., qui permettent de contrôler et d'évacuer adéquatement les eaux de ruissellement. Les ouvrages de type ponceau s'y retrouvent en très grand nombre et passent souvent inaperçus puisqu'ils sont enfouis sous le remblai de la route. Une partie importante de ces infrastructures a atteint un stade avancé de leur vie utile et nombre d'entre elles doivent subir des interventions majeures, voir un remplacement complet, en raison de leur vétusté qui peut entraîner un risque au niveau de la sécurité des usagers.

L'inventaire des structures de type ponceau du réseau du MTQ représente un défi imposant pour lequel une méthodologie de gestion efficace est nécessaire. Le réseau routier du MTQ est composé de plus de 60,000 structures de type ponceau qu'il faut inspecter et entretenir adéquatement. Ces infrastructures souterraines comprennent les tuyaux en béton, en acier et en matière thermoplastique. Ils présentent des formes variées : circulaire, rectangulaire, arquées, elliptique et voûtée. Des interventions sont requises pour de nombreuses structures qui présentent des défauts importants. Il y a donc lieu d'évaluer l'état de ces structures et de prévoir des interventions adéquates qui permettront la réhabilitation du réseau dans un contexte de budget limité

Le ministère des transports du Québec est à mettre en place un système d'inspection consacré aux ponceaux d'une portée inférieure à 4500 mm. Le système comprend un volet inventaire qui contient toute l'information concernant les caractéristiques de tous les ponceaux ainsi qu'un volet inspection qualitative qui permet de déterminer l'état général de l'ouvrage basé sur ses caractéristiques structurales, hydrauliques et les différentes composantes du remblai. Un algorithme de calcul permet de pondérer les déficiences observées afin de déduire un indice d'état pour chacun des ponceaux inspectés.

Également, l'évaluation de chacun des ponceaux est complétée par la détermination des activités à réaliser et des priorités d'intervention.

L'implantation d'un tel système d'inspection nécessite des efforts de formation soutenus de la part d'une organisation afin d'assurer une certaine homogénéité dans la cueillette de données. Les actions que le ministère des transports entend mettre en place afin d'assurer cette qualité de données seront également présentées.

## Introduction

Le réseau routier québécois construit principalement au cours des années 60 et 70, est composé d'autoroutes (19 %), de routes nationales (31 %), de routes régionales (19 %), de routes collectrices (26 %) et de routes d'accès aux ressources (5 %), le tout totalisant 28 965 kilomètres (km) de chaussées. La gestion et l'entretien de ce réseau routier représentent un défi constant pour le ministère des Transports puisqu'il est réparti sur un territoire vaste et étendu. Le gestionnaire de réseau routier québécois doit également composer avec des conditions locales extrêmement variables. Pensons simplement au climat, à la topographie, au type de sol, à son utilisation, etc.

La gestion d'actifs aussi importants (28 965 km de chaussée et approximativement 8 600 structures) étant très complexe, les autorités du ministère des Transports se sont munies d'outils permettant de faciliter la gestion des données d'inspection ainsi que la prise de décisions. Au cours des années 90, les systèmes de gestion des structures et de gestion des chaussées ont vu le jour. Au cours de cette même période, le Ministère se dotait également d'un outil lui permettant de gérer les autres éléments liés à la chaussée. Ces éléments représentent un actif considérable pour le ministère des Transports. Cet outil, le « *Guide d'inspections visuelles en centre de services* » renfermait des modalités communes d'inspection ainsi que des fréquences d'inspection suggérées pour les éléments suivants :

- Chaussées (section d'accotement, réparation de fondations et surfaces de roulement des chaussées souples et rigides);
- Drainage (sections de fossé, regards et puisards, sections d'une conduite fermée et ponceaux);
- Dispositifs de retenue (glissières latérales, glissières médianes, atténuateurs d'impacts);
- Signalisation et éclairage (panneaux de prescription, panneaux de danger et panneaux d'indication);
- Clôtures (clôture de ferme, clôture à mailles serrées et clôture anti-éblouissement).

Ce guide avait pour but de faciliter la cueillette d'information qualitative permettant d'alimenter un processus de gestion visant à améliorer l'entretien du réseau routier.

Après une période d'utilisation de cet outil de plus de cinq ans, les utilisateurs ont ressenti le besoin d'enclencher un processus de révision majeur des principes véhiculés dans ce guide.

Les réflexions quant au développement d'une nouvelle approche de gestion des éléments liés à la chaussée ont été amorcées en ciblant prioritairement l'élément ponceau. Ces réflexions ont mené à l'élaboration et à la publication du « *Guide d'inspection des ponceaux* ».

Le ministère des Transports est le gestionnaire d'un nombre imposant de ponceaux transversaux, soit environ 60 000 unités. Les dimensions de ces ouvrages varient de 300 mm à 4 500 mm de diamètre ou de largeur. Ces ponceaux supportent des remblais dont les hauteurs varient de 600 mm à plus de 20 m. Mis bout à bout, ces ponceaux auraient une longueur totale d'environ 1 300 km. Le diamètre moyen de ces structures atteint plus de 900 mm. La valeur à neuf de ces éléments est estimée à plus d'un milliard deux cent millions de dollars (1 200 000 000 \$).

L'inventaire de ponceaux transversaux est composé de 45 % de tuyau en béton armé (TBA), de 36 % de tuyau de tôle ondulée (TTO) et de 15 % de ponceaux rectangulaires en béton armé (PBA). En ce qui concerne l'âge de ces tuyaux, ils ont majoritairement été installés au cours des années 60 et 70. Des analyses ont permis d'estimer la durée de vie utile de ces trois types de ponceaux et les résultats sont présentés au tableau suivant.

type de ponceau	durée de vie utile estimée
PBA	> 75 ans
TBA	> 75 ans
TTO	approximativement 35 ans

Évidemment, les durées de vie utile estimées peuvent varier en fonction de la qualité des matériaux utilisés, de la qualité des travaux de mise en place et également, en fonction des conditions d'utilisation. Ces données permettent de croire qu'une portion importante de notre inventaire de ponceaux est arrivée au terme de son cycle de vie (TTO environ 36 % de notre inventaire, soit approximativement 468 km de conduites). Des investissements majeurs sont donc à prévoir afin de remettre à niveau l'ensemble de nos ponceaux.

Dans un contexte budgétaire difficile, il devenait donc primordial de se doter rapidement d'un outil permettant de systématiser un processus de cueillette, de traitement et d'analyse des données concernant l'état relatif des ponceaux.

Le concept mis de l'avant est évidemment un proche parent du système de gestion des structures implanté et utilisé au Ministère depuis plus de 10 ans. Évidemment, l'ampleur de la cueillette d'information a été quelque peu allégée puisque 60 000 visites d'inspection devront être réalisées selon une fréquence prédéterminée, ce qui représente une tâche considérable. En regard de ce projet, les besoins de l'organisation étaient les suivants :

- Uniformisation du processus de cueillette;
- Uniformisation du mode d'évaluation globale de l'état;
- Uniformisation du mode d'évaluation des coûts de remise en état;
- Meilleure prise de décisions.

Le processus de cueillette a été standardisé par la création d'une fiche d'inspection des ponceaux uniforme et commune à tous les inspecteurs. Cette fiche permet de noter les données d'inventaire, de réaliser une qualification de la gravité et de l'étendue des défauts observés. Les inspecteurs sont également invités à suggérer une intervention de remise en état.

Le mode d'évaluation global de l'état a également été uniformisé par la création d'un algorithme de calcul permettant de pondérer l'importance relative des différentes défauts observés. L'inspecteur n'a donc pas à apprécier l'état global du ponceau visité.

En ce qui concerne l'évaluation des coûts de remise en état, le travail n'est pas encore complété. Cependant, cette évaluation devrait prendre en considération les défauts, leur gravité ainsi que leur étendue.

L'ensemble de ces données permettra d'alimenter un processus d'analyse qui mènera à une meilleure évaluation des priorités d'intervention. Cette évaluation sera davantage basée sur l'importance des dégradations ainsi que sur la durée de vie résiduelle des ponceaux et non plus sur le seul jugement de l'inspecteur.

### **Développement du concept**

Afin d'alimenter un processus d'évaluation de l'état du réseau, les autorités du ministère considèrent que tous les ponceaux (le terme ponceau inclut tous les ponceaux dont le diamètre est compris entre 300 mm et 4500 mm) doivent être inspectés. Pour chacun, l'inspecteur devra qualifier la gravité de certains défauts, en mesurer l'étendue et suggérer le type d'intervention adéquat. Ces données permettront de calculer l'indice d'état du ponceau (IEP) qui caractérise l'état global de cet élément.

Les défauts qui seront pris en considération lors de la réalisation d'une inspection sont regroupés en quatre sections, soit :

- Structure;
- Hydraulique;
- Remblai;
- Autres.

Dans la section « Structure », les inspecteurs devront qualifier les défauts suivants :

- S1 – Déformation et bombement;
- S2 – Corrosion et défauts du béton;
- S3 – Fissures et défauts d'assemblage.

Une mauvaise cote attribuée à un défaut de la section « Structure » (S1, S2 et S3) sera extrêmement pénalisante dans le calcul de l'indice d'état du ponceau (IEP).

En ce qui concerne la section « Hydraulique », les six défauts suivants seront évalués :

- H1 – Sédimentation / rendement hydraulique;
- H2 – Affouillement;
- H3 – Infiltration;
- H4 – Accumulation de débris;
- H5 – Fossés latéraux;
- H6 – Fossés de décharge.

Ces défauts permettent de décrire le comportement hydraulique du ponceau et son impact dans son environnement immédiat. Une mauvaise cote attribuée aux défauts H1, H2 et H3 sera également assez pénalisante dans le calcul de l'indice d'état du ponceau puisque ces défauts peuvent entraîner des désordres structuraux et ainsi mettre en péril la sécurité des usagers de la route.

Les deux dernières sections « Remblai » et « Autres » peuvent être regroupées puisqu'elles contiennent des défauts dont les poids relatifs dans le calcul de l'indice d'état du ponceau sont égaux. Ces deux sections renferment donc les défauts suivants :

- R1 – Protection de talus / érosion;
- R2 – Transition de la chaussée;
- R3 – Fissuration et dénivellation;
- A1 – Mur de tête / autre;
- A2 – Puisard / autre.

Bien que ces défauts soient moins pénalisant dans l'évaluation globale de l'état d'un ponceau, ils doivent tout de même être évalués avec minutie, car ils peuvent permettre de déceler un défaut plus important.

Pour chacun des défauts préalablement identifiés, l'inspecteur est appelé à décrire sa gravité et son étendue.

La gravité des défauts est qualifiée à l'aide d'une échelle graduée de 1 à 5. Une cote 5 représentant un ponceau sans défaut et une cote 1 un défaut très important. Les cotes 0 et 9 peuvent également être attribuées et elles représentent respectivement un élément qui n'existe pas et un élément qui ne peut être inspecté. Un délai d'intervention a également été associé à chacune des cotes afin d'identifier à titre indicatif, l'urgence d'intervenir afin de corriger les défauts observés.

Afin de qualifier davantage l'importance des défauts observés, l'inspecteur doit également donner une appréciation de leur étendue. À cette fin, les quatre plages de mesures suivantes ont été identifiées.

mesure du défaut	importance du défaut
< 20 %	Défaut peu étendu
20 à 50 %	Défaut assez étendu
50 à 80 %	Défaut très étendu
80 à 100 %	Défaut généralisé

L'importance de certains défauts ne peut cependant pas être mesurée selon une telle échelle et nécessite l'identification d'unité de mesure particulière.

L'indice d'état du ponceau (IEP) permet de décrire l'état général de l'élément inspecté. Cet indice qui varie de 0 à 100 est calculé à partir des données qualifiant spécifiquement les défauts observés. Un indice d'état du ponceau de 100 est associé à un ponceau sans défaut. Lorsque des défauts sont observés, il y a dépréciation de l'indice (IEP) en fonction des critères spécifiques. Ceux-ci sont regroupés selon les sections suivantes et leur poids dans l'algorithme de calcul est identifié entre parenthèses :

- Structure (50 points);
- Hydraulique (30 points);
- Remblai et autres (20 points).

Cinquante points (50 points) ont été accordés à la section « Structure » puisqu'un défaut important associé à cette section peut mettre en péril la stabilité du ponceau et donc, la sécurité des usagers de la route. Certains défauts de la section « Hydraulique » sont également très pénalisants.

Tel qu'il a déjà été mentionné, l'indice d'état du ponceau (IEP) est un indicateur de son état général. Cinq plages d'indice d'état ont été définies et elles sont catégorisées par un terme particulier. Une catégorie d'intervention leurs a également été associées soit, « Maintenance », « Réhabilitation » ou « Amélioration » ainsi qu'une « Fréquence d'inspection » suggérée.

Des interventions de maintenance sont suggérées lorsque l'état général du ponceau est bon ou acceptable. Des interventions de réhabilitation doivent être envisagées lorsque l'état général est médiocre ou déficient. Des interventions plus importantes doivent être considérées lorsque l'état général est qualifié de critique.

IEP	état général du ponceau	catégorie d'intervention	fréquence d'inspection
> 85	Bon état	Maintenance	5 ans
70 à 85	Acceptable	Maintenance	5 ans
55 à 70	Médiocre	Réhabilitation	2 ans
40 à 55	Déficient	Réhabilitation	1 an
< 40	Critique	Réhabilitation / amélioration	prioritaire

Les fréquences d'inspection suggérées indiquent que l'ensemble du parc de ponceaux doit être visité sur un horizon de cinq ans. Précisons que la fréquence des inspections augmente considérablement lorsque le ponceau est en mauvais état et qu'aucune action correctrice n'est entreprise.

La liste des interventions suggérées est scindée en trois catégories, soit la « Maintenance », la « Réhabilitation » et « L'amélioration ».

La catégorie « Maintenance » renferme des interventions légères qui peuvent alimenter un programme d'entretien préventif. Ces interventions sont les suivantes :

- Démantèlement de barrages de castors;
- Nettoyage d'un ponceau;
- Réparation d'un ponceau;
- Enlèvement de débris;
- Nettoyage des fossés latéraux et/ou de décharges.

Ces interventions sont primordiales puisqu'elles peuvent permettre de limiter la progression de certaines dégradations et ainsi minimiser les coûts d'entretien des ponceaux.

La catégorie « Réhabilitation » renferme des interventions majeures qui permettront de prolonger considérablement la durée de vie résiduelle du ponceau et même de restaurer sa capacité structurale. Ces interventions sont les suivantes :

- Réfection des murs de tête;
- Réfection du radier;
- Réfection des extrémités d'un ponceau;
- Insertion d'un ponceau;
- Aménagement de transition;
- Réfection des joints d'un ponceau;
- Réfection de la structure de la chaussée.



La catégorie « Amélioration » inclut des interventions d'envergure qui visent l'amélioration des caractéristiques structurales ou hydrauliques de l'équipement en place. Ces interventions sont les suivantes :

- Reconstruction d'un ponceau;
- Élimination d'un ponceau;
- Prolongement d'un ponceau;
- Protection aux extrémités d'un ponceau.

Les bénéfices attendus suite à l'implantation d'une telle méthode d'inspection sont intimement reliés à la qualité des données recueillies. Afin de s'assurer de la qualité de la donnée de base, un plan de formation des inspecteurs a été élaboré. Celui-ci permet aux responsables de ce système de vérifier la compréhension et les connaissances des inspecteurs. Afin de maximiser les avantages de l'implantation de ce système d'inspection, il est primordial pour les autorités du ministère des Transports de s'assurer d'une application commune et uniforme.

Les objectifs du ministère des Transports, à court terme, sont de poursuivre les efforts de formation déjà entamés. De plus, des efforts doivent être consentis au suivi des inspecteurs afin de s'assurer d'une application commune du système. La mise sur pied d'un site intranet dédié aux inspections des éléments liés à la route permettra d'atteindre cet objectif. Ce site pourrait renfermer des exemples pratiques d'inspection de ponceaux agrémentés de photographies. Ces exemples seraient commentés et une fiche d'inspection serait remplie pour chacun, ce qui contribuerait à améliorer la compréhension commune des inspecteurs. À plus long terme, un système d'audit des inspections réalisées sera développé dans le but d'améliorer continuellement les activités d'inspection.

## **Conclusion**

En guise de conclusion, précisons que le ministère des Transports procédera à l'évaluation de la qualité des données recueillies après une saison complète d'inspection soit la saison estivale 2004. Par la suite, le processus d'inspection sera réévalué et certains correctifs mineurs ou certaines bonifications jugées nécessaires pourraient, au besoin, y être apportées. Ce système d'inspection et de gestion des ponceaux pourrait donc légèrement évoluer en fonction des commentaires des utilisateurs et également de l'évaluation de la qualité des données recueillies.

Finalement, les processus d'inspection de plusieurs autres éléments liés à la route (dispositifs de retenue, sections de fossé, sections d'accotement, sections d'une conduite fermée) pourraient également être revus au cours des prochaines années, et ce, dans un optique d'évaluation globale de l'état du réseau.