

Comptes rendus  
du symposium sur

# Le Déluge du Saguenay

Sous la direction de

Jacques Locat  
Christiane Gagnon  
et  
Émilien Pelletier



*Baie Éternité, fjord du Saguenay, Québec, source: Post*

Tenu dans le cadre de

**Québec - 1998**  
*Carrefour des Sciences de la Terre*

Québec, Canada, 20 mai 1998

Comptes rendus du Symposium sur  
**Le Déluge du Saguenay**

Tenu à Québec, le 20 mai 1998  
Dans le cadre du  
*Carrefour des Sciences de la Terre*

Sous la direction de  
**Jacques Locat, Christiane Gagnon, et Émilien Pelletier**

## **Objectifs**

Ce symposium a permis de faire le point sur divers aspects reliés à cet événement catastrophique. Une attention particulière a été accordée à l'intégration d'éléments tels que les impacts humains (avant, pendant et après), les aspects météorologiques, hydrauliques (p. ex. comportement des digues et barrages, érosion), ainsi que l'analyse des risques naturels et de leurs conséquences sur le milieu. On aborde aussi les impacts environnementaux (terrestres et marins) et les aspects liés à la reconstruction et aux re-localisations. Le symposium a permis de réunir les principaux intervenants scientifiques impliqués lors de cet événement, et les chercheurs qui ont déjà commencé à étudier le phénomène sous ses divers aspects. Le symposium devrait déboucher sur des perspectives d'avenir dans le cadre de la Décennie internationale sur la réduction des désastres naturels (DIRDN), afin d'en tirer des leçons et des recommandations tant pour la recherche que pour les gestionnaires du risque.

## **Parrainage**

Le symposium sur le déluge du Saguenay a été parrainé par la Protection civile du Canada, le Ministère des transports du Québec, Patrimoine Canada - Parcs Canada, ainsi que par les compagnies Techmat et Cegertech.

## **Participation**

Le symposium a été inauguré par une présentation de M. Roger Nicolet, président de l'Ordre des ingénieurs du Québec et aussi ancien président de la Commission Nicolet sur le Déluge du Saguenay. Au total, plus de 90 personnes ont participé activement tant à la présentation des conférences, des affiches ainsi qu'à la table ronde qui a clôturé le symposium.

Au total, 30 communications ont été présentées lors du Symposium soit verbalement ou par des affiches. On retrouvera ci-après la liste des divers sujets abordés lors du symposium ainsi que le nom des divers auteurs.

## Sommaire des sujets abordés

Un des éléments importants de l'organisation de ce symposium était de rassembler tous les intervenants scientifiques, autant des sciences humaines que des sciences pures et appliquées. Sous cet angle, nous pensons que le symposium fut un vif succès. La nature des discussions de même que l'intensité des échanges lors de la table ronde ont clairement indiqué que cette formule était valable. Malgré les différences dans la provenance et la formation des divers intervenants, le débat fut très profitable pour tous. De plus, les sessions ont été organisées afin de favoriser les interactions (voir le programme du Symposium à l'Annexe 1).

La liste qui suit donne un bon aperçu de la diversité des interventions.

- La gestion des risques et la pratique de l'ingénierie : le cas du Saguenay. (R. Nicolet)
- La rivière Chicoutimi : parlez-moi d'une crue - perspective géographique de l'ensemble du phénomène (G.H. Lemieux)
- Conséquences des inondations sur la santé de la population : recension des écrits et présentation de cas-types (G. Lalande, D. Maltais, S. Robichaud, A. Simard et N. Simard)
- Geomorphic effects of the July 1996 flooding, Saguenay Region, Southern Québec, Canada (D.E. Lawrence et G.R. Brooks)
- Contamination du fjord du Saguenay : un sommaire des connaissances actuelles (E. Pelletier)
- Les dommages résidentiels des inondations-la leçon du Saguenay (M. Leclerc, J. Marion, M. Heniche)
- La gestion de la reconstruction suite aux pluies diluviennes au Saguenay (F. Morneau)
- Contribution of detailed surficial mapping in the reconnaissance of multi-event landslides in postglacial marine clays (S.J. Paradis, D. Perret, C. Bégin)
- Analyse à rebours de deux glissements de terrain survenus lors des pluies diluviennes de juillet 1996 au Saguenay (D. Demers, D. Robitaille, D. Perret, J. D'Astous)
- Coulées de débris rocheux survenues lors du déluge du Saguenay (A. Drolet)
- Apports sédimentaires dans le fjord du Saguenay : Conséquences d'une perturbation environnementale sur la composition et l'évolution des peuplements macrobenthiques (C. Nozais et G. Desrosiers)
- Impact du déluge de juillet 1996 sur la méiofaune benthique du fjord du Saguenay (G. Tita et G. Desrosiers)
- Traceurs micropaléontologiques et géochimiques des changements environnementaux récents dans le fjord du Saguenay (R. Devillers, V. Loucheur, S. Marmen, A. Bertini, A. de Vernal, C. Hillaire-Marcel, G. Bilodeau, J. Leduc et G. St-Onge)

- Thorium isotope systematics in box cored sediments from the outlet of the Baie des Ha! Ha!, Saguenay Fjord (Eastern Canada) (J. Savard, B. Ghaleb, D. Zhang et C. Hillaire-Marcel)
- Le déluge du Saguenay : évolution géochimique des sédiments dans la Baie des Ha! Ha! (Fjord du Saguenay) (B. Deflandre et J.-P. Gagné)
- Contamination du fjord par les butylétains (S. Robillard, E. Pelletier et R. St-Louis)
- Comparaison des sondages multifaisceaux réalisés en 1993 et 1997 dans la partie amont du fjord du Saguenay : analyse préliminaire de la couche de 1996 et d'éléments géomorphologiques (J. Locat, E. Kammerer, N. Doucet, J. Hughes-Clarke, L. Mayer, F. Maurice, E. Boulanger et P. Simpkin)
- Structure d'une séquence de dépôt analysée par tomodesitométrie - exemple de la séquence mise en place après les crues de 1996 (J.-F. Crémer, B. Long et J. Locat)
- Consolidation de la couche 1996 recouvrant les sédiments contaminés du secteur de la Baie des Ha! Ha! en juillet 1996 (F. Maurice, J. Locat, S. Leroueil, R. Glavez-Cloutier et R. Therrien)
- Grands traits du programme de recherche sur l'inondation (GRIR, UQAC) (C. Gagnon)
- Planification et gestion de la reconstruction post-diluvienne au Saguenay (M.-U. Proulx)
- Les leçons apprises et non apprises encore de la catastrophe du Saguenay pour la sécurité civil (T. Pauchant, P. Cazalis et D. Parent)
- La rivière des Ha! Ha!, épiceutre du déluge : les aspects géotechniques (J. Vallée)
- Particulate and colloidal + dissolved species within the water column of the Saguenay fjord : perturbations? (S. Alpay, A. Mucci et C. Hillaire-Marcel)
- L'utilisation du piézocône lors de la crue de juillet 1996 au Saguenay (R. Bouchard)
- Typologie des glissements de terrain provoqués par les fortes pluies de la mi-juillet 1996 au Saguenay/Lac St-Jean (D. Perret, C. Bégin et D. Demers)
- L'état de stress post-traumatique : l'après déluge au Saguenay (M. Fortin, C. Auger, S. Latour et M. Trudel)
- Analyse de la crue sur la rivière Chicoutimi et ses conséquences géomorphologiques (M. Heniche, M. Leclerc, Y. Secretan, P. Boudreau et M. Lapointe)
- Performance de la couche de sédiments du déluge de 1996 recouvrant les sédiments contaminés du fjord du Saguenay : une occasion de développement technologique (J. Locat, G. Desrosiers, A. de Vernal, J.-P. Gagné, R. Galvez-Cloutier, Y. Gratton, P. Hill, C. Hillaire-Marcel, B. Long, A. Mucci, E. Pelletier, P. Simpkin et R. Therrien)

## Principales leçons

La lecture des résumés fournis ci-après devrait permettre de se faire une bonne idée des principales leçons techniques tirées de cette expérience. Lors des périodes de questions ainsi que lors de la table ronde, plusieurs interventions ont été faites. Voici un sommaire des principaux éléments qui sont ressortis des divers échanges.

- Un des éléments qui ressort de cet exercice est le besoin fondamental de connaissances et d'information et cela tant pour le public que pour les décideurs. Dans son introduction, M. Nicolet a clairement placé le débat dans l'axe de la gestion du risque lequel ne peut se faire adéquatement que par une communication et des échanges fréquents avec les populations impliquées.

- Le drame humain du déluge du Saguenay est peut-être moins évident mais il persiste encore dans le comportement de plusieurs des personnes affectées par l'événement.
- Malgré des conditions difficiles, la reconstruction des infrastructures dans la région du Saguenay s'est effectuée rapidement et sommes toutes harmonieusement.
- Le déluge est sûrement un phénomène exceptionnel, mais le secteur où il s'est produit est celui où on retrouve régulièrement de fortes précipitations.
- Le fjord du Saguenay a subi un impact important par l'apport majeur de nouveaux sédiments. Toutefois, ces derniers pourraient s'avérer bénéfiques en recouvrant une bonne partie des sédiments contaminés présents dans le fjord.
- Favoriser d'autres échanges inter-disciplinaires de ce type.

À la lecture des résumés qui suivent on pourra constater l'ampleur des études et des travaux qui sont en cours dans cette région. Chacun pourra même tirer ses propres leçons. Nous croyons qu'il serait important de revoir la situation dans cette région dans un futur pas trop éloigné (3 à 5 ans).

## **Remerciements**

L'équipe qui a dirigé l'organisation du *Symposium sur le déluge du Saguenay* tient à remercier les divers organismes qui ont soutenu financièrement cette activité. Le soutien financier que nous avons reçu va nous permettre de préparer une publication additionnelle qui va regrouper des contributions plus importantes (résumés longs). Ce document, en préparation, devrait être disponible en 1999. Nous voulons aussi remercier les organisateurs de Québec 1998 – Carrefour des Sciences de la Terre pour nous avoir permis la tenue de ce symposium dans le cadre de leurs activités.

## **Comptes rendus des participants**

### **LA GESTION DES RISQUES ET LA PRATIQUE DE L'INGENIERIE : LE CAS DU SAGUENAY**

NICOLET, Roger, ing, Ordre des ingénieurs du Québec, 2020, rue Université, 18<sup>e</sup> étage, Montréal, QC, H3A 2A5.

Dans la pratique de leur profession, les ingénieurs sont en contact quotidien avec la technologie et les éléments naturels. Ils sont appelés à en gérer la conjugaison pour le bénéfice de la société. Même si la sécurité absolue est un mythe, l'ingénieur, plus que tout autre professionnel, doit prendre des décisions impliquant un arbitrage entre l'absence de risque et le coût des installations. Le cas du Saguenay illustre que la combinaison d'éléments naturels et de technologies peut conduire à des catastrophes sans précédents si cette synergie n'est pas maîtrisée ou est incomprise et sous estimée. Ce cas d'espèce illustre en outre fort bien qu'il ne suffit pas de déterminer les différentes catégories de risque, mais aussi d'identifier les effets synergiques entre les différents éléments à risque. Des événements à faible probabilité doivent être considérés lorsque les conséquences de défaillances systémiques hypothétiques comprennent la mort des personnes et la destructions massive des biens publics ou privés. Le « déluge du Saguenay » montre, bien sûr, que des mesures de prévention des risques sont nécessaires de façon à mettre l'accent sur la sécurité des communautés et des personnes. Il montre toutefois que les risques encourus par les communautés devraient leur être clairement communiqués et expliqués. La participation des populations concernées est la meilleure garantie que les arbitrages seront compris puis acceptés. Une démarche de vulgarisation prépare en outre à une gestion efficace des crises et de ses séquelles. Dans cette perspective, il est souhaitable d'améliorer grandement la relation entre les autorités publiques, les communautés et les experts. Dans une société de droit comme la nôtre, le cadre juridique revêt une importance primordiale. Une mise à jour de la Loi sur le régime des eaux s'impose.

### **LA RIVIERE CHICOUTIMI : PARLEZ-MOI D'UNE CRUE, PERSPECTIVE GEOGRAPHIQUE DE L'ENSEMBLE DU PHENOMENE**

LEMIEUX, Gilles-H. Laboratoire de Télédétection, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boul. de l'Université, Chicoutimi, QC, G7H 2B1, tlemieux@videotron.ca

Causes, conséquences and leçons : Les 19, 20 et 21 juillet 1996, des pluies diluviennes se sont abattues pendant plus de 50 heures sur le grand bassin versant de la réserve faunique des Laurentides au nord de la ville de Québec dans l'est de l'Amérique. Ces pluies ont occasionné, par le gonflement des eaux, la transformation biophysique de forêts, de sols, de nappes d'eau souterraines, de lacs et de rivières et du même coup détruit les structures routières et les établissements urbains situés près des cours d'eau ou sur les plaines d'inondation. Le présent cédérom sur l'analyse de la crue de la rivière Chicoutimi, témoignage bref et sans prétention, amène bien humblement une perspective géographique et historique

sur l'ensemble du phénomène afin de remettre l'événement dans son contexte global (temporel et spatial) nord-américain et aider peut-être à mieux comprendre l'expérience vécue. Ce reportage scientifique permet, en soulignant quelques leçons à tirer de la catastrophe, de mieux l'accepter et de la minimiser à l'avenir.

## **CONSEQUENCES DES INONDATIONS SUR LA SANTE DE LA POPULATION : RECENSION DES ECRITS ET PRESENTATION DE CAS-TYPES**

LALANDE, Gilles, MALTAIS, Danielle, ROBICHAUD, Suzie, SIMARD, Anne et SIMARD, Nathalie. Université du Québec à Chicoutimi, 555 boul. de l'Université, Chicoutimi, QC, G7H 2B1

Le sinistre de juillet 1996 a affecté bon nombre d'individus. Plus de 16 000 personnes ont été évacuées et 7 000 familles ont vu leur maison ou leur quartier subir des dommages importants. Jusqu'à maintenant, on possède beaucoup d'informations sur les conditions climatiques à l'origine de ce sinistre et sur les conséquences des inondations sur l'aménagement du territoire. Peu de chercheurs québécois se sont toutefois penchés sur les effets que les inondations ont eus sur la santé des sinistrés. Toutefois des chercheurs américains se sont penchés sur les effets de plusieurs types de traumatismes collectifs. Dans ces études, les chercheurs révèlent que la présence de séquelles psychologiques est fréquente chez les populations exposées à des sinistres (Bravo *et al.*, 1990; Green *et al.*, 1992). Certains auteurs ont noté une augmentation de symptômes dépressifs et somatiques, la présence de détresse émotionnelle et une hausse de l'anxiété. Certaines victimes d'inondations, comme celles de Buffalo Creek ont présenté, 14 ans après l'événement, des désordres psychologiques divers : phobies, troubles de panique, agoraphobie. Cette communication vise à présenter de façon succincte les effets que peuvent avoir des inondations sur la santé bio-psychosociale des individus. Les informations que nous présenterons proviennent d'une recension exhaustive de la littérature et de comptes-rendus d'entrevues en profondeur réalisées auprès d'une trentaine de sinistrés regroupés en quatre groupes distincts en fonction des dommages subis à leur demeure (perte totale, dommages majeurs, dommages moyens et dommages mineurs). Les présentateurs feront le lien entre la théorie et la pratique en présentant les similitudes et les différences entre les résultats de la recension des écrits et ceux de l'analyse qualitative des entrevues.

### *Références*

Bravo, M. *et al.* (1990). "The psychological sequelae of disaster stress prospectively and retrospectively evaluated". *American Journal of Community Psychology*, 18(5), 661-680.

Green, B.L. *et al.* (1992). "Chronic posttraumatic stress disorder and diagnostic comorbidity in a disaster sample". *Journal of nervous and mental disease*, 180(12), 760-766.

## **FLUVIAL GEOMORPHIC EFFECTS OF THE JULY 1996 FLOODING, SAGUENAY REGION, SOUTHERN QUEBEC, CANADA**

LAWRENCE, D.E., and BROOKS, G.R., Geological Survey of Canada, 601 Booth Street, Ottawa, ON, K1A 0E8

On July 18-21, 1996, a major storm system stalled over the mouth of the St. Lawrence River and dropped record amounts of rain causing widespread flooding in southern Quebec. Flooding was particularly severe along river systems located south of the Saguenay-Lac Saint Jean area, where in excess of 200 mm of rain fell within a 36-hour period. Flooding along four rivers caused major geomorphic changes, the severity of which varied considerably: from river to river and from reach to reach along individual rivers. Along Rivière aux Sables and Rivière Chicoutimi, the flood waters overtopped a number of small dams causing dramatic, yet localized, lateral bank erosion and incision. Major lateral channel erosion and avulsions occurred along the lower 10 km of Rivière à Mars causing extensive damage within the floodplain and on terraces along the valley bottom. The worst flooding in the region, relative to the size of the drainage basin, occurred along Rivière des Ha! Ha!, where overtopping and erosion of an earthfill dyke caused the rapid drainage of the Lac Ha! Ha! reservoir, compounding the effects of the flooding from the rainstorm. Over a distance of 35 km from Lac Ha! Ha! to the river mouth, flood water ravaged the valley bottom causing moderate to major channel widening and incision along relatively steeply sloped reaches, and major sedimentation (up to several metres) along more gently sloped reaches and at the river mouth. Overall, the July 18-21, 1996 flooding damaged or destroyed infrastructure (bridges, dams and roads) and numerous homes, and seriously impaired a number of major industries, making this one of Canada's most costly natural disasters.

## **CONTAMINATION DU FJORD DU SAGUENAY : UN SOMMAIRE DES CONNAISSANCES ACTUELLES**

PELLETIER, Émilien. Institut national de la recherche scientifique (INRS-Océanologie), 310 allée des Ursulines, Rimouski. QC, G5L 3A1, emilien\_pelletier@uqar.quebec.ca

La contamination des eaux et des sédiments du fjord du Saguenay a fait l'objet de nombreuses études depuis une trentaine d'années. À la suite de la découverte de concentrations importantes de mercure dans la crevette nordique, *Pandalus borealis*, au début des années soixante-dix, plusieurs campagnes d'échantillonnage successives menées au départ par Pêches et Océans Canada et l'Université Laval et plus tard par l'Université du Québec à Chicoutimi, le Centre océanographie de Rimouski et l'Université McGill, ont montré la présence dans les sédiments du fjord et dans les organismes qui y vivent non seulement du mercure mais aussi de plusieurs autres métaux traces, comme le cadmium et le zinc. L'application à partir de 1972 d'une législation canadienne plus sévère en matière de rejets industriels en milieu hydrique a eu pour effet direct la réduction très sensible de la contamination par le mercure à partir de 1975, réduction qui a conduit à une diminution importante du mercure dans les crevettes et les autres organismes benthiques au cours des années suivantes. D'autres travaux initiés par l'Université du Québec à Chicoutimi au début des années quatre-vingt et poursuivis ensuite par Pêches et Océans



Canada et le Centre océanographique de Rimouski ont permis de mettre en évidence une contamination importante des sédiments du fjord par de nombreux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains ont un potentiel cancérigène. Ces composés ont pour origine la combustion du bois et du pétrole ainsi que certains procédés industriels utilisés dans la région d'Arvida. Tout comme pour le mercure, l'introduction par l'industrie de nouveaux procédés moins polluants au cours des années soixante-dix et quatre-vingt a permis une réduction substantielle de l'apport de ces substances dans le fjord. Enfin, notons que des travaux récents menés conjointement par Pêches et Océans Canada et le Centre océanographique de Rimouski ont permis de déceler la présence de nombreux composés organochlorés (BPC, dioxines, furannes, DDT, DDE, BHC et autres) dans les sédiments et les organismes du fjord. On constate cependant une contamination très faible par ces composés, contamination attribuable surtout aux transport atmosphérique et généralement plus faible que celle de l'estuaire du Saint-Laurent. Les pluies catastrophiques de juillet 1996 ont contribué à l'enfouissement de tous ces contaminants sous plusieurs cm de boue et de sable dans la baie des Ha! Ha! et une partie du bras Nord. Les travaux de recherche en cours permettront de déterminer si cet enfouissement est définitif ou simplement temporaire.

## **LES DOMMAGES RESIDENTIELS DES INONDATIONS - LA LECON DU SAGUENAY**

LECLERC, Michel, MARION, Joëlle, et HENICHE Mourad. Institut national de la recherche scientifique-Eau (INRS-Eau), C.P. 7500 Sainte-Foy (QC), G1V 4C7, Michel\_Leclerc@inrs-eau.quebec.ca

Suite aux crues du Saguenay en juillet 1996, la reconstruction des barrages sur les rivières en aval du lac Kénogami ainsi que l'établissement de plans de gestion des débits et des niveaux d'eau sur ces plans d'eau sont des problématiques qui requièrent la prise en compte des dommages qui pourraient résulter de la réédition de crues extrêmes comme celles de juillet 1996 au Saguenay. Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec a donc confié à l'INRS-Eau le mandat d'établir pour les rivières Chicoutimi et aux Sables et le lac Kénogami une relation fonctionnelle entre les dommages résidentiels qui seraient causés par différentes crues potentielles, et le débit ou le niveau d'eau de ces événements. L'évaluation des dommages s'est limitée dans un premier temps au parc résidentiel, permanent ou saisonnier. Bien qu'importantes, les autres catégories de dommages comme ceux aux infrastructures ou aux rivières elles-mêmes n'ont pas été prises en considération à cette étape. L'approche appliquée repose sur une définition résidentielle géoréférencée des dommages d'inondation. La variable explicative est la profondeur locale de submersion. Selon le contexte, cette variable est définie par des mesures, ou à l'aide de la modélisation hydrodynamique 2D (modèle HYDROSIM). La topographie des régions inondables a été établie par photogrammétrie et traitée avec le logiciel MODELEUR. Concernant les dommages, les données originales de dédommagement suite au déluge de 1996, et les données d'évaluation municipale pour chaque propriété ont servi de base (variable dépendante) pour établir des relations avec l'hydraulicité. Quatre relations ont été établies entre les dommages d'inondation et la submersion : les groupes de résidences sans et avec sous-sol et ayant une valeur inférieure ou supérieure à 50 000\$. Des courbes de dommages résidentiels cumulatifs pour les

trois unités hydrographiques ont été élaborées en fonction de leur hydraulité. Le futur plan de gestion du lac Kénogami peut emprunter différentes logiques de partage évoquées dans cet

article : le statu quo (1/3-2/3) inspiré du plan de gestion actuel, les logiques économique, de l'équité, de l'hydraulicité naturelle, ainsi que celle des limites de conception des ouvrages de génie.

## **LA GESTION DE LA RECONSTRUCTION SUITE AUX PLUIES DILUVIENNES AU SAGUENAY**

MORNEAU, François. Bureau de la reconstruction - Ministère des transports du Québec, 700 boul. René Levesque est, 14<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1R 5H1, f.morneau @sympatico.ca

Les pluies diluviennes de juillet 1996 ont eu des conséquences désastreuses sur la région du Saguenay Lac-St-Jean et dans le nord-est québécois. Dix personnes ont perdu la vie et 16 000 personnes ont dû être évacuées. La plupart des routes sont devenues impraticables à causes des glissements de terrains, et de l'érosion fluviale. Plusieurs ponts et voies ferrées et digues de barrages ont été détruits par la force des eaux. Plus de 600 maisons ont été détruites et 850 gravement endommagées. Le coût global du sinistre s'élève à plus d'un milliard de dollars. Dans un premier temps, dès les premiers jours suivant les pluies diluviennes, un groupe interministériel a produit un plan d'action visant à établir les lignes directrices de la reconstruction dans les zones dévastées par les rivières. Trois semaines après les pluies, les municipalités et les grandes entreprises ont été conviées à des rencontres où les orientations gouvernementales relativement à la reconstruction leurs étaient présentées. Lors de ces rencontres, différentes cartographies préliminaires des zones dévastées ont été présentées afin de sensibiliser les différents intervenants à ne pas reconstruire dans des zones à risques. La problématique de reconstruire dans des plaines inondables dévastées, marquées par une dynamique fluviale très active, a exigé une mise à jour de la cartographie des "nouvelles" plaines inondables. Au niveau des zones sensibles aux mouvements de sols, des cartographies géotechniques préliminaires ont aussi été rapidement préparées et présentées aux municipalités situées dans des secteurs vulnérables. Suite aux rencontres avec les municipalités, des visites sur le terrain avec les responsables municipaux et une équipe interdisciplinaire gouvernemental ont permis d'établir à maints endroits des scénarios de réaménagement et de reconstruction. Toutefois le long des rivières fortement déstabilisées et notamment au niveau des embouchures, la reconstruction des infrastructures s'avérait extrêmement délicate. Des comités de bassin ont été formés pour les rivières Ha! Ha!, à Mars et St-Jean afin d'établir un diagnostic global et de s'entendre sur les interventions à réaliser. Un programme de restauration des rivières a été mis sur pied dans le but principalement de stabiliser les rives et de redonner un équilibre hydrosédimentologique aux rivières afin d'éviter des opérations récurrentes de dragage aux embouchures. La reconstruction de certaines zones dévastées au Saguenay a constitué une occasion extraordinaire d'expérimenter un nouveau mode de gestion et d'aménagement du territoire où l'interdisciplinarité, le travail d'équipe et les communications publiques étaient requis afin d'établir rapidement des solutions viables et durables pour ces milieux.

## **CONTRIBUTION OF DETAILED SURFICIAL MAPPING IN THE RECONNAISSANCE OF MULTI-EVENT LANDSLIDES IN POSTGLACIAL MARINE CLAYS**

PARADIS, S.J., PERRET, D., and BÉGIN, C. Geological Survey of Canada, Centre géoscientifique de Québec, 2535 boul. Laurier C.P. 7500 Sainte-Foy (QC), G1V 4C7 paradis@gsc.nrcan.gc.ca

Landslides in the Chicoutimi-La Baie area, central Québec, have been mapped at two main scales: a local detailed scale (1:1 000) for urban engineering and geotechnical purposes and a more regional scale (1:50 000) for earth scientists and land use planners. However, systematic surficial mapping using black and white aerial photographs at a scale of 1:15 000 has proven to be a more efficient method to investigate and understand the complex history and distribution of multi-event landslides. These landslides occur in thick marine clays that were deposited in Laflamme Sea between about 10 250 and 8 500 years B.P. Marine regression has left a series of stepped marine terraces at elevations ranging from 160 m down to modern shores of the Saguenay fjord. Detailed cartography shows that the regional scale (kilometric) landslide scars are laterally associated to some marine terraces and that a robust relative chronology can be established for large sets of landslides mainly on the basis of the staircase distribution of multi-scale scars.

## **ANALYSE A REBOURS DE DEUX GLISSEMENTS DE TERRAIN SURVENUS LORS DES PLUIES DILUVIENNES DE JUILLET 1996 AU SAGUENAY**

DEMERS, Denis. Ministère des transports du Québec, Service géotechnique et géologie, 930, Chemin Ste-Foy, 5<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1S 4X9, [ddemers@mtq.gouv.qc.ca](mailto:ddemers@mtq.gouv.qc.ca); ROBITAILLE, Denis. Ministère des transports du Québec, Service géotechnique et géologie, 930, Chemin Ste-Foy, 5<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1S 4X9; PERRET, Didier, Centre géoscientifique de Québec, 2535, boul. Laurier, C.P. 7500, Sainte-Foy, QC, G1V 4C7, D'ASTOUS, Jacques. Ministère des transports du Québec, Service géotechnique et géologie, 930, Chemin Ste-Foy, 5<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1S 4X9

La majorité des glissements de terrain survenus lors des pluies diluviennes de juillet 1996 au Saguenay se sont produits dans des talus qui n'ont pas subi d'érosion à leur base. Les sols argileux de cette région sont généralement stratifiés, très surconsolidés et présentent des résistances au cisaillement élevées. De nombreuses pentes qui auraient été jugées stables selon un calcul de stabilité conventionnel se sont rompus le long de surface situées à des profondeurs variables. Les analyses à rebours montrent que la définition des conditions hydrauliques dans le talus et le choix des propriétés mécaniques des sols sont délicats. À cet effet, il est nécessaire de bien identifier la stratigraphie et l'épaisseur de la croûte argileuse de surface dont l'épaisseur semble avoir contrôlé le comportement de nombreuses pentes lors des pluies diluviennes.

## **COULEES DE DEBRIS ROCHEUX SURVENUES LORS DU DELUGE DU SAGUENAY**

DROLET, André. Ministère des transports du Québec, Service géotechnique et géologie, 930, chemin Ste-Foy, 5<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1S 4X9, adrolet@mtq.gouv.qc.ca

Lors des tristement célèbres pluies diluviennes survenues au Saguenay les 19 et 20 juillet 1996, on a observé en région montagneuse la formation de nombreuses coulées de débris rocheux. À ces endroits, les fortes pluies ont saturé les sols (silt, sable, gravier et blocs) d'un à deux mètres d'épaisseur qui recouvraient la roche mère (gneiss granitique) sur des flancs de talus dont la pente varie de 25 à 45 degrés. Ces sols saturés ont dévalé la pente entraînant la terre végétale et les arbres sus-jacents. Cinq (5) de ces coulées de débris ont affecté le réseau routier dont trois sur la route 169, une sur la route 170 et une autre sur la route 172. Le Service géotechnique et géologie de Transports-Québec a effectué des simulations au moyen du logiciel d'éboulis rocheux CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program). Devant la menace toujours active que représentaient les trois sites de la route 169, nous avons fait installer un système de captage Geobrugg (clôture en câbles métalliques). C'était la première fois que ce système, d'origine européenne, était utilisé au Québec par Transports-Québec.

## **APPORTS SEDIMENTAIRES DANS LE FJORD DU SAGUENAY : CONSEQUENCES D'UNE PERTURBATION ENVIRONNEMENTALE SUR LA COMPOSITION ET L'EVOLUTION DES PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES**

NOZAIS, Christian et DESROSIERS, Gaston. Groupe de Recherche en Environnement Côtier, Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski, 310 allée des Ursulines, Rimouski, QC, G5L 3A1, Christian\_Nozaïs@uqar.quebec.ca

Les crues soudaines qui ont atteint la région du Saguenay-Lac St-Jean en juillet 1996, ont provoqué des apports sédimentaires d'origine terrestre brusques et importants, en particulier dans la baie des Ha! Ha! et le fjord du Saguenay. Ces apports ont eu pour conséquence un enfouissement brutal de l'ensemble des composantes biologiques de l'écosystème benthique entraînant une perte de la biodiversité. Dans une optique de compréhension des processus de recolonisation de l'écosystème benthique par la macrofaune, un programme de surveillance de stations à de longs intervalles de temps (1 an) a été lancé. La première campagne initiée en septembre 1996 a concerné 16 stations, réparties entre la baie des Ha! Ha! et le fjord du Saguenay. Deux (2) des 11 stations échantillonnées dans la baie des Ha! Ha! (situées dans l'axe des rivières en crues) sont caractérisées par la complète absence d'organismes macrobenthiques. Dans les 14 autres stations, les densités n'atteignent jamais plus de 49 individus/600 cm<sup>2</sup>. Les Annélides polychètes dominent dans 11 des 14 autres stations tandis que les Mollusques sont majoritaires à une seule station située dans le fjord. Les polychètes sont représentés par 9 familles parmi lesquelles les Cirratulidae, les Lumbrineridae et les Maldanidae semblent être les plus souvent retrouvées dans l'ensemble des stations. Une analyse par groupements à liens complets permet de mettre en évidence le regroupement de certaines stations. Ainsi, les stations 2, 3, 5 et 6, situées dans l'axe de l'une des rivières en crue, forment un groupe bien distinct de celui composé des stations 7, 9, 10 et 12 localisées à la sortie de la baie des Ha! Ha!. Ce premier groupement rassemble les stations fortement

touchées par les apports sédimentaires tandis que le second groupe est formé de stations moins affectées par ces apports. La seconde campagne réalisée en août 1997 dans le cadre du programme de surveillance a concerné un total de 9 stations. Les premiers résultats suggèrent un important recutement chez un bivalve du genre *Macoma* à certaines de ces stations. Le genre *Macoma* est généralement considéré comme colonisateur initial de zones anoxiques. Les résultats obtenus dans le cadre des deux campagnes de surveillance des stations seront discutés en termes de processus de recolonisation macrobenthique de l'écosystème profond.

## **IMPACT DU DELUGE DE JUILLET 1996 SUR LA MEIOFAUNE BENTHIQUE DU FJORD DU SAGUENAY**

TITA, G., et DESROSIERS, G. Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski, 310 allée des Ursulines, Rimouski, QC, G5L 3A1

En mai 1996, trois stations ont été échantillonnées dans le bassin supérieur du Fjord du Saguenay pour une étude sur la méiofaune benthique: st. A (sortie de la Baie des Ha! Ha!), st. B (St.-Rose-du-Nord), st. C (Cap Trinité). Les données obtenues sont utilisées ici comme référence pour l'étude de l'impact du déluge de juillet 1996 sur la méiofaune du fjord et de son processus de recolonisation. Pour ces deux dernières études, deux missions océanographiques ont été effectuées (septembre 1996 et août 1997). Pendant ces deux missions, 5 stations ont été échantillonnées: stt. 2, 7, 9 (dans la Baie des Ha! Ha!), st. 13 (sortie de la Baie des Ha! Ha!), st. 18 (entre St.-Rose-du-Nord et Cap Trinité). Le but de la première mission était d'évaluer l'impact du dépôt d'une couche importante de sédiment terrigène dans la Baie des Ha! Ha! et dans la partie en amont du bassin supérieur du fjord. L'impact a été particulièrement sévère dans la Baie des Ha! Ha! (stt. 2, 7, 9). Dans cette zone les densités méiofauniques ont diminué significativement de plus de 97% (T-test:  $P < 0.01$ ). À la sortie de la Baie des Ha! Ha! (st. 13) cette réduction était moins forte (90%), mais toujours significative (T-test:  $P < 0.05$ ). Aux stations 2, 7, 9 et 13, deux groupes méiofauniques ont disparu (ostracodes et kinorhynches). À la station 18, bien qu'une couche de sédiment très mince ( $< 1$  mm) et à peine détectable à l'oeil nu se soit déposée, la densité de la méiofaune totale a diminué significativement de 55% (T-test:  $P < 0.05$ ). Cette réduction résulte d'une diminution significative des densités des nématodes (T-test:  $P < 0.05$ ) et de l'absence des nauplii. Ces derniers étaient également absents dans les quatre autres stations. Il est probable qu'à la station 18 la perturbation soit de nature chimique. Des traces d'hydrocarbures visibles à l'oeil nu ont en effet été observées dans le sédiment de cette station. La deuxième mission (août 1997) nous a permis de commencer l'étude sur la recolonisation des zones affectées. En générale, nous pouvons dès maintenant observer à l'intérieur la Baie des Ha! Ha! que les densités méiofauniques sont significativement supérieures, de même qu'à la sortie de la baie (T-test:  $P < 0.05$ ). Elles demeurent cependant encore significativement inférieures à celles observées avant le déluge (T-test:  $P < 0.05$ ). À la station 18, les densités méiofauniques ne diffèrent pas significativement de celles présentes avant le déluge. Dans toutes les stations, les nauplii ont réapparues.

## **TRACEURS MICROPALÉONTOLOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX RECENTS DANS LE FJORD DU SAGUENAY**

DEVILLERS, R., LOUCHEUR, V., MARMEN, S., BERTINI, A., BIANCHI, A., DE VERNAL, A., HILLAIRE-MARCEL, C., BILODEAU, G., LEDUC, J. et SAINT-ONGE, G. GEOTOP, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Montréal, QC, H3C 3P8, c3470@er.uqam.ca

Des analyses microfloristiques (diatomées, pollen, dinokystes, etc.), microfaunistiques (foraminifères, thécamoebiens) et géochimiques (carbone organique et inorganique;  $\delta^{15}\text{N}$  et  $\delta^{13}\text{C}$  de la matière organique) ont été réalisées dans des échantillons de sédiment de surface, ainsi que dans une carotte du bassin supérieur du Saguenay afin de retracer les changements environnementaux. La carotte, prélevée par gravité dans le centre du bassin (MB-97-12TWC;  $48^{\circ}21.76'\text{N}$ - $70^{\circ}23.72'$ ; 270 m; cf. Site Sag-30), comprend une séquence de près de 3 mètres d'épaisseur. De façon générale, dans les sédiments de surface et dans la carotte MB-97-12TWC, les biomarqueurs et traceurs micropaléontologiques illustrent un milieu de dépôt épicontinental dominé par des apports terrestres. Les teneurs en  $^{13}\text{C}$  de la matière organique sont inférieures à -25.5 %, et les teneurs en  $^{15}\text{N}$  s'établissent entre 4.4 et 5.5 %. Parmi les microfossiles à membrane organique, les grains de pollen et spores de Ptéridophytes dominant en effet largement ( $105\text{-}106/\text{cm}^3$ ) alors que les microfossiles aquatiques marins (kystes de dinoflagellés et réseaux organiques de foraminifères) sont rares. Des microfossiles marins carbonatés (coccolithes, foraminifères) sont observés de façon occasionnelle. La microfaune est peu abondante ( $0\text{-}3$  tests/ $\text{cm}^3$ ) et comprend surtout des foraminifères benthiques à test agglutinant. Les diatomées sont très abondantes et leur concentration est de l'ordre de  $10^9$  valves/ $\text{cm}^3$ . Dans la carotte MB-97-12TWC, la partie inférieure (en dessous de 80 cm de profondeur) se caractérise par une signature terrigène particulièrement marquée: les teneurs en  $^{13}\text{C}$  et en  $^{15}\text{N}$  sont inférieures à -26.5% et 4.6% respectivement, les rapports C/N y sont d'environ 25, les diatomées pennales y sont relativement plus abondantes et les foraminifères sont très rares ( $<1$  test/ $\text{cm}^3$ ). Par ailleurs, entre 120 et 80 cm de profondeur, on enregistre un minimum des teneurs en  $^{13}\text{C}$  et des concentrations de microfossiles ainsi qu'un degré élevé de fragmentation ( $>60\%$ ) des diatomées, indiquant des apports détritiques élevés, un milieu turbulent ou un remaniement sédimentaire. La base de la carotte, et surtout l'intervalle compris entre 80 et 120 cm, renferme donc des sédiments singuliers. Au vu du contexte stratigraphique régional, il pourrait s'agir des dépôts mis en place à la suite du tremblement de terre de 1663 (cf. Syvitski et Schafer, Sed. Geol. 104: 127-153, 1996).

## **THORIUM ISOTOPE SYSTEMATICS IN BOX CORED SEDIMENTS FROM THE OUTLET OF THE BAIE DES HA! HA!, SAGUENAY FJORD (EASTERN CANADA)**

SAVARD, J., GHALEB, B., ZHANG, D. and HILLAIRE-MARCEL, C. GEOTOP, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-ville, Montréal (QC) H3C 3P8

Box coring of the Saguenay fjord sediment at the outlet of the Baie des Ha! Ha! ( $48^{\circ}21.74\text{ N}$ ;  $70^{\circ}42.30\text{ W}$ ; water depth 233 m) allowed the recovery of a 53 cm sequence. The top of the sequence includes a

~ 10 cm-thick layer which was deposited during the 1996 flood. Multi-sensor tracking examination of the core suggests a very energetic sedimentary environment, with some cyclic trends at the base of the sequence. Twelve 0.5 cm-thick sub-samples were selected for Th isotope measurements on unspiked samples using a-spectrometry technique. The  $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  activity ratios are relatively constant. The observed mean value ( $0.56 \pm 0.02$ ) characterizes eastern Canadian shield derived supplies. It indicates here minimum changes in sources and grain size of recent detrital supplies, including those of the 1996 flood. The  $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  ratios show large fluctuations between a maximum value of  $1.25 \pm 0.03$  at top, and a minimum value of  $0.85 \pm 0.02$  at about 15 cm below surface. In the overlying water column, a  $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  ratio of  $1.53 \pm 0.04$  was measured on suspended particulate matter (SPM). The lower value at box-core top may simply be due to fast mixing of fresh SPM with (i) older sediment from downcore, and/or (ii) a sediment transported through the nepheloid layer and showing a lesser excess in  $^{228}\text{Th}$  (vs  $^{232}\text{Th}$ ), adding to some  $^{228}\text{Th}$ -excess decay. Nevertheless, the large  $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  ratio variations observed downcore will help to constrain biological mixing of the sediment, through time, when re-sampling the site in forthcoming years. Due to the fact that the deficit in  $^{228}\text{Th}$  (vs  $^{232}\text{Th}$ ) in the subsurface of the core could be due to  $^{228}\text{Ra}$  deficits in the incoming sediment, the  $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  profile is likely to evolve at a time scale based on the half lifes of the two radio-isotopes involved (i.e.,  $^{228}\text{Ra} \sim 6$  yr and  $^{228}\text{Th} \sim 2$  yr).

## **LE DELUGE DU SAGUENAY : EVOLUTION GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS DANS LA BAIE DES HA! HA! (FJORD DU SAGUENAY)**

DEFLANDRE, Bruno et GAGNÉ, Jean-Pierre. Laboratoire d'Analyses et d'Études en Géochimie Organique (LAEGO), Groupe de Recherche en Environnement Côtier (GREC), Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski, 310 allée des Ursulines, Rimouski (QC), G5L 3A1, bruno\_deflandre@uqar.quebec.ca, jean-pierre\_gagne@uqar.quebec.ca

Historiquement, le fjord du Saguenay est une région connue pour la forte contamination de ses sédiments de surface. Cette contamination résulte principalement de l'urbanisation et du développement industriel. Dans les années 1980, une prise de conscience générale a conduit à une amélioration de la qualité des sédiments superficielles du fjord du Saguenay. En juillet 1996, la région du Saguenay a connu des pluies diluviennes qui ont entraîné une crue soudaine de nombreuses rivières bordant le fjord du Saguenay. Les secteurs de la baie des Ha! Ha! et du bras Nord du fjord du Saguenay ont reçu, à cette occasion, d'importants dépôts de nouveaux sédiments qui ont recouvert les sédiments déjà en place. Nos travaux, entrepris un mois après le déluge et qui se poursuivront au cours de deux prochaines années, nous permettent actuellement d'évaluer l'évolution géochimique du nouvel environnement qui se développe. Les paramètres mesurés sont la porosité, la salinité, le potentiel redox, le rapport élémentaire C/N, le %C, le carbone organique dissous et la chlorophylle a. Ils révèlent une importante perturbation de la colonne sédimentaire. Nous avons observé de forts gradients verticaux et horizontaux pour ces paramètres un mois après l'apport des nouveaux sédiments dans la baie des Ha! Ha!. Le suivi temporel de cet événement indique que les modifications géochimiques de la colonne sédimentaire se sont amenuisées, mais demeurent toujours visibles. Les traceurs géochimiques mesurés nous permettent de préciser l'épaisseur de la couche de nouveaux sédiments. L'analyse des hydrocarbures aliphatiques



indique le caractère non contaminé de la nouvelle couche de sédiment. Par contre, des anomalies de salinité observées dans les eaux interstitielles suggèrent une mobilité de la matière organique et des substances qui y sont associées, ce qui pourrait entraîner la remobilisation des contaminants organiques et inorganiques enfouis. Nous discutons de l'impact géochimique du déluge de juillet 1996 sur la colonne sédimentaire, principalement au niveau de la transformation de la matière organique et du devenir des contaminants qui lui sont associés. Nous plaçons notre interprétation dans une perspective historique des changements synsédimentaires propres aux sédiments du fjord du Saguenay.

## **CONTAMINATION DU FJORD PAR LES BUTYLETAINS**

ROBILLARD, Sophie. Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC, G5L 3A1, [Sophie\\_robillard@uqar.quebec.ca](mailto:Sophie_robillard@uqar.quebec.ca), PELLETIER, Émilien, Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-Océanologie), 310 allée des Ursulines, Rimouski, QC, G5L 3A1, SAINT-LOUIS, Richard. Pavlova Océanologie, 981 de la Pointe, Pointe-au-Père, QC, G5M 1N7

Malgré les nombreuses études déjà menées sur la contamination du fjord du Saguenay certains aspects de cette contamination nous échappent encore. À la fin des années 1970, de nouvelles peintures anti-salissures pour les coques des bateaux ont été mis sur le marché partout dans le monde à la fois pour les grands navires marchands et militaires et les petits embarcations de plaisance. Ces peintures sont destinées à réduire l'encroûtement des coques par les organismes marins qui s'y attachent après un long séjour dans l'eau et contiennent un ingrédient toxique nommé tributylétain (TBT). Ce composé se disperse dans les eaux marines et constitue aujourd'hui l'une des plus dangereuses substances toxiques jamais introduites dans le milieu marin. Le fjord du Saguenay reçoit chaque année plusieurs dizaines de grands navires marchands et n'échappe pas à la contamination par les butylétains. Des travaux encore préliminaires nous montrent la présence du TBT et ces composés dérivés dans les sédiments du fjord à des concentrations variant entre 10 et 30 ng Sn/g sec. Il s'agit d'une contamination faible par rapport à certaines zones portuaires canadiennes et européennes mais déjà bien supérieure à celle observée dans les sédiments de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent. Dans ce cas comme dans d'autres cas de contamination, le bassin profond du fjord agit comme bassin de rétention et de sédimentation du matériel particulaire qui se charge de contaminants en amont dans la rivière Saguenay ou dans la couche de surface du fjord. Avec les toutes nouvelles données acquises sur les sédiments et les organismes du Saguenay, il sera possible de développer un nouveau modèle numérique pour expliquer et prédire la circulation et le devenir des butylétains en milieu côtier. Enfin notons que tout comme certains autres contaminants, le TBT pourra servir de traceur pour étudier la remobilisation possible des polluants dans la baie des Ha! Ha! à la suite du déluge de juillet 1996 puisque la boue apportée par les rivières en crue ne contenait évidemment aucun butylétain, ce composé n'étant utilisé que dans les peintures marines et dans la fabrication des plastiques PVC.

## **COMPARAISON DES SONDAGES MULTIFAISCEAUX REALISES EN 1993 ET 1997 DANS LA PARTIE AMONT DU FJORD DU SAGUENAY: ANALYSE PRELIMINAIRE DE LA COUCHE DE 1996 ET D'ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES**

LOCAT, Jacques. Département de géologie et génie géologique, Université Laval, Sainte-Foy, Qc, G1K 7P4, [locat@ggl.ulaval.ca](mailto:locat@ggl.ulaval.ca), KAMMERER, Édouard (UNB); DOUCET, Normand (IML); HUGHES-CLARKE, John (UNB), MAYER, Larry (UNB); MAURICE, France (U. Laval), BOULANGER, Éric (U. Laval) et SIMPKIN, Peter (INRS).

L'Institut Maurice Lamontagne de Mont-Joli a introduit les sondages multifaisceaux depuis 1993. Au début, le fjord du Saguenay a été utilisé afin de mettre au point la méthode et d'ajuster cette technologie aux besoins du Service hydrographique canadien. Cette méthode, utilisant un sondeur SIMRAD EM 1000, permet de produire des cartes bathymétriques ayant une précision relative de l'ordre de 10 à 20 cm pour une profondeur d'eau de 200 m. Les levés se font à une vitesse de croisière de 14 noeuds. En plus des données de sondages corrigées pour divers paramètres dynamiques (roulis, tangage, etc...), les diverses positions géographiques différentielles sont prises en continu au cours des levés et cela avec une résolution spatiale de moins de 1 m. En 1993, il a fallu 14 jours pour couvrir le secteur alors que 4 jours ont suffi en 1997. La couverture réalisée en 1997 avait pour but principal d'analyser la signature de la couche de sédiments déposés rapidement lors du déluge de 1996. L'objectif est de voir si on peut utiliser cette technique de sondage pour cartographier la distribution de cette couche de 1996 et suivre son évolution en termes de transport de sédiments ou de changements de densité. La comparaison entre les deux levés permet d'observer un « engraissement » des deltas des rivières à Mars et des Ha! Ha!. Dans son ensemble, le reste du secteur ne montre pas de changements significatifs en termes de variation bathymétriques. Rappelons que la couche de 1996 varie de 10 à 50 cm d'épaisseur et s'étale régulièrement des deltas vers l'embouchure de la Baie des Ha! Ha!. Par contre, les données de rétro-diffusion, provenant du signal émis, ont fourni des images très différentes. La couche de 1996 étant très molle et gorgée d'eau, le retour du signal en est modifié (teintes sombres) ce qui permet d'entrevoir la possibilité de localiser les zones recouvertes d'une couche de sédiments fins à partir de telles teintes. La superposition des données granulométriques et de la teneur en eau (ou densité) permet d'appuyer la cartographie réalisée à partir des levés de 1997. Les levés de 1997 ont aussi permis de confirmer la présence de structures morphologiques particulières telles qu'une butte d'érosion et une terrasse ou replat dont l'origine est encore indéterminée (érosion ou tectonique). La description de ces derniers éléments est appuyée par des levés de sismique réflexion (SEISTEK).

## **STRUCTURE D'UNE SEQUENCE DE DEPOT ANALYSEE PAR TOMODENSITOMETRIE - EXEMPLE DE LA SEQUENCE MISE EN PLACE APRES LES CRUES DE 1996**

CRÉMER, Jean-François, et LONG, Bernard F. Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-Océanologie), Rimouski, QC, G5L 3A1 [jean-francois.cremer@uqar.quebec.ca](mailto:jean-francois.cremer@uqar.quebec.ca); LOCAT, Jacques, Département de géologie et génie géologique, Université Laval, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4

Suite aux crues de 1996, une importante quantité de sédiments provenant des bassins versants contigus au fjord Saguenay est venue se déverser dans la Baie des Ha! Ha! et dans le Bras Nord. Afin de caractériser ces dépôts en fonction de leur mode de mise en place et de leur potentiel de remobilisation, une série de carottes ont été prélevées, dans cette région, à l'aide soit d'un carottier à boîte sur 70 cm de profondeur, soit d'un carottier à gravité sur plus de trois mètres de profondeur lors d'une mission en juillet 1997. Ces carottes ont été analysés à l'aide du tomodynamomètre axial du Centre Hospitalier Régional de Rimouski (GE modèle B7590k HiSpeed CT/i). L'utilisation en géologie d'un tomodynamomètre axial, en version hélicoïdal, est intéressante car elle permet de réaliser une étude non destructrice de l'échantillon et d'évaluer de façon qualitative et quantitative le mode de mise en place, la densité des sédiments, la granulométrie, et l'état de compaction de ces derniers. Des coupes longitudinales et transversales peuvent être réalisées très rapidement suivant une série d'angles choisis. La très fine résolution en densité de cet appareil et le traitement informatique des images permet également de mettre en évidence des structures sédimentaires qui seraient à la limite du visible par les méthodes traditionnelles. L'études des échantillons du Saguenay nous a permis de mettre en évidence plusieurs types de faciès caractéristiques de ce mode de dépôt. Les faciès de glissement sont les plus nombreux et se divisent en sous-faciès lités, massifs sans stratifications apparentes ou réelles, entrecroisés, de mélange (contenant des blocs, des galets d'argiles et autres éléments grossiers dans une matrice non litée) et de petites loupes de glissements. Cette horizon de moins de 40 cm d'épaisseur repose en discordance sur les dépôts plus anciens qui sont généralement eux-mêmes de type gravitaire. Un an après la mise en place de cet horizon, aucune structure superficielle de remaniement n'a pu être décelée dans la partie sommitale des carottes. Néanmoins, cette dernière devra être analysée en détail pour être comparée avec celle qui sera retrouvée l'an prochain, lors de la nouvelle campagne d'échantillonnage, afin de vérifier si une remobilisation partielle peut se produire tant sous l'effet des conditions hydrodynamiques que sous l'influence de la bioturbation qui devrait s'accroître avec la recolonisation du site.

## **CONSOLIDATION DE LA COUCHE 1996 RECOUVRANT LES SEDIMENTS CONTAMINES DU SECTEUR DE LA BAIE DES HA! HA! (FJORD DU SAGUENAY), QUEBEC: DONNEES PRELIMINAIRES**

MAURICE, France, et LOCAT, Jacques, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, [fmaurice@ggl.ulaval.ca](mailto:fmaurice@ggl.ulaval.ca), LEROUEIL, Serge, GALVEZ-CLOUTIER, Rosa, Département de génie civil, Université Laval; et THERRIEN, René. Département de géologie et de génie géologique, Université Laval

Au cours de l'été de 1997, plus de 60 échantillons de surface ont été recueillis dans la partie amont du fjord du Saguenay, plus particulièrement dans la baie des Ha! Ha!. En plus, quelques échantillons ont aussi été recueillis à l'aide d'un carottier à boîte. Les essais suivants ont été réalisés sur ces échantillons : granulométrie, limites liquides et plastiques, teneur en eau, résistance au cisaillement intacte (cas des échantillons provenant des boîtes), résistance au cisaillement remaniée. Suite à ces diverses analyses, deux échantillons intégrés ont été préparés. Ces derniers ont été homogénéisés et placés dans des cellules SEDCON lesquelles permettent à la fois de suivre initialement la phase de sédimentation et celle de consolidation. Les deux essais SEDCON permettent d'obtenir une courbe de référence applicable à un cas de mise en place rapide (p.ex. turbidite ou coulée de boue). On peut donc utiliser de telles courbes pour comparer l'état actuel de la consolidation des sédiments évalué à partir des divers profils d'indice de liquidité obtenus des échantillons à boîte et qui sont comparés aux courbes SEDCON. Par exemple, la couche 1996 de 22 cm, observable au centre de la Baie des Ha! Ha!, présente un profil d'indice de liquidité typique d'un sédiment normalement consolidé mais mis en place rapidement et non bioturbé : valeur qui descend régulièrement de 4.0 à 3.0. Le profil in situ de la résistance au cisaillement de la couche de 1996 est lui aussi typique d'un sédiment non bioturbé avec une augmentation régulière selon la profondeur. Dès que l'on retrouve la couche bioturbée, les variations sont nettement plus irrégulières. Ces données vont servir de référence pour les changements qui seront observés au cours des années à venir. Les mêmes courbes SEDCON peuvent aussi être utilisées afin de prédire l'évolution de l'indice des vides suite à l'enfouissement. L'essai de base permet de simuler un enfouissement équivalent à 10 mètres ce qui, à un taux de sédimentation d'environ 1 à 10 mm par an, correspondrait à un temps équivalent à 10 000 ou 1 000 ans.

## **PLANIFICATION ET GESTION DE LA RECONSTRUCTION POST-DILUVIENNE AU SAGUENAY**

PROULX, Marc-Urbain, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boul. de l'Université, Chicoutimi (QC) G7H 2B1

Il n'existe pas de procédure formelle de planification et de gestion applicable directement aux catastrophes naturelles. Cependant, la stabilité étant un modèle du passé, la théorie de la planification considère de plus en plus l'état de turbulence comme caractéristique majeure de l'environnement dans lequel s'insère l'objet à planifier. Des techniques sont à cet effet mises au point dans le cadre des grandes

composantes de la planification. Ces techniques sont éprouvées et enrichies au fil de l'expérimentation, notamment dans le contexte de grandes turbulences telles que celles engendrées par les catastrophes naturelles. Ce texte analyse l'expérience de la planification et de la gestion de la reconstruction post-diluvienne au Saguenay. Nous illustrerons d'abord les enjeux de la gestion territoriale et du développement socio-économique, soulevés par les exercices de planification effectués avant le déluge sur ce territoire. Ensuite, nous verrons comment les décideurs ont utilisé la planification pour gérer, d'abord la crise, et ensuite la reconstruction post-diluvienne. Une description des travaux de la reconstruction sera effectuée à l'aide de la comptabilité des actions et interventions portées. Notre analyse nous permettra finalement de visualiser comment les composantes de la planification ont pu être appliquées concrètement dans le cadre du cas exposé. Une attention particulière sera portée aux facteurs de développement économique. Quelques leçons seront induites de notre analyse.

### **GRANDS TRAITIS DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR L'INONDATION (GRIR, UQAC)**

GAGNON, Christiane, Département des sciences humaines, Groupe de recherche et d'interventions régionales, Université du Québec à Chicoutimi, 555 boul. de l'Université, Chicoutimi, QC, G7H 2B1, [Christiane\\_Gagnon@uqac.quebec.ca](mailto:Christiane_Gagnon@uqac.quebec.ca)

Face aux impacts majeurs - tant sociaux, écologiques qu'économiques - causés par les inondations de l'été dernier, un groupe multidisciplinaire de chercheurs de l'Université du Québec à Chicoutimi a pris l'initiative de mettre sur pied un programme de recherche sur les causes et les conséquences d'une catastrophe, telle l'inondation de juillet 1996. Ce programme de recherche innovateur se veut multidisciplinaire et découle d'une démarche spontanée de collaboration avec d'autres institutions universitaires et le milieu régional. L'objectif principal de ce programme est triple : 1) comprendre, dans sa globalité, les causes et les impacts de cette catastrophe dite naturelle; 2) dégager les enseignements pratiques et concrets pour l'ensemble des acteurs sociaux qu'il s'agisse des décideurs, des intervenants ou des populations affectées; 3) dégager les éléments généralisables à d'autres contextes afin de mieux prévoir, planifier, décider, atténuer et assurer le suivi des impacts.

### **LES LEÇONS APPRISES ET NON APPRISES ENCORE DE LA CATASTROPHE DU SAGUENAY POUR LA SECURITE CIVILE**

PAUCHANT, Thierry C., Hautes Études Commerciales, 3000, chemin de la côte Ste-Catherine, Montréal, QC, H3T 2A7, [pauchant@hec.ca](mailto:pauchant@hec.ca), CAZALIS, Pierre, École Nationale d'Administration Publique, 555, boul. Charest est, Québec, QC, G1K 9E5, PARENT, Daniel, Hautes Études Commerciales, 3000, chemin de la côte Ste-Catherine, Montréal, QC, H3T 2A7

Dans cette communication, les auteurs décrivent les leçons qui ont été apprises et celles qui n'ont pas encore été apprises de la catastrophe du Saguenay pour la sécurité civile au Québec et au Canada. Cette évaluation est basée sur les recommandations proposées dans le rapport sur l'évaluation des

mesures administratives prises durant cette catastrophe, le « Rapport Cazalis », et celles proposées dans le rapport sur la sécurité des barrages, le « Rapport Nicolet ». En conclusion, les auteurs insistent sur l'urgence de développer au Québec et au Canada une « culture de sécurité civile ».

## **LA RIVIERE DES HA! HA!, EPICENTRE DU DELUGE : LES ASPECTS GEOTECHNIQUES**

VALLÉE, Jean, Département des sciences appliquées, Université de Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, QC, G7H 2B1, [jvallee@uqac.quebec.ca](mailto:jvallee@uqac.quebec.ca)

Cet exposé décrit la rivière la plus perturbée de la région du Saguenay lors du déluge de 1996. La rupture d'une digue en terre et de deux petits barrages en béton, une avulsion majeure, une érosion et un transport sédimentaire important, des surcreusements et redressements du lit de la rivière sont présentés du point de vue géotechnique. Une nouvelle cartographie des anciens glissements de terrain dans la partie aval de la rivière permet de comprendre leurs effets sur la configuration du lit de celle-ci. Différents secteurs de cette rivière sont présentés synthétiquement à l'aide d'une technique informatique (chromostéréographique) qui s'avère un nouvel outil de visualisation du terrain en trois dimensions pour plusieurs disciplines.

## **PARTICULATE AND COLLOIDAL + DISSOLVED SPECIES WITHIN THE WATER COLUMN OF THE SAGUENAY FJORD: PERTURBATIONS?**

ALPAY, S., and MUCCI, A., Earth and Planetary Sciences, McGill University, 3450 University, Montréal QC, H3A 2A7, [salpay@geosci.lan.mcgill.ca](mailto:salpay@geosci.lan.mcgill.ca), HILLAIRE-MARCEL, C., Département des Sciences de la Terre, GEOTOP, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, H3C 3P8

Anthropogenic and natural trace metals are removed from the water column by several possible pathways that include direct adsorption onto particulate matter and "colloidal pumping". These natural contaminant remediation schemes may become so efficient that trace metal concentrations in the underlying sediment become anomalously elevated. To characterize the nature and sources of adsorbates and substrates, temporal and spatial distributions of particulate and colloidal + dissolved species were measured within the freshwater lens, at the thermohalocline, and in the fully oxygenated marine water column at four stations along the main axis of the Saguenay fjord (Quebec, Canada). The pre-determined sampling schedule included measurements before and after the flood event of June 1996. Perturbations within the water column at the monitoring stations within the sampling time interval before and after the flood cannot be uniquely ascribed to the flood disaster. Preliminary results of the overall study (May 1996 to present) suggest the predominance of colloidal material at the thermohalocline that coincides with the turbidity maximum. Results of parallel and sequential filtrations on polycarbonate membranes (0.4, 0.1, 0.05 and 0.03 µm) reveal no difference in "dissolved" organic carbon, As, Si, and Al concentrations. If there is a distinct colloidal metal pool, then it would appear that filtration on polycarbonate membranes is an inadequate isolation technique. The total (unfiltered)

concentrations of As and Si and their colloidal + dissolved concentrations (<0.4 µm) are nearly identical throughout the water column. Colloidal + dissolved As concentrations appear to behave conservatively along the salinity gradient. In each size fraction, Si concentrations display maximum values in the surface freshwater, intermediate values at the thermohalocline and minimum values in the underlying marine water. Al concentrations show a similar distribution with water depth, but the total (unfiltered) concentrations exceed the colloidal + dissolved concentrations by one order of magnitude. Additional riverine analyses suggest that spillage or air fall of particulate Al from aluminum smelting operations upstream may provide a substrate for adsorption of trace metals within the fjord. Evidence from analyses of C:N, δ<sup>13</sup>C (from material collected on glass fibre filters), and <sup>234</sup>Th (from particle concentration by cross-flow ultrafiltration) suggests that the composition and residence times of particulate matter vary both temporally and spatially.

### **L'UTILISATION DU PIEZOCONE LORS DE LA CRUE DE JUILLET 1996 AU SAGUENAY**

BOUCHARD, Régis. PDG Techmat Inc., 3306, boul. St-François, Jonquière, QC, G7X 2W9, bouchardr@techmat.qc.ca

Les pluies diluviennes du 19 et 20 juillet 1996 et les crues qui s'ensuivirent ont marqué la topographie des abords des principales rivières du Saguenay. La vidange rapide de plusieurs réservoirs artificiels, l'érosion en fond de rivière et l'érosion latérale provoquée par les forts débits ont sculpté des parois quasi-verticales dans les dépôts meubles le long de ces cours d'eau. L'impact des phénomènes engendrés par la pluie a donc entraîné des conséquences importantes sur les sols naturels et sur les constructions humaines. La reconstruction des routes, ponts, barrages et la stabilisation des pentes à stabilité précaire ont nécessité la réalisation de nombreuses campagnes d'investigation. Dans le cadre de la réalisation de ces campagnes, l'utilisation du piézocône a permis de caractériser rapidement et efficacement les sols rencontrés. Dans la présentation, le contexte géologique des sols saguenéens sera brièvement décrit suivi d'une présentation de quelques exemples d'applications vulgarisées qui illustreront les avantages de la technique d'investigation.

### **TYPOLOGIE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN PROVOQUES PAR LES FORTES PLUIES DE LA MI-JUILLET 1996 AU SAGUENAY/LAC SAINT-JEAN, QUEBEC.**

PERRET, Didier et BÉGIN, Christian. Commission géologique du Canada, CGC-Québec, Sainte-Foy, QC, G1V 4C7, [dperret@gsc.NRCan.gc.ca](mailto:dperret@gsc.NRCan.gc.ca), DEMERS, Denis. Ministère des transports du Québec, Sainte-Foy, QC, G1S 4X9

Les pluies diluviennes qui se sont abattues du 19 au 21 juillet 1996 sur la région du Saguenay et du lac Saint-Jean (Québec) sont à l'origine de plus de 1 000 glissements de terrain. Une photo-interprétation à l'échelle 1:15 000 a montré que 90% environ des glissements de terrain sont situés à l'extérieur des couloirs alluviaux, dans des secteurs non sujets à l'érosion fluviale. Les zones les plus fortement affectées

correspondent aux dépôts d'argiles marines des basses terres de la région, où les concentrations dépassent localement la centaine de mouvements par km<sup>2</sup>. Afin de préciser les mécanismes de rupture, 267 sites de glissements de terrain ont fait l'objet d'une description géomorphométrique détaillée au sol. Les mouvements ont ainsi été identifiés selon la forme générale de la cicatrice, les distances d'empiétement amont et aval, la profondeur reconnue ou suspectée de la surface de rupture, et la position de la zone d'arrachement sur le talus. Bien que de nombreux glissements présentent un caractère mixte, on peut néanmoins distinguer les quatre principaux types suivants : (1) les décollements pelliculaires, dont la surface de rupture est plus ou moins parallèle à la pente, et ne mobilisant que la couche de terre végétale et la zone racinaire; (2) les décrochements peu profonds, les plus nombreux, affectant une épaisseur de matériaux approximativement comprise entre 1 et 3-4 m, et restant confinés à la croûte argileuse altérée; (3) les glissements rotationnels profonds, le plus souvent rétrogressifs, mobilisant des matériaux sur des épaisseurs allant jusqu'à 8 m au moins; et (4) les coulées de boues, beaucoup plus longues que larges, caractérisées par une niche d'arrachement située dans la partie supérieure des talus. L'analyse géomorphologique indique par ailleurs que les décrochements peu profonds se produisent préférentiellement sur les versants à forte convexité, tandis que les coulées de boues affectent les flancs ou le front des éperons. La typologie proposée est finalement mise en relation avec la géologie et les propriétés géotechniques des matériaux impliqués.

## **L'ETAT DE STRESS POST-TRAUMATIQUE : L'APRES DELUGE AU SAGUENAY**

FORTIN, Martin. Département de médecine de famille, Université de Québec à Chicoutimi, Unité de médecine de famille de Chicoutimi, Complexe Hospitalier de la Sagamie, 305 St-Vallier, Chicoutimi, QC, G7H 5H6, [mfortin@saglac.qc.ca](mailto:mfortin@saglac.qc.ca); AUGER, C., LATOUR, S. et TRUDEL, M., Unité de médecine de famille de Chicoutimi, Complexe Hospitalier de la Sagamie, 305 St-Vallier, Chicoutimi, QC, G7H 5H6.

*Objectif* : Mesurer la prévalence de l'état de stress post-traumatique et de la détresse émotionnelle trois mois après le déluge au Saguenay. *Conception* : Étude descriptive utilisant un questionnaire administré par téléphone auprès d'une population sinistrée et d'un groupe témoin. *Contexte* : La ville de Chicoutimi. *Participants* : La population adulte dans un quartier sinistré après consentement (n=62) et un groupe témoin volontaire aléatoire parmi la population d'un quartier voisin (n=79). Principales mesures des résultats: La positivité aux critères diagnostiques de l'état de stress post-traumatique et un score élevé au questionnaire sur la détresse émotionnelle. *Résultats* : La population et le groupe témoin étaient comparables sur le plan, sociodémographique. Une prévalence de près de 20% a été mesurée pour l'état de stress post-traumatique dans le groupe sinistré, représentant un rapport de cote de 6,08 (IC95%:1,63 ; 22,64). La détresse émotionnelle était présente chez 29% des sinistrés pour un rapport de cote de 2,42 (IC95%: 1,04 ; 5,61). Les questionnaires utilisés étaient des traductions et adaptations du "PTSD Reaction Index" et du "Self Reporting Questionnaire". *Conclusion* : Le déluge au Saguenay a entraîné des séquelles psychologiques qui étaient mesurables après trois mois. Les intervenants de la santé doivent être sensibilisés aux conséquences psychologiques des catastrophes naturelles au Québec.



## **ANALYSE DE LA CRUE SUR LA RIVIERE CHICOUTIMI ET SES CONSEQUENCES GEOMORPHOLOGIQUES**

HENICHE, Mourad, LECLERC, Michel, SECRETAN, Yves, et BOUDREAU, Paul, Institut national de la recherche scientifique - Eau (INRS-Eau), C.P. 7500 Sainte-Foy (QC), G1V 4C7, [Mourad.Heniche@inrs-eau.quebec.ca](mailto:Mourad.Heniche@inrs-eau.quebec.ca), LAPOINTE, Michel, Département de géographie, U. McGill, 805, rue Sherbrooke ouest, Montréal (QC), H3A 2K6

Lors des événements du Saguenay en juillet 1996, la surabondance des précipitations et du ruissellement du bassin versant ont saturé les capacités de régularisation du lac-réservoir Kénogami en amont des secteurs habités du Saguenay. Une simulation hydrodynamique bidimensionnelle de cette crue dans la rivière Chicoutimi et une analyse des changements morphologiques ayant affecté des biefs de barrages ont été réalisés suite aux événements. Les apports hydrologiques de 2500 m<sup>3</sup>/s du bassin versant ont été redistribués entre les rivières Chicoutimi et aux Sables après laminage à 1800 m<sup>3</sup>/s (1100 et 700, respectivement). Cette répartition est largement influencée par les ouvrages de retenue en amont (Portage-des-Roches et Pibrac), leur partage naturel ayant, pu être très différent en l'absence des barrages. La crue de la rivière Chicoutimi a largement dépassé les capacités hydrauliques naturelles de la rivière de même que les capacités d'évacuation des barrages en aval (Chute-Garneau, Pont Arnaud, Elkem Métal et Abitibi-Stone à Chicoutimi). Les simulations, hydrodynamiques transitoires, réalisées avec le modèle, ont permis de reconstituer le transfert de la crue dans la rivière Chicoutimi. Les données, topographiques sur le lit mineur et la plaine inondable ont été acquises de diverses sources très hétérogènes (dont la photogrammétrie) qu'il a fallu, réconcilier ensemble avec un outil hydro-géomatique très performant, appelé MODELEUR. Aux barrages de Chute-Garneau et Pont Arnaud, le niveau atteint, par la rivière a occasionné le contournement des ouvrages en béton et il s'en est suivi une incision massive des dépôts fluvio-marins constituant les appuis, des barrages. Ce phénomène est assimilable à une avulsion. À Chute Garneau, l'érosion a affecté un volume de 147 000 m<sup>3</sup> alors qu'à Pont Arnaud, le bilan, sédimentaire se chiffre à 750 000 m<sup>3</sup>. Il n'est pas exclu que les capacités naturelles (pré-barrage) des sections d'écoulement aient été dépassées ce qui laisse planer un sérieux doute sur le bien-fondé du concept d'évacuation du complexe hydroélectrique. Site Internet : <http://www.inrs-eau.quebec.ca/saguenay>.

## **PERFORMANCE DE LA COUCHE DE SEDIMENTS DU DELUGE DE 1996 RECOUVRANT LES SEDIMENTS CONTAMINES DU FJORD DU SAGUENAY : UNE OCCASION DE DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE**

LOCAT, Jacques, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, locat@ggl.ulaval.ca; DESROSIERS, Gaston, (UQAR), DE VERNAL, Anne, (UQAM); GAGNÉ, Jean-Pierre, (UQAR); GALVEZ-CLOUTIER Rosa, (U. Laval); GRATTON, Yves, (INRS), HILL, Philip, (UQAR); HILLAIRE-MARCEL, Claude, (UQAM); LONG, Bernard (INRS); MUCCI, Alphonso, (McGill); PELLETIER, Émilien, (INRS); SIMPKIN, Peter, (INRS); et THERRIEN, René, (U. Laval).

Le déluge catastrophique de 1996 au Saguenay a entraîné la mise en place de plus de 6 millions de tonnes de sédiments relativement propres sur des sédiments contaminés de la Baie des Ha! Ha! et du Bras Nord (partie amont du fjord du Saguenay). Des observations préliminaires indiquent que cette couche, varie en épaisseur de 10 à 50 cm. Très tôt à la suite du déluge de 1996, une équipe pluridisciplinaire a été réunie afin d'évaluer, sous divers aspects, la pérennité de cette couche et son efficacité comme barrière géologique à la migration des contaminants. Cette étude va exiger le développement d'outils et de méthodes d'évaluation de la performance environnementale de la couche de recouvrement, de la restauration du site, ainsi que la prédiction du mouvement, des contaminants, de l'intégrité de cette couche et de sa stabilité. Une telle problématique exige un programme de recherche qui doit bien intégrer diverses, disciplines telles que la géologie, la biologie, la chimie et l'hydraulique. Le projet mis sur pied, d'une durée de cinq ans, regroupe des chercheurs de, plusieurs universités du Québec et de l'extérieur. Les résultats de ce projet de recherche de cinq ans devraient permettre de : (1) fournir une réponse quant à l'efficacité de la couche de recouvrement; (2) identifier, d'une façon satisfaisante, les espèces vivantes du fjord qui peuvent agir comme indicatrices de la restauration environnementale du site; (3) construire des modèles numériques ou conceptuels qui permettent d'évaluer et de prédire les réactions chimiques, qui ont cours juste au pourtour de la couche de recouvrement; (4) fournir un modèle de simulation numérique qui permette de prédire le transport des contaminants au travers de la couche de recouvrement; (5) indiquer comment cette couche va résister à l'érosion et aux tremblements de terre; et (6) rassembler ces divers outils et techniques en un canevas qui pourra être utilisé dans la planification, la réalisation et la prédiction de la performance de couches de recouvrement (naturelles ou artificielles) de sédiments contaminés. Nous profitons de ce symposium pour lancer le projet et fournir des résultats préliminaires liés aux diverses facettes du programme de recherche. Ce projet est financé par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et par l'Alcan.

## ANNEXE 1

**Programme du Symposium sur le Déluge du Saguenay de 1996  
le 20 mai 1998**

<b>Période</b>	<b>Titre</b>	<b>Noms</b>
1 + 2	La gestion des risques et la pratique de l'ingénierie : le cas du Saguenay	Roger NICOLET (O.I.Q.)
3	La rivière Chicoutimi : parlez-moi d'une crue - Perspective géographique de l'ensemble du phénomène	Gilles H. LEMIEUX (UQAC)
4	Conséquences des inondations sur la santé de la population : recension des écrits et présentation de cas-types	Gilles LALANDE, Danielle MALTAIS, Suzie ROBICHAUD et Anne SIMARD (UQAC)
5	Fluvial geomorphic effects of the July 1996 flooding, Saguenay region, southern Quebec, Canada	D.E. LAWRENCE, et G.R. BROOKS (CGC)
6	Contamination du fjord du Saguenay : un sommaire des connaissances actuelles	Émilien PELLETIER (INRS-Océanologie)
7	Les dommages résidentiels des inondations - La leçon du Saguenay	Michel LECLERC, Joëlle MARION et Mourad HENICHE (INRS-Eau)
8	La gestion de la reconstruction suite aux pluies diluviennes au Saguenay	François MORNEAU (MTQ)
	<b>Dejeuner</b>	
9	Les leçons apprises et non apprises encore de la catastrophe du Saguenay pour la Sécurité civile	Thierry C. PAUCHANT (HEC), Pierre CAZALIS (ENAP) et Daniel PARENT (HEC)
10	La Rivière des Ha! Ha!, épice de la catastrophe : les aspects géotechniques.	Jean VALLÉE (UQAC)
11	Particulate and colloidal + dissolved species within the water column of the Saguenay Fjord: perturbations ?	Salma ALPAY et Alphonso MUCCI (McGill)
12	L'utilisation du piézocône lors de la crue de juillet 1996.	Régis BOUCHARD (Techmat)
13	Typologie des glissements de terrain provoqués par les fortes pluies de la mi-juillet 1996 au Saguenay/Lac Saint-Jean, Québec.	Didier PERRET, Christian BÉGIN, et Denis DEMERS (CGC et MTQ)
14	L'état de stress post-traumatique : l'après déluge au Saguenay.	Martin FORTIN, C. AUGER, S. LATOUR et M. TRUDEL (UQAC)
15	Analyse de la crue sur la rivière Chicoutimi et ses conséquences géomorphologiques	Mourad HENICHE, Yves SECRETAN, Paul BOUDREAU et Michel LAPOINTE (INRS-Eau)
16	Performance de la couche de sédiments du déluge de 1996 recouvrant les sédiments contaminés du fjord du Saguenay: une occasion de développement technologique.	Jacques LOCAT (Laval), G. DESROSIERS (UQAR), A. DE VERNAL (UQAM), J.-P. GAGNE (UQAR), R. GALVEZ-CLOUTIER (Laval), Y. GRATTON (INRS), P. HILL (UQAR), C. HILLAIRE-MARCEL (UQAM), B. LONG (INRS), A. MUCCI (McGill), E. PELLETIER (INRS), P.

		SIMPKIN (INRS) et R. THERRIEN (Laval)
--	--	--

<b>SESSIONS AFFICHES - POSTERS</b>	
<b>Titre</b>	<b>Noms</b>
Contribution of detailed surficial mapping in the reconnaissance of multi-event landslides in postglacial marine clays.	S. PARADIS, D. PERRET et C. BÉGIN (CGC)
Impact du déluge de juillet 1996 sur la méiofaune benthique du fjord du Saguenay	G. TITA et Gaston DESROSIERS (UQAR)
Le déluge du Saguenay : évolution géochimiques des sédiments de la Baie des Ha! Ha! (fjord du Saguenay)	Bruno DEFLANDRE et Jean-Pierre GAGNÉ (UQAR)
Apports sédimentaires dans le fjord du Saguenay : Conséquences d'une perturbation environnementale sur la composition et l'évolution des peuplements macrobenthiques	Christian NOZAIS et Gaston DESROSIERS (UAR)
Analyse à rebours de deux glissements de terrain survenus lors des pluies diluviennes de juillet 1996 au Saguenay	Denis DEMERS, Denis ROBITAILLE, et Didier PERRET (MTQ et CGC)
Coulées de débris rocheux survenues lors du déluge du Saguenay	André DROLET (MTQ)
Thorium isotope systematics in box cored sediments from the outlet of the Baie des Ha! Ha!, Saguenay Fjord (Eastern Canada)	J. SAVARD, B. GHALEB, D. ZHANG et Claude HILLAIRE-MARCEL (UQAM)
Consolidation de la couche 1996 recouvrant les sédiments contaminés du secteur de la Baie des Ha! Ha! (fjord du Saguenay), Québec : données préliminaires.	France MAURICE, Jacques LOCAT, Serge LEROUEIL, Rosa GALVEZ-CLOUTIER et René THERRIEN (Laval)
Comparaison des sondages multifaisceaux réalisés en 1993 et 1997 dans la partie amont du fjord du Saguenay : analyse préliminaire de la couche de 1996 et d'éléments géomorphologiques.	Jacques LOCAT, Édouard KAMMERER, Normand DOUCET, John HUGHES-CLARKE, Larry MAYER, France MAURICE, Éric BOULANGER et Peter SIMPKIN (Laval)
Structure d'une séquence de dépôt analysée par tomodynamométrie : exemple de la séquence mise en place après les crues de 1996.	Jean-François CRÉMER, Bernard F. LONG et Jacques LOCAT (INRS-Laval)
Traceurs micropaléontologiques et géochimiques des changements environnementaux récents dans le fjord du Saguenay	R. DEVILLERS, LOUCHEUR, V., MARMEN, S., BERTINI, A., BIANCHI, A., DE VERNAL, A. et C. HILLAIRE-MARCEL (UQAM)
Quand une rivière change de cours - L'avulsion de la Ha! Ha! en juillet 1996	Michel LAPOINTE, Michel LECLERD, Normand BERGERON et Yves SECRETAN (INRS-Eau)
Planification et gestion de la reconstruction post-diluvienne au Saguenay	Marc-Urbain PROULX (UQAC)
Grand traits du programme de recherche sur l'inondation (GRIR, UQAC)	Christiane GAGNON (UQAC)
Contamination du fjord par les butylétains	Sophie ROBILLARD, Émilien PELLETIER et Richard SAINT-LOUIS (INRS-Océanologie)