

Surveillance des structures : un outil d'aide à la décision pour la gestion des infrastructures

J. Bastien, PhD ing.* , David Conciatori PhD.* , Alireza Alvandi, ing.*

Patrice Deneault ing. jr.**

*CRIB, Département de génie civil, Université Laval ;

** Programmes d'infrastructure de surface, Transports Canada

Résumé

Transports Canada a initié une étude sur la pertinence de l'utilisation de l'instrumentation comme outil d'aide à la décision dans la gestion d'infrastructures applicable à la fois aux problématiques des ouvrages existants qu'à celles des ouvrages nouveaux. Cette étude a été réalisée en deux volets : d'abord une revue bibliographique puis un questionnaire distribué à un ensemble d'intervenants du domaine des infrastructures de génie civil. La présentation permettra de mettre en exergue les principales conclusions de cette étude.

Introduction

Les infrastructures civiles du Canada, particulièrement les ponts et les viaducs, sont soumises à des conditions climatiques et d'utilisations exigeantes et sont assujetties au vieillissement, parfois prématurés, de leurs éléments et matériaux constitutifs. Des actions d'entretien (préventives ou curatives), de réhabilitation et de réparation deviennent donc nécessaires afin d'assurer l'aptitude au service des ouvrages et leur capacité structurale. La détection des dégradations, défauts, défaillances, inaptitudes devient donc un enjeu important dans la gestion des ouvrages.

Jusqu'à présent, le suivi des structures a été largement basé sur l'inspection visuelle de même que sur les résultats d'essais in-situ non destructifs qui n'offrent qu'une vision limitée et partielle de l'état de dégradation des ouvrages. Cette façon de faire permet difficilement d'apprécier le système structural dans son ensemble et donc de comprendre comment les désordres locaux affectent la performance de la structure dans sa globalité.

Au cours des dernières années, les avancées technologiques dans le génie civil (ayant conduit à la construction d'ouvrages innovants d'envergure exceptionnelle) et dans les disciplines connexes (comme la métrologie et des systèmes de communication) ont favorisé l'émergence de la surveillance continue comme outil d'aide à la gestion des infrastructures civiles. Bien qu'encore relativement limitée au Canada, la surveillance continue intéresse de plus en plus.

À cet égard, on notera les multiples colloques et congrès internationaux ainsi que les nombreux journaux scientifiques dédiés au domaine. À titre d'exemple, EVACES (Experimental Vibration Analysis for civil Engineering Structures), IABMAS (International Conference on Bridge Maintenance, Assessment and Safety) et IMAC (International Modal Analysis Conference) sont des forums permettant aux experts de faire le point sur l'état des connaissances sur le sujet et d'échanger sur les projets majeurs réalisés à travers le monde. À ce titre mentionnons, que plusieurs de ces projets ont récemment été réalisés en Europe, au Japon, en Chine et aux États-Unis plus particulièrement.

La « surveillance de la santé structurale » qui consiste à la détermination, au suivi et à l'évaluation dans le temps de l'aptitude au service de l'ouvrage doit donc, parce qu'elle a des implications très significatives tant du point de vue économique que du point de vue de la sécurité du public, être basée sur des données, paramètres et indicateurs objectifs, fiables, performants et robustes. Cette prémisse s'avère importante pour pouvoir apprécier la performance d'un ouvrage dans le cadre d'une démarche opérationnelle d'exploitation qui puisse s'intégrer dans un système de gestion et apporter des éléments indispensables à la prise de décision.

Ces considérations et exigences doivent donc être examinées afin de faire la démonstration de l'opportunité d'instrumenter un ouvrage par un système de surveillance intégré et ainsi bénéficier d'un outil d'aide à la décision sur la durée de vie utile d'un ouvrage.

Objectifs

Au Canada, l'exploitation de l'instrumentation des ouvrages d'art comme outil de gestion des infrastructures est d'usage assez restreint. On se limite généralement aux ouvrages existants présentant une pathologie particulière ou souffrant de dégradations quelconques connues. À l'exception de quelques cas comme le Pont de la Confédération, l'instrumentation de nouveaux projets n'est pas encore une pratique courante.

Transports Canada a donc voulu initier une étude évaluant l'utilisation de l'instrumentation comme outil d'aide à la décision dans la gestion d'infrastructures applicable à la fois aux problématiques des ouvrages existants qu'à celles des ouvrages nouveaux. Cette étude a été confiée au Centre de recherche sur les infrastructures en béton de l'Université Laval. Selon Transports Canada, l'instrumentation des structures doit être plus répandue. Cette pratique doit être sérieusement prise en considération pour une gestion efficace de l'infrastructure publique.

Méthodologie

Dans un premier temps, l'étude consiste à produire une revue des pratiques et des technologies existantes aux niveaux national et international en matière de suivi des ouvrages. Puis dans un deuxième temps à mettre en exergue la potentialité, la pertinence et la plus-value d'une instrumentation intégrée. Finalement, ce bilan doit permettre de dégager et de formuler des recommandations quant à la pertinence de l'élaboration d'une politique nationale canadienne en matière d'instrumentation d'ouvrage dans un objectif d'aide à la décision et quant à la pertinence de l'élaboration de normes visant les pratiques et les façons de faire en matière d'instrumentation d'ouvrages. En général, l'étude permettra de développer des capacités d'interopérabilité avec des technologies existantes et novatrices dans le but de satisfaire les besoins des maîtres d'ouvrage et des exploitants de ces installations.

Clairement, la surveillance de la santé structurale d'ouvrage fait appel à un ensemble de compétences et expertises diversifiées qui vont au-delà de la simple connaissance des capteurs et instruments de mesure. En effet, des connaissances approfondies dans le domaine du comportement structural d'un ouvrage ainsi que celui de ses composantes, dans le domaine de la dégradation des matériaux, dans le domaine de l'inspection et de l'évaluation structurale ainsi que

dans les domaines des technologies de mesures, du traitement des données et des communications sont requises.

C'est pourquoi un questionnaire, regroupant ces volets, a été élaboré et distribué à un ensemble diversifié d'acteurs (gestionnaires, exploitants, fournisseurs, etc.) afin de recueillir des informations sur les pratiques existantes en matière de surveillance et de télésurveillance des infrastructures de génie civil.

Une recherche bibliographique étendue a également été réalisée afin de consolider la base de connaissance acquise avec le questionnaire et de valider ainsi l'information recueillie. Cette revue bibliographique permet ainsi de prendre connaissance de l'état de l'art et des innovations récentes dans le domaine de la télésurveillance ; innovations qui auraient pu passer sous silence avec l'utilisation du questionnaire seul.

Questionnaire

Le questionnaire a été distribué à environ une centaine de personnes tandis que 30 questionnaires complétés ont été retournés à l'expéditeur. Le questionnaire proposé sur « les activités de télésurveillance des ouvrages de génie civil » est subdivisé en neuf parties distinctes afin de permettre aux répondants de s'attarder uniquement sur les volets propres à leur domaine de compétence. Ces neuf parties, identifiées de A à I, sont brièvement décrites dans les paragraphes qui suivent.

A. Coordonnées

Cette partie est indispensable pour des questions de gestion interne du questionnaire. Elle nous permet d'identifier les personnes responsables dans ce domaine d'activité et de pouvoir les remercier de leur participation en leur rendant accessibles les résultats du questionnaire.

B. Domaines d'activité

Dans cette partie du sondage, le domaine d'expertise du participant est identifié de même que l'importance du réseau ou des ouvrages sous la responsabilité de celui-ci.

C. Politique de surveillance

On entend par politique de surveillance, les pratiques et méthodes de chaque organisme répondant en matière de surveillance au sens générique du terme. Il s'agit d'une part de connaître l'importance de la télésurveillance dans le processus de surveillance et d'autre part d'identifier les risques sociétaux nécessitant de mettre en place un tel système de télésurveillance.

D. Ouvrage d'art et surveillance automatique

Dans cette partie du questionnaire sont identifiées les circonstances menant à la télésurveillance d'un ouvrage de même que les types de structures les plus susceptibles d'être munis d'un système de télésurveillance. Cette partie permet également de mettre en lumière les équipements les plus pertinents en termes d'utilisation et de fiabilité.

E. Système d'acquisition et de transfert pour la télésurveillance permanente

L'installation de capteurs sur un ouvrage nécessite un ensemble de matériel connexe. Cette partie du questionnaire s'intéresse à ce matériel ainsi qu'aux coûts engendrés par la mise en place d'une télésurveillance sur un ouvrage.

F. Traitements et analyses

Cette partie du questionnaire s'intéresse aux modes de traitements des données afin de valider, analyser et visualiser les entités mesurées.

G. Gestion

Cette partie du questionnaire s'intéresse aux expériences de gestion proprement dites des ouvrages à l'aide de la télésurveillance. Ici, il s'agit d'apprécier l'importance de l'apport de la télésurveillance sur la qualité du suivi d'un ouvrage au point de vue sociétale et économique.

H. Bibliographie

Le répondant est invité à faire part de références bibliographiques qu'il considère importantes en matière de télésurveillance des ouvrages.

I. Envoi

Le répondant est invité à retourner le sondage par un moyen électronique. De plus, il est proposé au répondant de recevoir les résultats de l'étude du sondage.

Résultats

Lors de la présentation au colloque, une synthèse des informations recueillies à l'aide du questionnaire sera présentée. Afin de dégager les éléments importants, ces résultats seront tantôt présentés en fonction de la catégorie des répondants (gestionnaires, fournisseurs, chercheurs) tantôt en fonction du continent d'origine du répondant (Europe, Amérique du Nord).

L'analyse des résultats donne des informations intéressantes sur les types d'ouvrages surveillés ou soumis à une télésurveillance, sur les risques associés à une surveillance, sur les paramètres ou entités physiques mesurées, sur les types et la fiabilité des capteurs, sur le type de traitement des données recueillies et le type d'analyse les plus utilisés et finalement, donne des éléments d'information sur les avantages techniques et économiques d'une télésurveillance.

Sur la base des informations recueillies par le biais du questionnaire et de la revue bibliographique, des recommandations sur la pertinence et l'opportunité de mettre en place une stratégie/politique de surveillance des infrastructures publiques dans un objectif de gestion sont proposées.

Remerciement

Cette étude à vue le jour grâce à l'initiative de Transports Canada, programme d'infrastructure de surface, qui souhaite s'impliquer au niveau de la recherche et du développement dans un objectif de maintien et de développement durable des infrastructures.

Le centre de recherche sur les infrastructures en béton (CRIB) remercie Transports Canada pour son soutien et la confiance témoignée pour la réalisation des travaux.

Les auteurs tiennent également à remercier les nombreuses personnes et collaborateurs ayant contribué à cette étude notamment les professeurs Patrice Rivard (Université de Sherbrooke), Jacques Marchand (Université Laval), Denis Mitchell (Université McGill) et Paul Gauvreau (Université de Toronto) ainsi que monsieur John Newton (Gifford, UK), le Dr Fujino (Université de Tokyo) et le Dr Livingston (Université du Maryland).