

# **SÉANCE DU COMITÉ TECHNIQUE**

29 septembre 2011 (matin)

## **COMITÉ TECHNIQUE D.3 PONTS ROUTIERS**

### **RAPPORT INTRODUCTIF**

## CONTENU

RÉSUMÉ GÉNÉRAL .....	3
MEMBRES DU COMITÉ ET PAYS AYANT CONTRIBUÉ AU RAPPORT .....	5
1. INTRODUCTION .....	7
1.1 Programme de la séance .....	7
2. TRAVAIL DU COMITÉ' .....	8
2.1. Agréation des inspecteurs, essai non destructif et évaluation de l'état des ponts .....	8
2.2. Grands ponts : gestion, évaluation de l'état, inspection et techniques d'entretien innovantes .....	9
2.3. Gestion d'un parc d'ouvrages.....	9
2.4. Adaptation au changement climatique .....	10
3. CONTRIBUTIONS INDIVIDUELLES.....	11
PROJET DE CONCLUSIONS .....	13

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

Les ponts routiers sont des infrastructures fondamentales dans les réseaux routiers tant nationaux, régionaux que locaux. Dans beaucoup de pays développés, des budgets significatifs ont été investis dans les infrastructures routières y compris les ponts, pendant la forte croissance économique après la seconde guerre mondiale. En raison de cette situation, beaucoup de pays développés font face, aujourd'hui, à un problème lié au vieillissement des ponts routiers. Les pays en voie de développement ont consacré leur investissement à l'infrastructure dans des années plus récentes et feront face ultérieurement à ce type de problèmes liés au vieillissement des ouvrages.

Diverses dégradations des dalles en béton armé, les fissures de fatigue des ponts en acier, l'attaque des ponts en béton par les chlorures et les réactions alcalis-granulats au sein des ponts en béton constituent les défauts les plus souvent rapportés. En outre, quelques pays ont une mission urgente liée à la réévaluation des ouvrages tenant compte de tremblements de terre de grande échelle.

Pour prendre en charge ces problèmes, les administrations des routes se sont dotées d'un système d'inspection des ponts. Ce système d'inspection impose des inspections périodiques réalisées à intervalles prédéterminés. Il comporte l'évaluation de l'état des ponts et la définition d'actions correctrices. Les résultats des inspections sont enregistrés dans un système de gestion des ponts contenant les caractéristiques structurelles et environnementales du pont aussi que l'historique des réparations et renforcements de l'ouvrage. Le système d'inspection initie le processus de gestion du patrimoine d'ouvrages avec pour objectif de réaliser l'entretien adéquat et le renforcement nécessaire pour accroître la durée de vie du pont. En outre, ce système permet une meilleure affectation des fonds limités pour réparer et reconstruire les ouvrages construits durant la période de forte croissance économique.

À la lumière de ce qui précède, l'agrément de l'inspecteur, les essais non destructifs, l'évaluation de l'état des ponts, les techniques innovantes d'entretien, et la gestion du stock de ponts sont des tâches importantes pour les administrations des routes.

Pour compliquer cette gestion du patrimoine de ponts, beaucoup de pays doivent faire face à des problèmes supplémentaires dus au changement climatique. Il est important d'identifier les spécificités des ponts routiers potentiellement affectées par le changement climatique. Le comité technique D.3 a recherché les impacts sur les ponts routiers a identifié les stratégies d'adaptation actuellement mises en oeuvre.

Le travail du comité technique D.3 pendant les quatre dernières années a été basé sur des informations collectées dans différents pays dans le monde grâce à des questionnaires. Trois groupes ont été établis au sein du comité technique D.3. Cinq enjeux assignés par l'AIPCR ont été étudiés par ces trois groupes et ont produit quatre rapports. Le programme de travail suivi par le comité technique D.3 est présenté au schéma 1.

Basé sur les quatre rapports établis par les trois groupes, la séance organisée par le Comité technique des ponts routiers, se décline en quatre parties comme suit :

- Agrément de l'inspecteur, essai non destructif et évaluation de l'état des ponts
- Grands ponts : gestion, évaluation, inspection et techniques innovantes d'entretien
- Gestion d'un parc d'ouvrages
- Adaptation au changement climatique

Tâches	Année 2008			Année 2009												Année 2010												Année 2011						
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
Réunion	X							X					X							X					X									X
Séminaire													X																					
Définition du plan de travail	X																																	
Préparation de la table des matières	X	X	X	X	X	X																												
Collecte des informations								X	X	X	X	X	X																					
Préparation d'un premier Projet de rapport													X	X	X	X	X	X	X	X														
Relecture																				X	X	X	X	X										
Rapport final																								X	X									
Traduction																										X	X							
Contrôle de la traduction																												X						
Envoi au secrétariat général de l'AIPCR																														X	X	X		

Schéma 1 : Programme de travail

En outre, pour favoriser la diffusion des connaissances et des idées au travers du monde, les personnes intéressées par l'inspection et l'évaluation de l'état des ponts routiers, des techniques innovantes d'entretien/réparation et la gestion du parc d'ouvrages, sont invitées à présenter leur information pendant la séance organisée par le comité technique D.3.

Quarante cinq résumés ont été soumis à la séance technique. Après l'examen des résumés par le comité technique D.3, il a été demandé à 32 auteurs de soumettre un article complet.

Ce rapport introductif donne une synthèse des thèmes principaux qui seront présentés et discutés lors de la séance du comité technique D.3 des ponts routiers.

Ces instructions sont destinées à la préparation des rapports d'introductifs du XXIV<sup>e</sup> congrès mondial de la route de 2011. Pour garantir la réalisation efficace des comptes rendus du congrès sous une forme facilement lisible, les auteurs doivent soumettre leur manuscrit en respectant strictement les instructions données. Votre respect de ces instructions est vivement apprécié.

## MEMBRES ET PAYS DU COMITÉ QUI ONT CONTRIBUÉ AU RAPPORT

Les membres et les pays du comité ayant contribué aux activités sont :

Satoshi KASHIMA, Japon	Président
Pierre GILLES, Belgique	secrétaire francophone
Brian HICKS, Canada	secrétaire anglophone
Pablo DIAZ SIMAL, Espagne	secrétaire hispanophone

### Groupe 1

Responsable

Borre STENSVOLD, Norvège

membre

Alessandro CONTON, Italie	membre correspondant
Brian HICKS, Canada	membre (secrétaire)
Gediminas VIRSILAS, Lituanie	membre
Malcolm T. KERLEY, Etats-Unis	membre Etats-Unis
Philipp STOFFEL, Suisse	membre
Ravi RONNY, Afrique du Sud	membre
Timo TIRKKONEN, Finlande	membre
Toma IVANESCU, Roumanie	membre
Victor POPA, Roumanie	membre

### Groupe 2

Responsable

Erica SMITH, Australie

membre

Alberto ASCENZI, Italie	membre correspondant
Alvaro NAVARENO ROJO, Espagne	membre
Andres TORRES ACOSTA, Mexique	membre
Dimitrios KONSTANTINIDIS, Grèce	membre
Géraldine VILLAIN, France	membre
Henrik NIELSEN, Danemark	membre
Janos KARKUS, Hongrie	membre
Kiyohiro IMAI, Japon	membre associé
Louis-Marie BELANGER, Canada Québec	membre
Maurizio LIEGGIO, Italie	membre
Pierre GILLES, Belgique	membre (secrétaire)
Vaclav HVIZDAL, République Tchèque	membre

### Groupe 3

Responsable

Thierry KRETZ, France

membre

Masahiro YANAGIHARA, Japon	membre
Pablo DIAZ SIMAL, Espagne	membre (secrétaire)

Pays ayant répondu au questionnaire préparé par le Groupe 1 :

Thème 3.4 :

Canada (Nouveau Brunswick, Ontario), Finlande, Allemagne, Italie, Japon, Lituanie, Afrique du Sud, Suisse, Etats-Unis

Thème 3.5 :

Belgique, Finlande, Allemagne, Italie, Japon, Lituanie, Norvège, Slovénie, Afrique du Sud, Suisse

Pays ayant répondu aux questionnaires liés aux thèmes 3.1 et 3.2 et préparés par le Groupe 2 :

Australie (Queensland, Australie du sud, Victoria, Australie occidentale), Belgique, Canada (Alberta, Nouveau Brunswick, Ontario), Canada Québec, Danemark, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Afrique du Sud, Espagne, Etats-Unis (Virginie)

Pays ayant répondu aux questionnaires liés aux thèmes 3.1, 3.2, et 3.3 et préparés par le Groupe 3 :

Australie, Belgique, Canada, Danemark, France, Allemagne, Grèce, Japon, Suède, Etats-Unis

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Programme de la séance

La séance est destinée à tous les propriétaires, ingénieurs, et techniciens chargés de l'inspection des ponts, des essais non destructif, de l'évaluation de l'état des ponts, et des techniques d'entretien innovantes y compris les ponts normaux et les grands ouvrages. En outre la gestion des parcs d'ouvrages et l'adaptation au changement climatique sont abordés. Pour échanger les connaissances et des idées au niveau mondial, ceux qui sont intéressés par l'inspection et à l'évaluation de l'état des ponts routiers, par les techniques innovatrices d'entretien/réparation, et par la gestion des parcs d'ouvrages, sont invités à participer.

La séance est structurée en trois parties :

- Présentation du travail du comité technique D.3

Rapport 1 : Agréation de l'inspecteur, essai non destructif et évaluation de l'état des ponts  
Rapport 2 : Grands ponts : gestion, évaluation, inspection et techniques innovantes d'entretien  
Rapport 3 : Gestion d'un parc d'ouvrages  
Rapport 4 : Adaptation au changement climatique

- Contributions individuelles

Pour partager les expériences et idées au niveau mondial, ceux qui sont intéressés par l'inspection et à l'évaluation de l'état des ponts routiers, les techniques innovantes d'entretien/réparation, et la gestion d'un parc d'ouvrages sont également invités.

32 résumés provenant du monde entier ont été sélectionnés pour soumettre un article complet.

## 2. LE TRAVAIL DU COMITE

### 2.1 Agréation de l'inspecteur, essai non destructif et évaluation de l'état des ponts

Le but du Thème D de l'AIPCR est d'améliorer la qualité de l'infrastructure routière par la gestion efficace des capitaux en accord avec les souhaits des utilisateurs et les exigences des responsables. Tandis que des nouvelles technologies et des développements sociaux et environnementaux augmentent la sphère d'intérêt des autorités routières, l'infrastructure et la gestion des capitaux demeurent leurs activités de base. Le besoin pour une utilisation plus efficace des fonds exige l'amélioration constante des techniques en termes de conception, gestion et entretien.

Le rapport a été rédigé pour satisfaire les enjeux suivants du plan stratégique du Comité D.3 :

- Enjeu D.3.1 - Inspections et méthodes d'auscultation non destructives
- Enjeu D.3.2 - Évaluation de l'état des ponts routiers

Le premier enjeu se rapporte aux méthodes non destructives employées dans le monde entier, à leurs usages, avantages et inconvénients, pour former un code de bonne pratique à publier. Le but est de produire une évaluation des techniques les plus efficaces pour des inspections structurales, identifiant les éléments clés du procédé et d'établir un rapport sur les techniques les plus efficaces pour l'auscultation de différents éléments structuraux, tenant compte des coûts, de la complexité et de la sécurité.

Le deuxième enjeu se rapporte aux procédures d'évaluation basées sur les inspections détaillées et sur la formation et l'agrégation des inspecteurs de ponts pour garantir tant l'uniformité des résultats et la sécurité des inspecteurs. Le but est de synthétiser l'information disponible sur les procédures d'agrégation visant à s'assurer que deux inspecteurs différents effectuant une inspection du même pont donneront des résultats similaires. En outre les procédures d'évaluation de l'état des ponts sont documentées.

Des données ont été rassemblées grâce à une recherche bibliographique et aux résultats d'un questionnaire envoyé aux autorités compétentes en gestion d'ouvrages d'art dans tous les pays membres du Comité technique D.3 – ponts routiers de l'AIPCR. Ce questionnaire a été envoyé par le groupe de travail 2 pour identifier les différents programmes d'agrégation des inspecteurs de ponts, les méthodes d'auscultation non destructives et les évaluations de l'état des ouvrages employés par les différents gestionnaires de réseaux routiers.

Un total de 22 réponses des administrations locales des routes dans 15 pays différents ont été reçues suite à l'envoi de ce questionnaire. Les données rassemblées pendant l'étude sont groupées, synthétisées, analysées et évaluées comme présenté dans le rapport final.

Le groupe 2 du Comité technique D.3 a achevé une étude qui présente et compare les procédures de qualification des inspecteurs des ponts routiers, les types de méthodes d'auscultation non destructives employées pour déterminer les caractéristiques principales des différents matériaux constitutifs des ponts et l'évaluation de l'état des ponts routiers dans différents pays ou régions. Ce sont des composantes très importantes dans un système de gestion d'un parc d'ouvrages pour assurer une gestion optimale des ponts et du patrimoine qu'ils représentent.



Les programmes de formation et d'agrégation des inspecteurs sont comparés en utilisant un certain nombre de critères dont les conditions d'accès, la durée et le contenu des cours et les méthodes de remise à niveau.

Les essais non destructifs sont classés par catégories pour différents types de matériaux et pour différents problèmes particuliers auxquels ils essayent d'apporter une réponse (par exemple détection des câbles cassés, détection de fissures ou dureté). Le but de la méthode est illustré avec des images de l'essai lui-même ou des exemples de résultats. Pour chaque problème, la comparaison est faite entre les différentes méthodes possibles. Des recommandations concernant la méthode d'essai non destructif la plus appropriée d'un point de vue précision, économie et sécurité, pour obtenir les caractéristiques recherchées, complètent la comparaison.

Des méthodes d'évaluation de l'état des ouvrages sont comparées en utilisant un certain nombre de facteurs comprenant les catalogues de défauts, les procédures d'évaluation de l'état, les scores/classements des éléments, le score/classement global du pont et l'utilisation de ces scores.

## 2.2 Grands ponts routiers : gestion, évaluation, inspection et techniques innovantes d'entretien

Afin de traiter les problèmes particuliers des grands ponts, le groupe 3 a préparé un questionnaire qui a été distribué entre les membres de l'AIPCR, avec les objectifs suivants :

- obtenir l'information sur l'entretien des grands ponts et l'évaluation de leur état ; une attention particulière étant donnée aux ponts haubanés et aux ponts suspendus ;
- obtenir l'information spécifique sur les techniques innovantes d'entretien et de réhabilitation ;

Le but du questionnaire est de rassembler des données sur différents grands ponts. Il a été adressé aux propriétaires de grands ponts, ou aux personnes ou compagnies responsables de leur entretien, ou aux compagnies concernées par les travaux de réhabilitation.

Le groupe 3 a reçu dix réponses relatives à la gestion de grands ponts spécifiques ainsi qu'une réponse au sujet de travaux de réhabilitation d'un grand pont suspendu. Cette information a été analysée et synthétisée et le rapport du groupe 3 sur la gestion des grands ponts comprend :

- une présentation des principes généraux de la gestion des grands ponts ;
- des études de cas comme exemples de bonnes pratiques ;
- des informations détaillées sur les méthodes innovantes d'entretien et les techniques de réhabilitation.

## 2.3 Gestion d'un parc d'ouvrages

Les ponts sont des éléments de valeurs et coûteux de l'inventaire de l'infrastructure de transport d'un pays. Quelques pays contrôlent leur inventaire au niveau national, d'autres au niveau provincial tandis que d'autres ont introduit des partenariats publics privés (PPP) à cette fin. Quelques pays ont des parcs d'ouvrages très étendus tandis que d'autres ont un nombre plus limité de ponts sous leur responsabilité. Dans les pays examinés, la majorité des ponts sont en béton sauf aux Etats-Unis et au Japon où les ponts en acier constituent une part substantielle de leur parc.

Indépendamment du nombre de ponts dans l'inventaire d'un pays, il s'avère que la plupart ont développé des systèmes de gestion des ponts. Ces systèmes incluent l'inspection, l'entretien, la réhabilitation et parfois la conception des ponts. Quelques pays réalisent eux-mêmes l'entrée des données dans le système tandis que d'autres recourent à des prestataires externes. La plupart des gestionnaires emploient leur système de gestion des ponts (BMS) pour définir les priorités dans leurs programmes d'entretien et de réhabilitation.

Le travail du groupe 1 du comité technique D.3 « ponts routiers » dans le cadre de l'enjeu D.3.4 « gestion des ponts en service » est d'évaluer les différentes approches employées pour définir les priorités entre les différents actes liés à la gestion des ponts, pour une plusieurs administrations des routes. Le groupe 1 a développé un plan de travail, préparé un questionnaire détaillé, analysé les réponses et justifié ses conclusions tant pour les petits et les grands ouvrages. Il a rajouté des commentaires sur les coûts et sur les aptitudes exigées pour la gestion.

Les réponses des pays soulignent plusieurs mesures qui pourraient aider dans la définition des priorités des projets de ponts. L'expérience et la formation des inspecteurs sont essentiels tant à l'exécution réussie de cette gestion qu'à la compréhension et à l'utilisation qu'il en est fait par les décideurs.

## 2.4 Adaptation au changement climatique

Le changement climatique est maintenant devenu un enjeu global et c'est pour cette raison que l'AIPCR l'a incorporé aux thèmes stratégiques et aux comités techniques pour le cycle 2008-2011. Des niveaux plus élevés de dioxyde de carbone ainsi que des émissions de gaz à effet de serre conduisent à une accumulation de chaleur dans l'atmosphère, ce qui avec le temps aura comme conséquence une élévation de la température de l'air de la terre. Cette variation de température va se propager dans les océans faisant ainsi monter le niveau de ceux-ci. Il y a déjà des signes de conditions climatiques extrêmes constatés dans certaines régions du monde conduisant à des événements tels la sécheresse, l'inondation, les ouragans, les tremblements de terre et les tsunamis. Les fréquences de certains de ces événements augmentent également.

Au sommet de Copenhague tenu en décembre 2009, un accord global sur le changement climatique n'a pas pu être conclu et donc il est vraisemblable que les niveaux actuels d'émissions vont continuer. Sous le thème stratégique D (qualité de l'infrastructure routière), des enjeux ont été retenus en rapport avec l'impact de ces conditions météorologiques extrêmes sur la conception des ouvrages et la gestion du patrimoine. En ce qui concerne les ponts routiers, il convient principalement de souligner les grandes variations de température jour/nuit conduisant à des variations dimensionnelles des ouvrages et la fréquence et l'intensité des précipitations (causant des inondations majeures).

Par conséquent, il est nécessaire de revoir les codes de conception existants par rapport aux périodes de retour des inondations, les périodes de retour des grands vents, l'intensité et la fréquence des tremblements de terre avec comme effets secondaires les glissements de terrain ou les tsunamis. Le contrôle des affouillements est également un aspect qui doit être considéré.

L'étude vise donc à étudier comment les différents pays définissent le changement climatique et les politiques qu'ils peuvent avoir mis en place, à rassembler tous les cas de conditions météorologiques extrêmes observées et si cela a conduit à un changement de méthodologie dans la conception des ouvrages. Les réponses ont été reçues suite à l'envoi d'un questionnaire qui a été diffusé aux différents pays. Ces réponses aideront à comprendre l'impact du changement climatique et son effet sur la conception, la construction et l'entretien des ponts.

Treize pays ou états de cinq continents ont répondu à cette étude, dont les réseaux s'étendent de quelques centaines à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres et avec un nombre substantiel des ponts. Généralement il y a des événements extrêmes dans beaucoup de pays avec pour résultat des pertes humaines et des dommages matériels à l'infrastructure. Cependant, il faut souligner que la plupart des pays ne peuvent pas préciser si ces événements sont une conséquence du changement climatique.

Les données rassemblées pendant l'étude sont synthétisées et les observations des différents pays sont commentées.

### **3. DIFFERENTES CONTRIBUTIONS**

Trente deux articles liés à l'inspection et à l'évaluation de l'état des ponts routiers, aux techniques innovantes d'entretien/réparation et à la gestion d'un parc d'ouvrages sont présentés pendant le congrès comme suit :

Système de gestion des ouvrages sur les autoroutes croates

Application d'un modèle de vulnérabilité pour des ponts au-dessus de canaux contre des inondations dans 100 cas sur le réseau routier espagnol

Gestion des ponts d'un réseau autoroutier en contrat de concession, résultats des récents développements et de leur application.

Amélioration de l'efficacité appliquée au système de gestion des ponts du réseau routier national en Espagne.

Introduction des méthodes non destructives d'inspection des autoroutes utilisant la vidéo haute définition et la thermographie infrarouge.

Résultats de recherches sur la surveillance à long terme de ponts routiers.

Renforcement de ponts en béton armé à l'aide de FRP

Étude sur la réduction des dispositifs de contrôle des vibrations au pont d'Akashi-Kaikyo.

Comportement des poutres hyperstatiques corrodées et réparées au mortier.

Déplacements et pression des terres sur les ponts intégraux et comparaison de différentes solutions mises en oeuvre pour le remblai arrière.

Directive finlandaise sur le cycle de vie des ponts.

Application des matières composites sur les structures de ponts.

Un cas d'amélioration de la durabilité à long terme d'un pont en béton précontraint utilisant du béton à haute performance.

Méthodes de renforcement en cisaillement longitudinal pour les ponts composites en béton armé.

Réparation sous-marine de piles en utilisant des FRP – état des connaissances

Site Web du système argentin de gestion des ponts

Pont de William R Bennett - une structure flottante à travers le lac Okanagan

Conception des ponts orthotropes avec revêtements bitumeux visqueux : essais de laboratoire et in-situ, modélisation et calcul éléments finis.

Instrumentation d'un pont haubané sur les autoroutes mexicaine : suivi de l'intégrité et des défauts de corrosions.

Essai de corrosion électrochimique dans deux piles.

Réseau de surveillance des ponts autoroutiers en Espagne

Performance des feuilles renforcées de bitume pour l'imperméabilisation des dalles de tablier de pont en béton suivant la normalisation européenne.

Ponts Stonecutters et Forth – approche holistique de la conception des grands ponts haubanés.

Pont de Baluarte

Etude des équations de ponts.

Analyse de la fiabilité structurale d'un pont haubané en utilisant la méthode de Monte Carlo.

Conception et stratégie du centre de surveillance des ponts et structures intelligentes du Mexique.

La technologie de la fibre optique pour la surveillance des ponts : application aux effets dynamique du trafic dans les ponts mexicains.

Comparaison de la contrainte dans la superstructure d'un pont établie avec un modèle analytique et mesurée sur site grâce à des capteurs à fibre optique.

Pont de Rio Papaloapan : Conception et application réussie de techniques spéciales d'investigation non destructive.

Plans d'entretien pour les ponts autoroutiers

Inspection de ponts routiers précontraints par tomographie ultrason 3D.

## PROJET DE CONCLUSIONS

Considérant le travail réalisé par le comité dans les cinq enjeux, un certain nombre de conclusions peuvent être présentées conformément aux quatre rapports :

- Concernant l'agrégation des inspecteurs, les essais non destructifs et l'évaluation de l'état des ponts

Le rapport produit par le Groupe 2 a été imaginé et rédigé pour satisfaire les enjeux du plan stratégique liés aux inspections et auscultations non destructives et l'évaluation de l'état des ponts routiers. Les deux enjeux sont intrinsèquement liés au but du thème D de l'AIPCR d'améliorer la qualité de l'infrastructure routière par la gestion efficace du patrimoine en accord avec les souhaits des utilisateurs les demandes des gestionnaires. L'infrastructure et la gestion du patrimoine demeurent le métier de base pour toutes les autorités des routes et le besoin d'une utilisation plus efficace des fonds exige l'amélioration constante des techniques de conception, de gestion et d'entretien du patrimoine.

### Agrégation des inspecteurs

Convaincu que l'inspection détaillée est la clef pour recueillir des informations au sujet de l'état d'un parc d'ouvrages, un cours de formation est considéré comme essentiel pour la qualification des inspecteurs. Ce processus éducatif, un cours théorique avec une formation pratique, est vu comme une exigence essentielle pour organiser une collecte de relevés d'inspections par différentes personnes de manière consistante.

Il est recommandé que l'inspection détaillée des ponts soit la responsabilité d'un ingénieur civil expérimenté et réalisée avec l'aide de techniciens spécialisés et des prestataires extérieurs avec une expérience appropriée. Le cours lui-même devrait être de 2 jours minimum, incluant la formation pratique sur site. Pour compléter la pleine agrégation des inspecteurs, il est recommandé de faire réaliser des inspections d'un certain nombre de ponts, de différents types et de les contrôler par une autorité responsable en ouvrages d'art. Un procédé de requalification est considéré comme une composante obligatoire de n'importe quel système de formation et d'agrégation pour assurer la continuité de la qualité du procédé d'inspection.

Dans un monde idéal, l'inspection de pont devrait être effectuée sur base d'un compagnonnage. Peut-être est-ce possible dans certains cas, mais avec la vitesse et les contraintes du monde actuel, les parcs d'ouvrages croissants et vieillissants et la baisse des budgets d'entretien, ce n'est plus faisable. C'est pourquoi un programme de formation d'inspection détaillée de qualité combiné avec un processus continu de contrôle de la qualité (comme un audit) et un processus de requalification, sont essentiels. Il est impératif de faire confiance ou d'avoir à un niveau élevé de confiance dans les données techniques initiales introduites dans le processus de gestion, car d'autres personnes vont s'appuyer sur celles-ci pour mener certaines analyses et prendre des décisions.

## Contrôles non destructifs

D'autres données d'inspection, au delà de celles fournies dans l'inspection visuelle détaillée, sont essentielles pour connaître l'état d'un parc d'ouvrages et pour prévoir des interventions judicieuses afin d'en améliorer l'état. Les contrôles non destructifs (CND) sont un outil pour que l'inspecteur de pont fournisse des informations fiables et quantitatives sur l'état de pont.

Des méthodes recommandées de CND sont proposées pour résoudre les divers problèmes rencontrés sur chaque matériau constitutif. Cependant, il convient de noter que la gamme des problèmes peut être très large et il est difficile de définir la meilleure méthode apte à couvrir tous les problèmes et situations. Bien que ces recommandations soient basées sur l'analyse des 22 réponses et donnent une bonne idée des techniques les plus efficaces, chaque organisation doit considérer ses propres besoins en rapport avec les coûts, la complexité, les équipements d'essais de laboratoire, la fiabilité des données, l'accès à des experts techniques et à des spécialistes en technologies, la portabilité des équipements et la disponibilité immédiate des résultats.

Indépendamment des recommandations et des choix faits par chaque organisation sur base de l'évaluation de leurs besoins, il est important de considérer que la plupart des méthodes de CND ne mesurent pas directement les grandeurs recherchées mais qu'il faut compter sur un calibrage et une validation des mesures afin d'en tirer des conclusions par rapport aux grandeurs utiles. Le recours fructueux aux CND exige l'appui de la hiérarchie, une formation étendue, un calibrage et un transfert de technologie. Ces considérations pratiques doivent être prises en considération si un CND doit être mis en œuvre avec succès. Par ailleurs, il faut souligner que beaucoup de méthodes de CND sont utiles seulement pour cartographier un pont permettant ainsi d'identifier les défauts et de prévoir la réalisation d'autres essais destructifs.

## Évaluation de l'état

L'évaluation de l'état des ponts est une part essentielle d'un système global de gestion de pont. Comprenant que l'inspection détaillée est la clef pour recueillir des informations au sujet de l'état d'un parc de ponts, l'évaluation de chaque élément de pont est considérée comme essentielle pour déterminer l'état global de pont. Une approche normalisée pour l'évaluation de l'état fournit alors un cadre logique et cohérent pour l'aide à la gestion et pour la communication des performances d'un parc d'ouvrages.

Les organismes doivent concevoir une procédure d'évaluation de l'état qui s'adapte à leurs besoins, mais certaines généralités peuvent être soulignées. Des catalogues de défauts sont considérés comme les moyens les plus efficaces d'assurer l'attribution non ambiguë des évaluations d'état. Les évaluations d'état devraient seulement être assignées aux éléments structuraux principaux avec des cotations d'élément caractérisant l'étendue et la sévérité des défauts ainsi que l'évolution de ceux-ci (dégradation) et la performance de l'élément en place. Il est recommandé qu'un système de cotation des éléments soit adopté pour tous les éléments et comportant cinq niveaux pour l'évaluation de l'état. Une évaluation globale calculée sur base d'une somme pondérée des évaluations des éléments est considérée comme la meilleure approche pour déterminer l'état global d'une structure.

Dans l'environnement actuel de budgets limités pour le remplacement et l'entretien des ponts, il est important d'avoir des données objectives pour pouvoir quantifier la dégradation de la santé d'un pont et démontrer que les travaux d'entretiens réguliers sont la solution la plus rentable.

L'utilisation des cotations d'état permet de rencontrer ces besoins. L'évaluation de l'état des ponts est aussi une base pour estimer les interventions nécessaires et pour en estimer les coûts.

Cependant, il est important de se rendre compte que les données d'inspection compilées dans les milliers de rapports sont les résultats d'un jugement humain. Les inspecteurs de pont jugent la performance, la stabilité et la performance structurale des éléments critiques pour l'attribution des cotations d'états. Pour cette raison il faut garder à l'esprit que même si les cotations globales sont déterminées par calcul et semblent donc objectives, elles se composent en fait de beaucoup de cotations subjectives d'éléments. Les principes derrière l'évaluation de l'état des ponts sont une bonne base pour faire avancer la connaissance dans la gestion de l'entretien. Cependant, l'utilisation de cotations d'éléments ou de cotations globales doit toujours être considérée comme un outil réservé au jugement individuel et expert de l'ingénieur à appliquer aux résultats pour définir les actions de gestion des ponts les plus efficaces.

- Gestion, évaluation de l'état, inspection et techniques innovantes d'entretien appliqués aux grands ponts routiers

Le rapport est basé sur les réponses reçues à un questionnaire envoyé par les membres du comité technique D3 de AIPCR, aux propriétaires et gestionnaires de grands ponts. Il décrit l'organisation de la gestion de 10 grands ponts, situés dans plusieurs pays et représentatifs de différents types de structures : ponts haubanés, ponts suspendus, ponts métallique à grandes poutres de formes variées (arche, poutre cantilever), grands caissons en béton postcontraint, poutres en acier ou en béton.

Pour la plupart des grands ponts, une autorité spécifique est responsable de sa gestion et les exigences de sûreté, de niveau de service et de durabilité sont plus rigoureuses que pour les ponts standard. Pour ce qui concerne la sûreté, il s'avère qu'une analyse de risque est faite implicitement ou explicitement pour prévoir et réduire les risques. Concernant les niveaux de service et la durabilité, il est nécessaire d'introduire les notions de « maintenance préventive conditionnelle » et d' « entretien préventif pour la durabilité » pour expliquer comment ces exigences sont prises en compte.

Afin d'agir préventivement et rencontrer les exigences de niveaux de service, il est nécessaire d'avoir une connaissance précise de la santé du pont. Dès lors, des procédures spécifiques d'évaluation et des systèmes de surveillance sont appliqués aux grands ponts, pour évaluer en continu ou périodiquement les matériaux constitutifs, les composants et le comportement de la structure.

Les grands ponts constituent un patrimoine très coûteux qui est construit pour une longue période. La notion même de cycle de vie est inadéquate pour de telles structures. En fait, nous devrions supposer qu'elles sont construites pour toujours. Les progrès récents dans les matériaux acier et béton et dans la connaissance de leurs processus de vieillissement permettent de considérer une durée de vie d'un millier d'années, plutôt que la centaine habituelle.

Mais pour cela trois conditions doivent être réunies :

- Une conception très soignée de la structure et du choix rigoureux des matériaux, basés sur une analyse de risque et sur l'intégration des contraintes de gestion, y compris le remplacement de tous les composants dont la durée est limitée
- Une bonne exécution

- Une approche moderne de gestion du patrimoine, basée sur le concept de la maintenance préventive comme décrit plus haut et sur l'utilisation des techniques intelligentes de surveillance pour fournir des informations précises sur les matériaux, les composants et la santé structurelle et sur leur évolution.

- Concernant la gestion d'un parc d'ouvrages :

Les ponts sont des éléments chers et coûteux du patrimoine de l'infrastructure de transport d'un pays. Par conséquent une approche systématique et complète pour gérer le patrimoine est essentielle tant pour le propriétaire que l'utilisateur.

Douze pays, états ou agences de cinq continents ont participé à l'étude en répondant au questionnaire développé par le comité. Concernant les budgets et en se basant sur des expériences internationales un taux d'environ 1 à 1.5% de la valeur de reconstruction du parc d'ouvrages, est recommandé pour l'entretien annuel et les activités d'inspection. Cette valeur habituelle n'a pas pu être prouvée par les réponses au questionnaire.

L'étude a prouvé également que des systèmes de gestion de pont (BMS) sont actuellement employés dans tous les pays répondant au questionnaire bien qu'ils gèrent des parcs d'ouvrages de tailles très différentes. Il peut donc être conclu qu'un BMS est un outil de gestion important pour utiliser au mieux les budgets lors de la prise de décisions nécessaires à la préservation du patrimoine de nos ouvrages.

Une utilisation efficace d'un BMS doit être basée sur la qualité de la méthode d'inspection et sur sa mise à jour. Par conséquent l'expérience et la formation des inspecteurs sont essentielles pour son implémentation réussie ainsi que pour la facilité de compréhension et d'utilisation par des décideurs.

Comme possible travaux futurs, le comité recommande d'étudier les rapports existants sur les BMS, particulièrement s'ils ont des développements vers la gestion du patrimoine.

- Concernant l'adaptation au changement climatique :

Le changement climatique est lié à des grandes périodes (décennies, siècles). Il semble être clair que les forces naturelles et les activités d'origine humaine influencent la gamme des effets principalement liés au changement climatique. De l'habituel jeu de questions-réponses montre il apparaît que pour des thèmes plus ou moins nouveaux de nouveaux chemins pour obtenir l'information doivent être testés. Les séminaires en collaboration avec des experts internationaux promettent de meilleurs résultats.

Définir les capacités des ponts à s'adapter aux effets du changement climatique est certainement le but des propriétaires de pont dans le monde entier, cependant les âges différents des ponts dans un parc d'ouvrages rendent très difficile de décider comment agir sur les ponts existants et comment concevoir les nouveaux. Des déficiences de structures existantes ne sont presque jamais provoquées uniquement par des effets du changement climatique, tandis que les règles de conception pour les nouvelles constructions ne traitent souvent pas des effets du changement climatique en tant que tel. Il semble être plus facile de développer des mesures préventives pour que les nouvelles constructions.

Néanmoins l'exposition au changement climatique mènera certainement à un besoin d'une compréhension plus profonde de différents effets provoqués par ce changement climatique sur les ponts. Ceci pourra être un autre travail à étudier lors du prochain cycle 2012-2015 de l'AIPCR.