

# Introduction

The Fourth Canadian Permafrost Conference, held in Calgary, Alberta, March 2-6, 1981, was sponsored by the Associate Committee on Geotechnical Research of the National Research Council of Canada, in association with the Canadian Geotechnical Society. The Permafrost Subcommittee of the Associate Committee acted as the Organising Committee. The Proceedings of the first three Canadian permafrost conferences, held in 1962, 1964, and 1969, were published in the Technical Memoranda Series of the Associate Committee. This volume contains the Proceedings of the Fourth Conference. The apparent gap in time between the Third and Fourth Canadian Permafrost Conferences reflects, to a large degree, the significant input which Canadian scientists and engineers made to the Second and Third International Conferences on Permafrost, held in Yakutsk, USSR in 1973, and Edmonton, Canada in 1978. The Proceedings of these two international conferences testify to the tremendous growth of permafrost studies in North America and elsewhere during the last decade. The Fourth Canadian Conference was planned for early 1981 so that it would take place approximately midway between the 1978 Edmonton Conference and the proposed Fourth International Conference on Permafrost, to be held in Fairbanks, Alaska, in 1983.

La quatrième Conférence canadienne sur le pergélisol, tenue à Calgary (Alberta) du 2 au 6 mars 1981, était parrainée par le Comité associé de recherches géotechniques du CNRC conjointement avec la Société canadienne de géotechnique. Le Sous-comité sur le pergélisol du Comité associé de recherches géotechniques était également le comité d'organisation. Les comptes rendus des trois premières conférences canadiennes sur le pergélisol qui ont eu lieu en 1962, 1964 et 1969 ont été publiés par la suite dans la série des Mémoires techniques du Comité associé de recherches géotechniques. Le présent volume représente les actes officiels de la quatrième conférence. Le grand intervalle de temps entre la troisième et la quatrième conférence canadienne sur le pergélisol reflète, en grande partie, la contribution importante des scientifiques et ingénieurs canadiens aux deuxième et troisième conférences internationales sur le pergélisol tenues à Yakutsk (URSS) en 1973 et à Edmonton (Canada) en 1978. La présente conférence est née de la considération des progrès constants de la recherche sur le pergélisol au Canada. La conférence devait avoir lieu au début de 1981 pour se situer approximativement entre la conférence d'Edmonton et la quatrième conférence internationale sur le pergélisol qui doit se tenir à Fairbanks (Alaska) en 1983.

Although the conference was conceived as a Canadian one, with emphasis placed upon Canadian permafrost research and experiences, the Organising Committee was pleased by the interest and participation of numerous individuals and organisations from other countries. In addition to the United States, there were registrants from Sweden, Japan, France, Poland, Finland, West Germany, and the USSR. In many ways, therefore, the Fourth Canadian Permafrost Conference was an international affair, reflecting the global nature of permafrost research.

Over 250 persons registered at the conference and a total of 86 papers were presented in ten major categories, each consisting of one or more technical sessions. The number of concurrent sessions was limited in order to provide an opportunity for the interchange of ideas between the various disciplines involved in permafrost research. Papers were presented in the following categories: Permafrost and Climate (three sessions, organiser S.A. Harris); Laboratory Testing of Frozen Soils (two sessions, organiser T.H.W. Baker); Active Layer Processes (one session, organiser J.A. Heginbottom); Offshore Permafrost (one session, organiser J.A. Hunter); Permafrost Geophysics (one session, organiser J.A. Hunter); Groundwater Aspects of Developments in Permafrost (two sessions, organiser R.O. van Everdingen); Frost Heave (one session, organiser W.A. Slusarchuk), Pipelines and Wells in Permafrost (two sessions, organiser W.A. Slusarchuk); Gas Hydrates (two sessions, organiser A.S. Judge); and Permafrost engineering (two sessions, organiser B. Ladanyi). In addition, there were a number of poster displays.

The death of Roger Brown, Research Advisor to the Permafrost Subcommittee and a member of the Organising Committee, was a tragic loss to the permafrost community in Canada. It was unanimously decided that the proceedings of the conference be dedicated to Roger's memory; a decision which the National Research Council approved and generously supported. All papers submitted for publication in this Memorial Volume were subject to peer review procedures. It is a tribute to the respect accorded to Roger that so many papers of such high quality were accepted for publication.

The sections in this volume follow the general format of the conference. The papers presented in the Permafrost Geophysics and Offshore Permafrost sessions have been grouped, however, into one section entitled Geophysics and Subsea Permafrost (Section Four). Similarly, the sessions on Frost Heave, Permafrost Engineering, and Pipelines and Wells in Permafrost have been grouped under the heading Engineer-

Bien qu'elle ait été conçue comme une conférence canadienne, consacrée surtout aux recherches et expériences sur le pergélisol canadien, le comité d'organisation a été heureux de l'intérêt et de la participation de nombreuses personnes et de nombreux organismes venant d'autres pays. En dehors des États-Unis il y a eu des inscriptions de Suède, du Japon, de France, de Pologne, de Thaïlande, d'Allemagne de l'Ouest et d'URSS. À bien des égards, la quatrième conférence canadienne sur le pergélisol était une manifestation internationale, témoignant de la nature mondiale de la recherche sur le pergélisol.

Plus de 250 personnes se sont inscrites à la conférence et un total de 86 communications ont été présentées dans dix catégories différentes, chacune comprenant une ou plusieurs séances techniques. Le nombre de séances simultanées a été limité afin de permettre l'échange d'idées entre les différentes disciplines intervenant dans la recherche sur le pergélisol. Les communications présentées entraient dans les catégories suivantes: Pergélisol et climat (trois séances, organisateur: S.A. Harris); Essais en laboratoire de sols gelés, (deux séances, organisateur: T.H.W. Baker); Processus dans le mollisol (une séance, organisateur: J.A. Heginbottom); Pergélisol sous-marin (une séance, organisateur: J.A. Hunter); Géophysique du pergélisol (une séance, organisateur: J.A. Hunter); Aspect des eaux souterraines sur le pergélisol (deux séances, organisateur: R.O. van Everdingen); Soulèvement par le gel (une séance, organisateur: W.A. Slusarchuk); Pipelines et puits dans le pergélisol (deux séances, organisateur: W.A. Slusarchuk); Hydrates de gaz (deux séances, organisateur: A.S. Judge); Génie du pergélisol (deux séances, organisateur: B. Ladanyi). En outre, il y a eu un certain nombre d'expositions de documents.

La mort de Roger Brown, conseiller scientifique du Sous-comité du pergélisol et membre du Comité d'organisation, a été une perte tragique pour notre communauté scientifique. On a décidé à l'unanimité que les actes de la conférence soient dédiés à Monsieur Brown et le Conseil national de recherches a généreusement accepté cette décision. Toutes les communications destinées à la publication dans le volume commémoratif ont été revues par des confrères. C'est un témoignage de l'estime que l'on avait pour M. R. Brown que de voir un si grand nombre de communications d'une si grande qualité acceptées pour la publication.

Le présent volume suit le plan général de la conférence. Toutefois, les communications présentées lors des séances de "Géophysique du pergélisol" et du "Pergélisol sous-marin" ont été groupées en une section intitulée "Géophysique et pergélisol sous-marin"

ing Applications in Permafrost Areas (Section Seven). The other sections, with minor changes and some re-alignment of the ordering of papers, remain approximately similar to the conference presentation. A total of 65 papers are included in this volume.

The ordering of sections is an attempt to move the reader from basic permafrost science through current exploration concerns, to laboratory testing and engineering applications. As such, the volume encompasses the full range of permafrost interests. Section One, entitled Climate and Permafrost, is particularly pertinent since this was a major interest of Roger Brown throughout his professional career. His studies upon the distribution and environment aspects of permafrost in Canada represent important pioneer contributions. Much of the research reported in Section One was either initiated or encouraged by Roger at one time or another. His involvement in permafrost research right up until his untimely death is indicated by his co-authorship of three of these papers.

The remaining six sections in the volume are also of wide interest. For example, the nature of active layer processes and the hydrology of permafrost regions, treated in Sections Two and Three, are essential to the sound understanding of permafrost terrain. Geophysical techniques, treated in Section Four, are important tools, especially in the prediction of permafrost and off-shore resource exploration. Section Five, dealing with gas hydrates, represents one of the first attempts to bring together specialists in this new and important field. Finally, the numerous papers in Section Six, which covers laboratory testing of frozen soils, and Section Seven, which deals with engineering problems, testify to the importance of permafrost in the economic development of the northern regions of Canada.

A large number of organisations and individuals, too numerous to list here, contributed both to the success of the conference and to the production of this volume. The Conference Services Office of the National Research Council of Canada assisted in all stages of the planning and organisation of the conference in Calgary, and in the administrative work involved in the subsequent review and publishing procedure. As Chairman of the Conference Organising Committee, and as Editor-in-Chief of the Proceedings Volume, I find it difficult to express sufficient gratitude to Mrs. L. Baignée and her staff in that office, Mrs. Rosemary King, Mrs. Doreen Gosselin, Mrs. Irene Rae, and Mrs. Doris Ruest. In addition, Mrs. Baignée and Mrs. Rae cheerfully assisted in Calgary by staffing the registration desk. The numerous individuals who reviewed manuscripts and the hard work of the session organisers, who subsequently

(Section 4). De même, les séances sur le "Soulèvement par le gel", le "Génie du pergélisol" et "les Pipelines et les puits dans le pergélisol" ont été groupés sous le titre "Applications techniques dans les régions à pergélisol" (Section 7). Les autres sections, sauf quelques changements mineurs et quelques réarrangements de l'ordre des communications, ne diffèrent pratiquement pas de la présentation de la conférence. Le présent volume contient 65 communications en tout.

L'ordre des sections vise à faire passer le lecteur des sciences fondamentales sur le pergélisol aux techniques de génie et aux essais en laboratoire, par l'intermédiaire des difficultés actuelles de l'exploration. Organisé de cette manière, le volume couvre l'ensemble des domaines concernant le pergélisol. La section un, intitulée "Pergélisol et climat", est particulière, car ce fut la grande spécialité de Roger Brown pendant toute sa carrière. Ses recherches sur la répartition du pergélisol au Canada et ses rapports avec l'environnement représentent les premiers efforts dans cette science. Une grande partie des recherches de la section un ont été ou amorcées ou encouragées par Monsieur Brown à un moment ou à un autre. Le fait qu'il soit le co-auteur de trois de ces communications témoigne de sa participation aux recherches sur le pergélisol jusqu'à sa mort soudaine.

Les six autres sections du volume sont aussi d'un grand intérêt. Par exemple, la nature des processus dans le mollisol et l'hydrologie des régions de pergélisol traités dans les sections deux et trois sont importantes pour la bonne compréhension des terrains de pergélisol. Les techniques géophysiques, traitées dans la section quatre, sont des outils importants, particulièrement dans la prévision de l'exploration dans le pergélisol et en mer. La section cinq qui traite des hydrates de gaz représente une des premières tentatives pour réunir des spécialistes dans ce domaine nouveau et important. Enfin, les nombreuses communications de la section six qui relatent les essais en laboratoire des sols gelés et la section sept qui décrit les problèmes pratiques et les problèmes de génie, témoignent de l'importance du pergélisol dans le développement économique des régions nordiques du Canada.

Un grand nombre d'organismes et de personnes, trop nombreux pour être cités individuellement, ont contribué au succès de la conférence et à la réalisation de ce volume. Le bureau du Service des conférences du Conseil national de recherches du Canada a participé à toutes les étapes de la planification et de l'organisation de la conférence de Calgary ainsi qu'aux travaux d'administration nécessaires à la revue des communications et à la publication ultérieure. En

formed the majority of the Editorial Board, must also be acknowledged. The Local Arrangements Committee, under the Chairmanship of Dr. W.A. Slusarchuk, is also to be thanked for many hours of hard work, and in particular, for making possible the reception on the evening of March 1st. The editorial work of processing such a large number of papers was also a formidable task. In this respect, the excellent contribution of Jane T. Buckley, of Gilpen Services, Ottawa, who acted as Copy Editor and who oversaw the printing and production stages, must be recognised. In addition, the task of checking the French language translations was the responsibility of my colleague at the University of Ottawa, Dr. D. Lagarec. On behalf of the Organising Committee, the Permafrost Subcommittee, and the Editorial Board, I wish to thank all these individuals, and others unnamed, who made possible the publication of this Memorial Volume dedicated to the memory of Roger J.E. Brown.

H.M. French,  
Chairman, Permafrost Subcommittee  
Associate Committee on Geotechnical Research,  
National Research Council of Canada  
and  
Chairman, Organising Committee,  
Fourth Canadian Permafrost Conference.

March 1982

tant que président du comité d'organisation de la conférence et en tant que rédacteur en chef du présent volume il m'est difficile d'exprimer suffisamment de gratitude à M<sup>me</sup> L. Baignée et son personnel, M<sup>me</sup> Rosemary King, M<sup>me</sup> Doreen Gosselin, M<sup>me</sup> Irène Rae et M<sup>me</sup> Doris Ruest. En outre, M<sup>me</sup> Baignée et M<sup>me</sup> Rae se sont occupées avec bonne humeur, du bureau d'inscription à Calgary. Je dois remercier toutes les personnes qui ont examiné les manuscrits et les organisateurs des séances qui ont par la suite formé la plus grande partie du comité de rédaction, pour le temps qu'ils ont consacré. Ma reconnaissance va aussi au comité local d'organisation sous la présidence de M. W.A. Slusarchuk, pour les nombreuses heures et le travail qu'ils y ont consacré et en particulier pour la réussite de la soirée du 1<sup>er</sup> mars. Les travaux d'édition pour ce grand nombre de communications représentaient aussi une tâche monumentale. À cet égard, qu'il me soit permis de remercier Jane T. Buckley de Gilpen Services, Ottawa, pour son excellent travail. En tant qu'agent de publication elle a supervisé toutes les étapes d'impression et de production. Je remercie enfin le professeur D. Lagarec, un de mes collègues de l'Université d'Ottawa, dont la responsabilité était de vérifier les traductions en français. Au nom du Comité organisateur, du Sous-comité sur le pergélisol et du Comité de rédaction, je désire remercier toutes ces personnes et celles dont je n'ai pas cité le nom, qui ont rendu possible la publication de ce volume commémoratif dédié à la mémoire de Monsieur Roger J.E. Brown.

H.M. French,  
Président, Sous-comité sur le pergélisol  
Comité associé de recherches géotechniques,  
Conseil national de recherches du Canada  
et  
Président, Comité organisateur,  
Quatrième conférence canadienne sur le pergélisol.

Mars 1982