

Évaluation des risques climatiques sur les infrastructures

Février 2013

Introduction

Il est fondamentalement évident que les changements climatiques présentent un risque important pour la sécurité des systèmes d'ingénierie et la sécurité publique au Canada et dans le monde. Les ingénieurs doivent donc aborder la question de l'adaptation aux changements climatiques dans le cadre de leur mandat premier, la protection de l'intérêt public, ce qui comprend la vie, la santé, les biens, les intérêts économiques et l'environnement. Les changements climatiques entraînent des changements importants dans les modèles statistiques météorologiques, ce qui déplace les fondements des données fondamentales de conception. Les réseaux d'infrastructure conçus à l'aide de ces données inadéquates sont vulnérables à la défaillance, ce qui met en péril la sécurité publique.

L'évaluation de la vulnérabilité de l'ingénierie/des risques constitue la voie permettant de s'assurer de tenir compte des changements climatiques dans la conception, l'exploitation et l'entretien des infrastructures civiles. Grâce à la détermination des composantes d'infrastructure extrêmement vulnérables aux impacts des changements climatiques, il est possible de mettre au point des solutions rentables d'ingénierie/exploitation.

Il s'agit d'un processus structuré, systématisé et bien étayé permettant aux ingénieurs, planificateurs et décideurs de recommander des mesures pour réagir aux vulnérabilités et aux risques dus à des changements provoqués par des phénomènes climatiques extrêmes et touchant des paramètres de conception climatiques et autres facteurs environnementaux particuliers. L'évaluation contribue à justifier des recommandations concernant la conception, l'exploitation et l'entretien et donne des résultats documentés qui remplissent les exigences de diligence raisonnable en matière d'assurance et de responsabilité.

À l'heure actuelle, les modèles de changements climatiques n'ont pas la granularité nécessaire pour les échelles propres à un endroit qui sont utilisées dans la conception technique d'éléments d'infrastructures. L'évaluation de la vulnérabilité de l'ingénierie/des risques offre une méthodologie reconnue réglant le problème des incertitudes inhérentes aux projections des changements climatiques. Elle permet de déterminer les vulnérabilités et les risques clés sous une forme permettant aux ingénieurs d'exercer leur jugement professionnel pour faire des recommandations concernant la conception, l'exploitation et l'entretien des infrastructures.

Le protocole d'ingénierie du CVIIP

Depuis 2005, Ingénieurs Canada dirige en collaboration avec Ressources naturelles Canada un projet qui vise à réaliser une évaluation nationale de la vulnérabilité, face aux

impacts des changements climatiques, de l'ingénierie des infrastructures publiques canadiennes existantes et prévues. Ce projet a reçu trois phases de financement du gouvernement canadien, et la phase la plus récente (appelée Phase III) s'est terminée en mars 2012.

L'un des principaux résultats de la Phase II, qui s'est terminée en avril 2008, était un processus ou outil d'évaluation formalisée du risque, appelé Protocole d'ingénierie du CVIIP (« le Protocole »). Depuis son développement et sa mise au point, cet outil a été utilisé avec succès dans 24 études de cas portant sur des infrastructures situées dans différentes régions du Canada (toutes ces études étaient terminées en septembre 2012). Cet outil est disponible gratuitement en vertu d'un contrat de licence avec Ingénieurs Canada.

Le Protocole permet de réaliser un examen systématique des données climatiques historiques et de projeter la nature, la gravité et la probabilité d'événements et de changements climatiques futurs, de même que la capacité d'adaptation d'éléments d'infrastructure individuels en fonction de leur conception, de leur exploitation et de leur entretien. Il comprend une estimation de la gravité des impacts climatiques sur les composantes de l'infrastructure (c.-à-d. leur détérioration, leur endommagement ou leur destruction) afin de permettre de déterminer les composantes présentant le plus de risques et la nature des menaces posées par l'impact du changement climatique. On peut se servir de cette information pour poser des jugements techniques éclairés sur les composantes qui doivent être adaptées ainsi que la façon de le faire, p. ex. par des ajustements conceptuels ou la modification des procédures d'exploitation ou d'entretien.

Le Protocole a été utilisé au Canada dans des études de cas d'éléments d'infrastructure appartenant à quatre catégories : les bâtiments, les systèmes d'eaux pluviales et d'eaux usées, les routes et les structures connexes (p. ex. : les ponts et les ponceaux) et les systèmes d'approvisionnement et de gestion des ressources en eau. Comme le Protocole peut être appliqué à tout type d'infrastructure civile, Ingénieurs Canada souhaite réaliser des études portant sur d'autres types d'infrastructures pour la suite du projet.

Publié au mois d'avril 2008 par Ingénieurs Canada, le rapport sur la première évaluation nationale de la vulnérabilité de l'ingénierie concluait la deuxième phase du projet. Ce rapport comprend, en annexe, les rapports des différentes études de cas, ainsi qu'une évaluation initiale des résultats collectifs des sept premières études. Ce rapport est disponible à l'adresse http://pievc.ca/f/doc_list.cfm?dsid=4

Depuis la publication de ce rapport, le Protocole et les résultats des études de cas analysés à la fois collectivement et individuellement ont été présentés lors de nombreuses conférences techniques et réunions de sociétés professionnelles portant sur les infrastructures, les changements climatiques et la gestion des actifs au Canada et aux États-Unis.

Ils ont également été présentés sur la scène internationale lors d'événements parallèles organisés par la Fédération mondiale des organisations d'ingénieurs en marge des réunions de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) à Bonn, en Allemagne, en juin 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012, ainsi qu'à la Banque mondiale en mai 2009, lors du Congrès mondial des ingénieurs à Brasilia, au Brésil, en décembre 2008, et à la réunion de l'UPADI (un organisme régional

d'ingénieurs de l'Amérique du Nord, de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud) au mois de septembre 2009.

Le Protocole et les résultats ont été présentés lors des conférences annuelles de l'Association canadienne des ressources hydriques, de l'Association canadienne des barrages, de la Fédération canadienne des municipalités, de l'Association des transports du Canada et de l'Association canadienne des travaux publics, dans le cadre des conférences AMERICANA et INFRA, ainsi qu'à l'American Water and Wastewater Association, pour ne citer que quelques exemples.

Des résultats plus récents ont été présentés lors d'une séance spéciale sur les changements climatiques dans le cadre du Congrès mondial des ingénieurs qui s'est tenu à Genève en septembre 2011.

Études de cas canadiennes

Les sept études de cas liées à l'évaluation de la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures réalisées au cours de la Phase I (avril 2008) sont les suivantes :

1. Ville de Portage la Prairie, au Manitoba – infrastructure d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux
2. Ville de Placentia, à Terre-Neuve – infrastructure de contrôle des eaux côtières
3. Grand Vancouver – vulnérabilité de l'infrastructure de collecte et d'épuration des eaux d'égout de Vancouver
4. Ville de Sudbury et ses environs – infrastructure routière et structures (ponts et ponceaux) dans l'ensemble de la ville
5. Ville d'Edmonton – pont Quesnell et infrastructure routière
6. Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest – infrastructure des fondations des bâtiments à l'aide de thermosiphons dans du pergélisol réchauffé
7. Campus de bureaux/laboratoires du gouvernement du Canada, Pré Tunney, Ottawa – vulnérabilité de l'infrastructure des bâtiments

Voici des exemples des principales vulnérabilités détectées et des mesures correctives recommandées dans le cadre de ces évaluations :

- Dans le cas du réseau d'eaux usées du Grand Vancouver, les égouts pluviaux, les collecteurs généraux et les égouts sanitaires principaux sont vulnérables à une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des pluies intenses. Ces résultats ont amené la Ville à réaliser des examens plus intensifs de l'ingénierie.
- À Placentia, à Terre-Neuve, les structures côtières sont vulnérables à une combinaison d'ondes de tempête accrues, de marées élevées et de pluies intenses.
- Les eaux pluviales et les eaux usées de même que les systèmes d'épuration des eaux sont vulnérables à des pannes d'électricité résultant des impacts des changements climatiques, p. ex., à de puissants phénomènes météorologiques locaux ou survenant à une certaine distance. Une mesure corrective recommandée consiste à assurer l'accès à une alimentation de secours adéquate.
- Les routes et ponts de Sudbury, ainsi que le pont Quesnell, sont extrêmement vulnérables à une augmentation de l'accumulation de glace et à des cycles de

- gel/dégel qui en accéléreront l'usure. L'intensification des chutes de neige à Sudbury exigera des ajustements aux procédures de déneigement.
- Le revêtement extérieur des bâtiments du Pré Tunney, à Ottawa, présente une vulnérabilité élevée aux variations dans l'intensité et la fréquence des chutes de neige et du vent.
 - Presque toutes les composantes d'infrastructure qui sont très vulnérables le sont en raison de l'accroissement de la fréquence et de la gravité de phénomènes météorologiques importants. Il faut instaurer de meilleures méthodes de suivi, de prédiction et de radiodiffusion de ces phénomènes.

Études de cas de la Phase III – D'avril 2009 à aujourd'hui

La Phase III avait pour objectif de réaliser de nouvelles études de cas dans les quatre catégories d'infrastructures dans des municipalités de taille petite et moyenne, ainsi que dans de plus grandes villes, et de refléter toutes les zones climatiques du Canada. Ces études contribuent à enrichir un référentiel de connaissances qui est en cours de développement à Ingénieurs Canada.

Les 24 études de cas ont été évaluées collectivement afin de déterminer la nécessité et les bases d'un examen des codes, des normes et des pratiques d'ingénierie pour les composantes qui sont les plus vulnérables aux changements climatiques. Les rapports d'évaluation sont disponibles sur le site Web.

Le tableau 1, qui peut être téléchargé séparément, présente une liste des études de cas terminées et en cours en date de février 2013. En février 2011, Ingénieurs Canada a élargi les types d'infrastructures pour englober les aéroports et les systèmes d'alimentation en électricité. De plus amples renseignements sur ces études de cas peuvent être obtenus sur demande auprès d'Ingénieurs Canada, aux coordonnées indiquées à la fin du présent document. La répartition géographique de ces études de cas par catégorie d'infrastructures est présentée sur la carte du Canada.

Études de cas réalisées et en cours



Formation et renforcement des capacités au Canada

De novembre 2009 à ce jour, Ingénieurs Canada, en partenariat avec ses ordres constituants, a donné 20 ateliers de formation d'une journée, dans les dix provinces et les deux territoires, à plus de 750 ingénieurs et autres professionnels. Ces ateliers commencent par une présentation sur le climat local (provincial/territorial) actuel et les projections futures, ainsi que sur les principes d'évaluation des risques qui constituent le fondement scientifique du Protocole. Après une première initiation aux étapes du Protocole, les participants forment de petits groupes pour faire des exercices et appliquer le Protocole à l'étude de cas d'une infrastructure. De plus, des présentations sur des études de cas terminées sont données par des conférenciers, ce qui conclut l'atelier d'une journée à l'horaire très chargé.

Ingénieurs Canada offre ces ateliers, sur la base du recouvrement des coûts, à des professionnels, des gestionnaires et des exploitants d'infrastructures dans des municipalités locales ainsi qu'à d'autres paliers de gouvernement.

Récemment, un premier atelier de formation a été donné en partenariat avec l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto, constituant ainsi la première étape d'une étude de cas des infrastructures de l'aéroport Pearson. En février 2012, Ingénieurs Canada s'est associé à la Fédération canadienne des municipalités pour donner un atelier d'une

journée juste avant la Conférence et le Salon professionnel sur les collectivités durables 2012 organisés par la Fédération à Ottawa. Le succès de cet atelier a mené à la planification d'autres ateliers conjoints dans plusieurs villes canadiennes.

Un cours plus long et plus complet axé sur des catégories particulières d'infrastructures est en développement, et un cours de formation destiné aux formateurs est également à l'étude. Il reste cependant que la meilleure approche est l'apprentissage pratique consistant à utiliser le Protocole pour évaluer une infrastructure existante ou planifiée.

Formation et renforcement des capacités à l'international

Ingénieurs Canada est membre de la Fédération mondiale des organisations d'ingénieurs, organisme international non gouvernemental dont le siège est à Paris et qui compte plus de 90 pays membres et représente plus de 15 millions d'ingénieurs dans le monde. Depuis novembre 2007, Ingénieurs Canada est l'hôte du Comité sur l'ingénierie et l'environnement de la Fédération mondiale et assure la présidence. Ce comité a entrepris la réalisation d'un plan stratégique pluriannuel, piloté par Ingénieurs Canada, qui est tout particulièrement axé sur l'adaptation des infrastructures aux impacts des changements climatiques.

Notre prise en charge de cet élément du plan stratégique nous a permis de donner des ateliers de formation sur les principes de l'évaluation des risques climatiques et d'initiation au Protocole. Ces ateliers s'apparentent, dans leur format et leur prestation, aux ateliers donnés au Canada. Ingénieurs Canada est heureux d'offrir ces ateliers, sur la base du recouvrement des coûts, à tout pays ou organisme intéressé.

Jusqu'à présent, une équipe de formateurs canadiens a donné des ateliers d'une durée variant entre une demi-journée et deux jours au Costa Rica, au Honduras, au Guatemala et au Panama. L'objectif de ces ateliers d'introduction était de sensibiliser les participants à la nécessité d'évaluer les risques climatiques sur les infrastructures et de leur faire connaître les outils offerts à cette fin. Des ateliers plus approfondis et des études de cas suivront, sous réserve de l'obtention du financement nécessaire, afin de renforcer les capacités et de permettre aux professionnels locaux d'entreprendre leurs propres évaluations indépendantes à l'aide du Protocole.

Application internationale du Protocole

En mars 2011, Ingénieurs Canada a réalisé, par l'entremise du Comité sur l'ingénierie et l'environnement de la Fédération mondiale des organisations d'ingénieurs, un projet de développement des connaissances et de renforcement des capacités en utilisant le Protocole pour réaliser une évaluation des risques climatiques sur les infrastructures au Costa Rica, en étroite collaboration avec le Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos du Costa Rica.

Dans le cadre de ce projet, appelé Projet Limon, le Colegio a collaboré avec l'autorité nationale responsable de l'approvisionnement en eau (AyA) et son service météorologique (IMN), formant ainsi l'Équipe Costa Rica, pour réaliser l'évaluation d'un système de collecte et de traitement des eaux usées à Limon, au Costa Rica. Grâce à une série d'ateliers de formation donnés sur les lieux, à des conseils techniques, à l'encadrement et au mentorat fournis par les formateurs canadiens, l'Équipe Costa Rica a réussi à utiliser le Protocole pour cerner les plus grands risques pour son système et

proposer des adaptations visant à en améliorer la fiabilité et la capacité compte tenu du climat actuel et des changements climatiques futurs. Ces trois organisations n'avaient jamais travaillé ensemble auparavant, mais à la fin du projet, elles ont présenté conjointement les résultats définitifs à de nombreux décideurs gouvernementaux, ainsi qu'à la haute direction de l'installation elle-même.

Ce projet a connu un tel succès qu'Ingénieurs Canada et le Colegio ont conclu un contrat de licence de trois ans qui permet au Colegio d'offrir le Protocole pour la réalisation d'évaluations au Costa Rica.

En janvier 2012, grâce au parrainage de la Direction générale des affaires internationales d'Environnement Canada, Ingénieurs Canada a entrepris un projet avec la République du Honduras et le Colegio of Civil of Engineers Honduras en vue d'évaluer la vulnérabilité de l'ingénierie de quatre ponts-routes aux changements climatiques. Le projet comprend un examen des politiques et des normes d'acquisition et de construction des ponts, ainsi que des recommandations afin que ces politiques et normes soient modifiées pour tenir compte – au moyen de références explicites – des risques climatiques. Ce projet se poursuit jusqu'à mars 2013.

Des efforts supplémentaires sont en cours pour faire mieux connaître le Protocole en Amérique centrale et en Amérique du Sud, au moyen d'ateliers d'initiation et de présentations.

Développement continu du Protocole

Ingénieurs Canada a terminé l'élaboration et les premiers essais d'un module de calcul des coûts basé sur le triple bilan. Ce module évalue, à l'aide d'une analyse multifactorielle comprenant les facteurs économiques, sociaux et environnementaux, les recommandations d'adaptation issues du protocole. Ingénieurs Canada offre cet outil en complément du protocole.

Prochaines étapes

Le Protocole a été appliqué avec succès au Canada, au Costa Rica et au Honduras (d'ici avril 2013). Au Canada, on poursuit les efforts pour entreprendre des études de cas supplémentaires qui permettront de constituer une base de connaissances dans chacun des quatre secteurs d'infrastructures. Des ingénieurs et des experts scientifiques canadiens évalueront la base de connaissances résultant de ces études de cas dans le but de peaufiner les recommandations visant l'examen des codes, des normes et des pratiques en matière de conception, d'exploitation et d'entretien des infrastructures afin de tenir compte des impacts des changements climatiques.

Le Protocole peut maintenant être utilisé pour évaluer tous les types d'infrastructures dans le cadre d'un contrat de licence gratuit avec Ingénieurs Canada.

Sur la scène internationale, Ingénieurs Canada continue à rechercher, par l'intermédiaire de la Fédération mondiale des organisations d'ingénieurs, de nouvelles occasions de donner des ateliers de formation et de réaliser des études de cas qui permettront aux pays participants de développer leurs propres capacités et d'appliquer le Protocole pour procéder à leurs propres évaluations et appuyer leurs décisions en matière d'adaptation.

Pour plus d'information, contacter :
M. David Lapp, P.Eng.
Gestionnaire, Exercice professionnel
Ingénieurs Canada
180, rue Elgin, bureau 1100
Ottawa (Ontario) K2P 2K3
613-232-2474, poste 240
david.lapp@ingenieurscanada.ca

www.ingenieurscanada.ca