



## **A Warm Welcome to Toronto and the 9th US & 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering 2010: Reaching Beyond Borders**

It is our pleasure to extend a warm welcome to you to Toronto. We are privileged to host this distinguished gathering in Canada.

This is a historic occasion for the Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and the Canadian Association for Earthquake Engineering (CAEE) to jointly host their national conferences on earthquake engineering: The 9th US National Conference and the 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. The conference theme is Reaching Beyond Borders, which recognizes that the earthquake hazard is not limited by borders and that effective seismic risk reduction and mitigation are international efforts without borders. It is also our pleasure to welcome members of the Tsunami Society International for holding the 4th International Tsunami Symposium at the same time and venue. Earthquakes and tsunamis represent significant hazards to both the United States and Canada, so it is natural to join together to understand and mitigate the risks to life and economy. The city of Toronto symbolizes the challenges we face in dealing with the central and eastern North American seismic hazard.

This conference has attracted international attention and participation. It is a truly reaching-beyond-borders event. Your contributions have created a very rich program, with 16 invited presentations and 780 technical papers (629 oral presentations) and (151 posters). The technical sessions cover many aspects of the discipline. We have

*continued on next page*



**André Filiatrault**  
Organizing Committee  
Co-Chair  
Professor, University at  
Buffalo, State University of  
New York, Department of  
Civil, Structural and  
Environmental Engineering  
Director, MCEER



**Ahmed Ghabarah**  
Organizing Committee  
Co-Chair  
Professor, McMaster  
University, Hamilton,  
Ontario, Department of  
Civil Engineering  
Consulting Chair in Design,  
Construction and  
Management in  
Infrastructure Renewal

### **Table of Contents**

General Information.....	3
Hotel Floor Plan .....	4
Downtown Toronto Map.....	5
Agenda-at-a-Glance.....	6
Special Events.....	7
Plenary Sessions.....	8
Committee Meetings.....	13
Field Trips .....	14
Exhibits.....	15
Sessions-at-a-Glance.....	21
Concurrent Sessions.....	25
Monday .....	25
Tuesday .....	34
Wednesday .....	47
Thursday .....	56
Poster Sessions.....	59
Monday .....	59
Tuesday .....	62
Wednesday .....	65
Author Index .....	69

## **Un Accueil Chaleureux à Toronto et à la 9ième Conférence Nationale et 10ième Conférence Canadienne de Génie Parasismique: Au-delà des Frontières**

Il nous fait plaisir de vous souhaiter la bienvenue à Toronto. Nous sommes privilégiés d'accueillir cette éminente assemblée au Canada.

Il s'agit d'une occasion historique pour le Earthquake Engineering Research Institute (EERI) et l'Association Canadienne du Génie Parasismique (ACGP) d'organiser conjointement leurs conférences nationales sur le génie parasismique: La 9ième Conférence Nationale et 10ième Conférence Canadienne de Génie Parasismique. Le thème du congrès est Au-delà des frontières, qui reconnaît que l'aléa sismique n'est pas limité par les frontières et que la réduction efficace des risques sismiques est un effort international qui ne connaît pas de frontières. Il est aussi notre plaisir d'accueillir les membres de l'International Tsunami Society pour la tenue conjointe de la 4ième Conférence sur les Tsunamis. Les séismes et les tsunamis représentent des risques importants pour les États-Unis et le Canada. Il est donc naturel de s'unir pour comprendre et atténuer les risques pour la vie humaine et l'économie. La ville de Toronto symbolise les défis auxquels nous sommes confrontés par l'aléa sismique du Centre et de l'Est de l'Amérique du Nord.

Cette conférence a attiré une participation internationale. C'est un événement scientifique important allant au-delà des frontières. Vos contributions ont créé un programme technique très riche avec 16 présentations invitées et 780 articles techniques (629 présentations orales) et (151 posters). Les séances techniques couvrent de nombreux

*suite à la page suivante*

# Welcome continued

a special session on Wednesday morning dedicated to the Haiti and Chile 2010 events. There are a few organized sessions addressing topics of general interest. The multidisciplinary aspects of earthquakes and tsunamis include engineering, earth sciences, seismology, social sciences, government and regulatory authorities, and economics, as well as earthquake preparedness, relief efforts, and post-disaster planning. We are delighted to welcome colleagues from 45 countries. In addition, we have over 30 state-of-the-art exhibitors.

This conference provides the opportunity for presentations of recent advances in knowledge and state-of-the-art research and practice in the field of earthquake and tsunami hazard mitigation. It also brings colleagues from many different parts of the world together, stimulates interest, and encourages cooperation. It is always great to see old friends, renew old acquaintances, and make new contacts.

We would like to acknowledge the outstanding and tireless efforts over a two-year period of the members of both EERI and CAEE as well as the colleagues who volunteered their time to serve on the various organizing subcommittees that made this event possible. We are indebted to the co-chairs of the Technical Program Subcommittee for shouldering the greatest burden to ensure the highest quality technical content of the program. The conference is made possible in part by the generosity of our co-sponsors. We would also like to thank "you," the participants, who have travelled long distances and who contributed to the technical program. Your valuable contribution is what first and foremost makes a conference successful.

Toronto is a beautiful and vibrant city with much to see and do. Again, we would like to extend a warm welcome to our friends and guests and wish you a rewarding technical and social conference experience and a very pleasant and enjoyable time in Toronto.



Ahmed Ghobarah  
Conference Co-Chair  
Co-Président de la Conférence

aspects de la discipline. Nous avons une session spéciale mercredi matin consacrée aux séismes d'Haïti et du Chili qui se sont produits en 2010. Il ya quelques sessions spéciales pré-organisées abordant des sujets d'intérêt général. Les aspects multidisciplinaires des séismes et des tsunamis comprennent l'ingénierie, la science, la sismologie, les sciences sociales, les réglementations des autorités gouvernementales, l'économie, ainsi que la préparation face aux tremblements de terre, les efforts de secours et la planification post-catastrophe. Nous sommes ravis d'accueillir des collègues de 45 pays. En outre, nous avons plus de 30 exposants.

Cette conférence est l'occasion pour la présentation des développements récents dans la connaissance et l'état de l'art de la recherche et de la pratique en vue de réduire les risques associés aux tremblements de terre et aux tsunamis. Elle réunit également sous un même toit de nombreux collègues de différentes parties du monde, stimule l'intérêt et encourage la coopération. Il est toujours agréable de retrouver de vieux amis, de renouveler de vieilles connaissances et de nouer de nouveaux contacts.

Nous tenons à saluer les efforts remarquables et inlassables au cours d'une période de deux ans des membres de ACGP et EERI et les collègues qui ont offert leur temps pour servir sur les différents sous-comités d'organisation qui a rendu cet événement possible. Nous sommes redevables aux co-présidents du sous-somité technique d'avoir assumé une charge de travail colossale en vue d'assurer la meilleure qualité possible du contenu technique du programme. La conférence est rendue possible en partie grâce à la générosité de nos commanditaires. Nous tenons également à remercier les participants qui ont parcouru de longues distances et qui ont contribué au programme technique. Votre précieuse contribution est primordial à la réussite de la conférence.

Toronto est une ville magnifique et dynamique qui a beaucoup à offrir à ses visiteurs. Encore une fois nous tenons à vous souhaiter la bienvenue ainsi qu'une conférence enrichissante et un plaisant séjour à Toronto.



André Filiatrault  
Conference Co-Chair  
Co-Président de la Conférence