

Bulletin

Groupe d'études et de recherche
en analyse de décisions

GERAD

25 ans de découvertes

Peut-on caractériser par une simple mesure le degré de réussite d'un centre de recherche? C'est l'exercice que Georges Zaccour s'est assigné pour cet éditorial du numéro spécial des 25 ans du GERAD.

Suite à la page 2...



Les directeurs du GERAD depuis sa fondation; debout de g. à d., Pierre Hansen (1996-2001), Richard Loulou (1989-1992), Alain Haurie (1980-1988), François Soumis (1992-1996), et devant, Georges Zaccour (2001-2005).

bulletin@gerad.ca

SOMMAIRE

Le GERAD, un satisfecit collectif : Alain Haurie.....	3
L'énergie et l'environnement au GERAD : Richard Loulou.....	5
Michèle Breton veut régler des problèmes, financiers et autres!.....	7
Les Cahiers du GERAD.☒	9

Une première possibilité serait d'adopter, comme on faisait jadis au temps des empires, la superficie comme critère. Logé à sa création dans un « quatre et demi » sur la rue Decelles, le GERAD occupe maintenant « quatre dizaines et demie » de bureaux. Très belle réussite donc, mais cette mesure, bien qu'éloquente, est insatisfaisante à un deuxième examen. En effet, elle ne tient pas compte de la très forte demande latente de locaux ni de la contrainte qui nous est exogène.

Une deuxième possibilité, plus classique dans le domaine, serait de considérer des indicateurs tels que les publications, le nombre d'étudiants diplômés, les subventions obtenues, etc. Étant un partisan de la parcimonie, et sachant que ces indicateurs sont fortement corrélés, je me limiterai à un seul, à savoir les publications de la série *Les Cahiers du GERAD*. Cette série comporte 1210 cahiers. Cela en fait des théorèmes, des algorithmes, des problèmes abstraits, conceptuels, réalistes et réels résolus! Cette masse de savoir justifie à elle seule la conclusion qu'il s'agit d'un groupe performant et notre slogan de *25 ans de découvertes*. (voir l'article à la page 9).

Pour marquer ce 25^e anniversaire, nous avons prévu deux activités phares. La première est un colloque international (12-13 mai, 2005) avec comme conférenciers pléniers les quatre anciens directeurs du GERAD (Alain Haurie, Richard Loulou, François Soumis et Pierre Hansen). Le colloque sera aussi l'occasion de rendre hommage aux fondateurs du Centre. La deuxième, projet colossal s'il en est, consiste à éditer 10 volumes chez Springer représentant nos thèmes de recherche (voir encadré). Certains sont classiques au GERAD, (voir l'article à la page 5), d'autres d'un cru plus récent, comme l'ingénierie financière, (voir l'article à la page 7). Ce projet a mobilisé 24 éditeurs membres du GERAD, et s'est soldé par 3 218 pages écrites par 250 auteurs des

Liste des **volumes commémoratifs** des 25 ans du GERAD

- *Essays and Surveys in Global Optimization*
C. Audet, P. Hansen, G. Savard
- *Graph Theory and Combinatorial Optimization*
D. Avis, A. Hertz, O. Marcotte
- *Numerical Methods in Finance*
H. Ben-Ameur, M. Breton
- *Analysis, Control and Optimization of Complex Dynamic Systems*
E.K. Boukas, R. Malhamé
- *Column Generation*
G. Desaulniers, J. Desrosiers, M.M. Solomon
- *Statistical Modeling and Analysis for Complex Data Problems*
P. Duchesne, B. Rémillard
- *Performance Evaluation and Planning Methods for the Next Generation Internet*
A. Girard, B. Sansò, F. Vázquez-Abad
- *Dynamic Games: Theory and Applications*
A. Haurie, G. Zaccour
- *Logistics Systems: Design and Optimization*
A. Langevin, D. Riopel
- *Energy and Environment*
R. Loulou, J.-P. Waub, G. Zaccour

quatre coins du monde et répartis en 116 chapitres. Ces volumes seront présentés le 11 mai.

Pour terminer, je voudrais saisir l'occasion de cette fête pour remercier tous les membres de notre équipe administrative et technique, dont plusieurs sont là depuis longtemps, notamment Anita

Beauchamp, qui ont fait, de l'avis de tous, que tout marche bien dans une ambiance fort agréable.

Longue vie au GERAD!

Georges Zaccour 

Bulletin du GERAD

Édité 2 à 3 fois l'an par le GERAD.

Directeur
Georges Zaccour
georges.zaccour@gerad.ca

GERAD
HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) Canada
H3T 2A7
Téléphone : (514) 340-6053

Site Internet
www.gerad.ca
bulletin@gerad.ca

Rédacteur en chef
Robin Philpot
rphilpot@sympatico.ca

Traduction
Robin Philpot

Conception graphique
HEC Montréal

Dépôt légal : 2^e trimestre 2005
Bibliothèque nationale du Québec

Reproduction autorisée avec mention
de la source

Le GERAD, un **satisfecit collectif** : Alain Haurie

« C'était un moment important et excitant de ma vie. Le groupe est parti de la collaboration avec des collègues; il y a eu, au début des années 1980, un groupe dynamique et enthousiaste, mais aussi un groupe assez sage pour travailler ensemble et se faire confiance, sans craindre que les autres n'accaparent leurs idées. »

Voilà comment Alain Haurie, fondateur du GERAD, décrit l'esprit qui animait le groupe de professeurs chercheurs de HEC, de l'École Polytechnique, de l'Université de Montréal et de l'Université McGill qui ont fondé, il y a 25 ans, en mai 1980, le Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions, le GERAD. Alain Haurie rappelle, pour nous, certains jalons de l'histoire du GERAD et hasarde quelques perspectives d'avenir.

Parti en 1988 après avoir remporté un concours pour un poste à l'Université de Genève, Alain Haurie n'est jamais parti vraiment du groupe de recherche qu'il a dirigé de 1980 à 1988 et auquel il est toujours associé. Il le décrit aujourd'hui comme un centre unique en son genre au monde. « Il y a d'autres groupes importants, notamment aux États-Unis et en Europe, mais ils ne sont pas comme le GERAD, affirme Alain Haurie. L'attitude générale ailleurs est rarement aussi positive. On y trouve souvent de la réticence, de la résistance, plus d'embûches. Les gens sont plus méfiants. Alors qu'à Montréal, on avait un milieu enthousiaste, des institutions très ouvertes, particulièrement au Québec. »

Professeur et directeur du département des Méthodes quantitatives à HEC dans les années 1970, Alain Haurie, qui enseignait aussi à l'École Polytechnique, dit avoir eu la nette conscience de problèmes communs d'analyse de décisions et de communauté d'intérêt scientifique entre la gestion d'entreprise, normalement du

ressort de HEC, et l'ingénierie, qui concernait surtout Polytechnique. Il a donc proposé aux collègues de HEC et de l'École Polytechnique de s'unir et de mettre en commun leurs idées et leurs recherches. Cette collaboration aboutit notamment à la tenue des premières journées d'optimisation, qui se tiennent toujours. Parmi ses collègues de l'époque, signalons Jacques Gauvin à Polytechnique, Michel Delfour à l'Université de Montréal, Gilbert Laporte à HEC et, de McGill, Richard Loulou et Jean-Louis Goffin, professeurs à la Faculté de management.

« Nous nous sommes dit : pourquoi ne pas essayer d'avoir une structure de

« Il y a d'autres groupes importants, notamment aux États-Unis et en Europe, mais ils ne sont pas comme le GERAD, affirme Alain Haurie. L'attitude générale ailleurs est rarement aussi positive. On y trouve souvent de la réticence, de la résistance, plus d'embûches. Les gens sont plus méfiants. Alors qu'à Montréal, on avait un milieu enthousiaste, des institutions très ouvertes, particulièrement au Québec. »

recherche. En fait, le GERAD est venu concrétiser une volonté de collaborer et des pratiques qui s'étaient manifestées quelques années auparavant. La structure du départ était très légère. Grâce au directeur administratif de HEC, nous avons obtenu un premier local, au rez-de-chaussée de l'immeuble à l'angle de Decelles et de Côte-des-Neiges. Je m'y suis installé et nous avons recruté une secrétaire, Anita Beauchamp, qui est toujours au GERAD. » Peu après, le GERAD a emménagé dans un immeuble à l'angle de Côte-des-Neiges et de Lacombe. D'autres professeurs et équipes s'y sont joints, dont François Soumis et Jacques Desrosiers, ainsi que des chercheurs professionnels.

Réunir des professeurs travaillant dans un même domaine, créer une structure légère, c'est intéressant mais ce n'est pas assez pour devenir un centre d'envergure



internationale. Alain Haurie en convient. « Ce qui a transformé notre groupe de chercheurs, qui mettaient en commun leurs idées et leurs travaux, en un vrai groupe marquant, c'était le programme de financement de la recherche, dit d'action structurante, du gouvernement du Québec. Ce programme de cinq ans du FCAR portait bien son nom car il a été vraiment structurant pour le GERAD. L'octroi de la subvention faisait suite à une demande présentée par Richard Loulou, François Soumis et moi-même, avec la collaboration d'Edouard Wagneur, chercheur à HEC. »

Richard Loulou insiste aussi sur l'importance de ce coup de pouce reçu peu après la fondation du groupe, mais aussi sur le rôle d'Alain Haurie. « Ça nous a permis d'avoir des professionnels de recherche, ce qui était rare à l'époque. C'est ça qui



« Ça me plaît énormément de voir que les premiers étudiants associés au GERAD, comme Georges Zaccour, Gilles Savard, Pierre L'Écuyer ou Michèle Breton, sont maintenant des leaders dans leurs domaines et qu'ils ont pris le relais au GERAD. Ils ont magnifiquement réussi. »

à permis au GERAD de démarrer la recherche en grand, ça et la volonté d'Alain Haurie! »

Le GERAD se démarque aussi par son caractère interuniversitaire. C'est en 1987 que le GERAD est devenu formellement un centre de recherche interuniversitaire. Rappelant cette opération, « délicate » en raison des divers intérêts institutionnels et des habitudes, Alain Haurie salue les efforts de son collègue Richard Loulou, qui a rapidement proposé et fait entériner par le conseil des gouverneurs de McGill l'idée de participer au GERAD, alors que HEC Montréal et l'École Polytechnique hésitaient. « Quand McGill a accepté, la frilosité des autres a vite disparu. » Richard Loulou se souvient aussi de cette étape. « Au début, c'était difficile, surtout à McGill. Le GERAD se trouvait à l'autre côté de la montagne, le travail se faisait majoritairement en français, les habitu-

des étaient difficiles à changer. Mais à la fin de l'année, quand le GERAD publie son rapport annuel avec tout le succès scientifique et la visibilité, tout le monde est content. »

Le succès et la persistance du GERAD au cours de 25 dernières années n'étonnent pas son fondateur. Selon le professeur Haurie, la qualité des chercheurs a toujours été très élevée, le groupe est parti sur de bonnes bases, il s'est rapidement doté d'outils informatiques puissants et il y a toujours eu un réel désir de collaborer. Il ajoute que les institutions membres du GERAD ont contribué en recrutant des professeurs chercheurs d'envergure et en renforçant leurs équipes de recherche opérationnelle. Il signale, entre autres, le recrutement par HEC Montréal de Pierre Hansen, qui a dirigé le GERAD de 1996 à 2001.

« Le succès du GERAD est à la hauteur de mes attentes. Au Canada, c'est la plus forte concentration de chercheurs dans ce domaine. Quand j'étais au comité de sélection du CRSNG, j'ai pu constater à quel point le GERAD est important et réputé. »

Beaucoup d'étudiants d'Alain Haurie sont devenus professeurs ou chercheurs. « Ça me plaît énormément de voir que les premiers étudiants associés au GERAD, comme Georges Zaccour, Gilles Savard, Pierre L'Écuyer ou Michèle Breton, sont maintenant des leaders dans leurs domaines et qu'ils ont pris le relais au GERAD. Ils ont magnifiquement réussi. »

Vingt-cinq ans après avoir fondé le GERAD, Alain Haurie n'a aucun doute quant à l'avenir du groupe pour les 25 prochaines années. « C'est la qualité de la relève qui va déterminer le succès à l'avenir. La prise de décision a toujours été une affaire compliquée et le besoin de chercheurs en ce domaine se fera sentir de façon plus aiguë à l'avenir. Il y a de plus en plus d'informations à considérer, de plus en plus d'argent en jeu, de plus en plus de variables. Prenez le protocole de Kyoto. Les problèmes sont extrêmement complexes, les décisions peuvent avoir de graves conséquences sur l'économie, les finances et l'environnement. Aussi, la problématique de la gestion des risques financiers se complexifie. Les chercheurs du GERAD auront une contribution à faire dans la science de la décision. »

Alain Haurie garde une foi inébranlable en le travail de groupe, qui permet la mise en commun et le brassage d'idées, le partage d'équipements, l'embauche de professionnels de grande qualité et l'établissement d'une masse critique qui devient incontournable, autant pour les bailleurs de fonds publics que pour les entreprises. Son expérience au GERAD démontre que tout le monde en tire des dividendes.

Le fondateur du GERAD, Alain Haurie, n'hésite pas un instant à lui décerner, sans réserves, un *satisfecit collectif!* **G**

L'énergie et l'environnement au GERAD ou l'art d'être au bon endroit au bon moment

Comment marquer le 25^e anniversaire du GERAD sans célébrer l'équipe historique énergie/environnement du GERAD, qui aura aussi, bientôt, 25 ans? Celui qui la pilote depuis le début, et qui était aux côtés d'Alain Haurie lors de la fondation du GERAD, est **Richard Loulou**, professeur émérite de la Faculté de management de l'Université McGill.

« Nous avons formé cette équipe, Alain Haurie et moi, en 1980-1981, un peu par opportunisme, dit Richard Loulou, avec un petit sourire. On s'intéressait à l'énergie après le deuxième choc pétrolier de 1979, qui a affolé les gouvernements. C'était le bon moment pour faire des recherches sur l'énergie afin d'alimenter les politiques dans ce domaine. »

En règle générale, les chercheurs partent d'un intérêt ou d'une théorie scientifique pour ensuite développer un modèle. Or, l'équipe énergie/environnement a pris un modèle existant, MARKAL, dont le Canada était propriétaire par le biais de l'Agence internationale de l'énergie, et l'ont amélioré de fond en comble. Le modèle était disponible parce que le Canada était l'un des pays ayant financé sa construction par le biais de l'ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program), sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie. Mais la version canadienne était dans un état lamentable, rappelle Richard Loulou.

Modèle de référence mondiale aujourd'hui, MARKAL a été amélioré plus de 20 fois et les chercheurs du GERAD sont responsables d'une grande partie des améliorations. Plus de 50 pays l'utilisent, certains de façon officielle, tels l'Indonésie, les États-Unis et plusieurs pays de l'Europe, d'autres, de façon plus officieuse. Cette large diffusion a été facilitée par la gratuité du modèle que l'ETSAP a mis dans le domaine public.

« Le modèle porte sur le long terme, 20, 30, 50 ans même, précise Richard Loulou. On part non pas de la demande d'électricité ou des autres formes d'énergie, mais de la demande en services, la demande économique, les tendances en construction domiciliaire, en développement industriel, en transport, bref, tout ce qui définit la croissance économique. Très intégré, le modèle détermine ce que le système énergétique devrait faire pour y répondre de façon intelligente, en minimisant, par exemple, le coût total pour l'ensemble de la société sur 50 ans. Il prend le point de vue de l'ensemble de la société, pas celui des producteurs ni celui des consommateurs seulement. Les méthodes de la recherche opérationnelle sont le moteur de ce modèle. »

MARKAL était très mal appliqué au Canada au début, surtout parce qu'il ne tenait pas compte des différences régionales. Il fallait régionaliser ce modèle, très gourmand par ailleurs, et qui exige un effort énorme de recueil de données spécifiques à des provinces ou à des régions. « À l'aide de subventions, l'équipe a pu obtenir les données et construire des modèles vraiment sérieux, d'abord pour le Québec, ensuite pour toutes les autres provinces et territoires. »

L'arrivée à l'avant-scène de la question environnementale, sorte de sœur jumelle de l'énergie, a empêché que *ce success-story* ne connaisse une fin aussi abrupte que le choc pétrolier dans les années 1980. Au début, les études du groupe ont servi au combat contre les pluies acides. Par la suite, les milieux scientifiques, dont le GERAD, ont commencé à étudier la question des gaz à effet de serre mais, note Richard Loulou, le problème est resté plutôt confidentiel jusqu'au sommet de Rio en 1992. Après Rio, l'intérêt a augmenté, surtout en Europe.

L'histoire récente entourant le protocole de Kyoto démontre la pertinence d'un



centre d'étude et d'analyse de décisions qui aborde de façon globale les sujets comme l'énergie. Richard Loulou rappelle comment Kyoto est arrivé comme une douche froide pour le Canada, mais l'équipe du GERAD était fin prête. « Notre ministre de l'Environnement est allé à Kyoto en 1997 sans penser un instant que le vice-président américain Al Gore signerait le protocole. Le Canada s'est senti obligé de le signer aussi, mais aucune étude n'avait été faite! Cette signature a provoqué une mini-révolution au gouvernement, qui a, par la suite, fait un effort d'étude gigantesque, dont une partie considérable a été confiée à nos chercheurs. »

Le rythme d'enfer d'études s'est maintenu jusqu'en 2002, ce qui a amené Richard Loulou à quitter l'enseignement universitaire, mais pas la recherche ni le GERAD, pour se consacrer à la recherche et à la consultation au sein de l'entreprise de modélisation énergétique et environnementale HALOA, créée en 1987. Le Canada a arrêté les études depuis 2002 et, par la suite, a adopté une approche plus politique de la question des réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Cette histoire s'écrit au jour le jour.

... Richard Loulou (suite).

Cette valse hésitation ne ralentit pas, toutefois, les chercheurs du GERAD, qui sont les producteurs des améliorations du modèle MARKAL et les experts de la partie mathématique et économique. Le Département de l'Énergie des États-Unis a adopté l'approche MARKAL pour réaliser un modèle mondial (SAGE) afin de produire une prévision annuelle sur 20 ans appelée l'*International Energy Outlook*. « C'est cet autre ordre d'idée qui nous a lancés dans une voie nouvelle. L'ETSAP a décidé aussi de construire son modèle mondial, porté davantage sur l'étude des politiques énergétiques et climatiques que sur les prévisions. Nous avons contribué aux deux projets. Plus récemment, les 25 pays de l'Union européenne ont décidé de construire un modèle européen. »

Contrairement à l'équipe GENCOL, dont les recherches ont abouti à la fondation de l'entreprise AD OPT et à la commercialisation de logiciels pour des grandes entreprises aéronautiques, les chercheurs en énergie et en environnement perfectionnent un modèle qui n'appartient à personne et travaillent principalement pour des organismes publics, gouvernementaux ou internationaux. « Nos collègues François Soumis et Jacques Desrosiers ont pris une autre route en fondant une compagnie parallèle, note Richard Loulou. En revanche, nous n'avons pas commercialisé le modèle MARKAL, pour lequel il n'y a ni copyright, ni brevet, ni royalties. Les universités et le GERAD en ont tout de même beaucoup bénéficié, tant financièrement que scientifiquement. »

Richard Loulou est un fervent partisan du travail en équipe, tout comme son collègue et ami Alain Haurie. L'équipe comprend notamment Jean-Philippe Waaub, professeur de géographie à l'UQAM et ancien étudiant de Richard Loulou, qui s'intéresse surtout à l'environnement, aux études d'impact et à la méthode d'analyse de décision multicritère (Multicriterion Decision Analysis – MCDA). Amit Kanudia, chercheur senior associé à l'Université McGill, est « notre génie in-




Après 25 ans de travail au GERAD, Richard Loulou est particulièrement heureux que le GERAD ne soit jamais devenu « une espèce de machine impersonnelle.

formatique, note Richard Loulou. La contribution d'Amit est énorme. Sans lui, on aurait du mal à implanter tout ce qu'on veut faire avec le modèle MARKAL. » Les autres chercheurs très actifs sont Kathleen Vaillancourt et Maryse Labriet, toutes deux étudiantes postdoctorales au GERAD.

Après 25 ans de travail au GERAD, dont 4 comme directeur (1989-1992), Richard Loulou est particulièrement heureux que le GERAD ne soit jamais devenu « une espèce de machine impersonnelle. Depuis le départ, nous avons eu un esprit désintéressé de collaboration, de travail, en équipe, ce qui est fondamental. Chacun se trouvait bien ici et c'est encore le cas. Ceci est remarquable! J'ai vu des exemples ailleurs où tout est mesuré et quantifié. Ici, nous sommes plus guidés par l'enthousiasme, sans calcul intéressé. Les jeunes s'y trouvent bien, parce que les "anciens" n'exercent pas de domination sur eux. Le GERAD est devenu une référence mondiale en recherche opérationnelle.

C'est tout cela qui rend ce centre de recherches si attachant. »

Le GERAD a un bel avenir, prévoit Richard Loulou, notamment en raison de sa façon de fonctionner. « Il est multi universitaire mais il a toujours insisté pour être dirigé par ses membres. Le directeur est choisi par ses membres, même si la nomination officielle vient d'en haut. Le GERAD n'est pas tenu à bout de bras par les universités d'attache. L'inspiration et les subventions viennent d'en bas, des chercheurs et des équipes. Aussi, le besoin de recherche opérationnelle, fondamentale et appliquée, est réel et important dans notre société. »

Il lève finalement son chapeau au directeur Georges Zaccour, ancien étudiant au GERAD. « Georges Zaccour est le premier de la 2^e génération à diriger le centre. Il a réussi à faire reconnaître le GERAD comme un centre d'envergure internationale par Québec et à faire quadrupler le soutien financier, en plus d'inspirer de nouvelles avenues de recherche et d'attirer de nouveaux membres de qualité. » 

Michèle Breton veut régler des problèmes, financiers et autres!

Savoir parler du même souffle de recherche opérationnelle et d'ingénierie financière n'est pas à la portée de tous, se spécialiser dans les deux l'est encore moins. Michèle Breton, membre du GERAD et professeure titulaire au Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion à HEC Montréal, et d'autres chercheurs en finance mathématique du GERAD figurent parmi ce groupe restreint. La clé : éclectisme en recherche et volonté de trouver des applications.



« Nous avons donné le nom d'ingénierie financière à ce que nous faisons peut-être parce que c'était vendeur. Mais nous faisons plutôt de la finance mathématique, précise Michèle Breton, qui a créé avec un collègue de finance le programme de M.Sc. en ingénierie financière à HEC Montréal. En effet, les ingénieurs financiers mettent au point des produits financiers pour répondre à des besoins particuliers, mais, pour le faire, ils ont besoin d'outils, telles des méthodes de solution d'équations aux dérivées partielles, de programmation dynamique, d'optimisation stochastique ou d'estimation de séries chronologiques. » Autrement dit, les chercheurs en finance mathématique du GERAD sont aux ingénieurs financiers ce que les concepteurs d'outils de précision sont aux maîtres artisans.

La nécessité, dit-on, est mère de l'invention, ce qui peut expliquer la naissance des termes *recherche opérationnelle* et *ingénierie financière*. Ces néologismes du 20^e siècle sont venus constater en quelque sorte l'évolution des méthodes de prise de décision ainsi que des gestes et des produits qui en découlent. Dans le premier cas, ce sont les exigences de la guerre lui ont donné son coup d'envoi. Quant au second, *ingénierie financière*, calqué du mot japonais *zaiteku* ou *zaitech*, c'est la complexité croissante des problèmes financiers qui demandait de nouvelles

approches de solution. Néologismes du 20^e certes, mais dont la carrière au 21^e promet d'être importante. Or ces deux domaines, à première vue abstraits, ont comme mission commune de régler des problèmes concrets.

Michèle Breton incarne cette volonté de trouver des applications, autant dans sa vie de chercheuse, que dans celle de professeure ou d'administratrice – notons qu'en plus d'être membre du GERAD, elle dirige le Centre de recherche en e-finance (CRéF). « J'aime la recherche appliquée. Ce qui m'intéresse, c'est de voir toutes les applications possibles des mathématiques. Je fais des travaux en environnement, en énergie, en finance, en théorie des jeux, en marketing, en économie. La modélisation m'intéresse beaucoup mais pas jusqu'au stade de développement d'un outil commercialisable. Cette partie du travail prend beaucoup de temps et devrait revenir aux professionnels. »

Cette volonté de trouver des applications à ses recherches, Michèle Breton l'attribue à sa formation en génie aux premier et deuxième cycles à l'École Polytechnique de Montréal. Elle est très heureuse lorsqu'une entreprise privée soutient des projets de recherche, ce qui permet à ses étudiants de travailler sur des projets précis. Souvent, dit-elle, dans

le cours de leurs recherches encadrées par les objectifs de l'entreprise, les étudiants trouvent des choses très intéressantes.

Attachée à HEC depuis 1977, d'abord comme chargée de cours et ensuite comme professeure, elle explique qu'elle s'est intéressée à la finance lors de la création du programme d'ingénierie financière afin de voir « comment on pourrait appliquer les méthodes de la recherche opérationnelle en gestion de portefeuille ou en gestion des risques. Quand on développe un produit financier, il y a aussi tout le volet de la tarification afin d'en déterminer la valeur. Quand il s'agit d'un produit très liquide, la loi du marché fait en sorte qu'un prix d'équilibre s'établisse, mais on va nous demander d'évaluer des nouveaux produits, ou des dérivés exotiques qui sont transigés de gré à gré. »

Par définition, les chercheurs du GERAD se penchent sur l'analyse des décisions. Il n'est donc pas surprenant de constater qu'ils s'intéressent aux questions de l'heure, dont par exemple le protocole de Kyoto, vu les impacts prévisibles de son application dans tous les secteurs d'activité. Ceux et celles qui font de la finance mathématique ne font pas exception. À titre d'exemple, Michèle Breton prévoit le développement d'un axe de recherche sur le marché des permis de polluer, ou crédits d'émissions de carbone, dont il faut établir la valeur. « On s'intéresse de plus en plus aussi aux dérivés climatiques et aux dérivés de l'énergie. »

Les recherches de Michèle Breton ne se limitent pas à la finance mathématique, tant s'en faut : à titre d'exemple, elle a encadré en collaboration avec Saeb Hachem, alors chercheur chez Hydro-Québec, les travaux d'un étudiant de Ph.D. qui a développé des modèles de gestion de turbines de centrales hydroélectriques par programmation dynamique, qui sont maintenant appliqués à l'ensemble des centrales de la société

... Michèle Breton (suite).

d'État. Un autre projet, pour le compte d'Alcan, réalisé avec la même équipe, portait sur l'optimisation de la production hydroélectrique dans un cadre incertain. D'autres études ont porté sur l'exploration, la production et le raffinage de produits pétroliers.

Considérant la diversité de ses sujets de recherche, on s'étonne que Michèle Breton trouve le temps d'administrer le CReF et d'enseigner autant – régulièrement au profil énergie du MBA et au doctorat, où elle encadre actuellement une dizaine d'étudiants. « J'enseigne énormément et j'en retire autant de plaisir qu'à faire de la recherche. L'enseignement prend du temps mais c'est moins accablant. » Alors qu'elle prétend consacrer 50% de son temps à la recherche et 50% à l'enseignement, on a l'impression qu'elle consacre 100% à tous les deux et un autre 100% à l'administration.

Parmi les premiers étudiants du GERAD au début des années 1980, Michèle Breton reconnaît le rôle de « guide spirituel » qu'a joué Alain Haurie à l'époque. « Alain Haurie m'a proposé de faire un doctorat et de faire porter ma thèse sur la théorie des jeux, un domaine que je ne connaissais pas à l'époque et auquel je n'ai cessé de m'intéresser depuis. L'émulation est un aspect important en recherche. Un centre actif comme le GERAD attire les étudiants vers la recherche opérationnelle, et attire à Montréal les étudiants qui s'y intéressent. »

Le caractère multidisciplinaire fait la force du GERAD, ajoute-t-elle. « Il est encore plus important maintenant qu'en 1980 que les professeurs fassent de la recherche multidisciplinaire. On réunit des gens qui connaissent des choses différentes mais qui se complètent. Ceci dit, il y a toujours un dénominateur commun, la recherche opérationnelle, qui est multidisciplinaire depuis ses débuts, et un objectif commun, soit de régler des problèmes. » Et elle conclut en souriant : « C'est bon, n'est-ce pas, d'avoir des gens qui règlent des problèmes? » **G**



Les chercheurs en finance mathématique du GERAD sont aux ingénieurs financiers ce que les concepteurs d'outils de précision sont aux maîtres artisans.

L'équipe d'ingénierie financière du GERAD

- Hatem Ben Ameer :** processus stochastiques, simulation, programmation dynamique, produits dérivés
- Michèle Breton :** programmation dynamique, théorie des jeux, tarification de dérivés, optimisation de portefeuille
- Michel Denault :** Inéquations variationnelles, gestion des risques
- Geneviève Gauthier :** Calcul différentiel stochastique, processus stochastiques, produits dérivés, modélisation financière
- Pierre l'Écuyer :** Simulation, programmation dynamique, tarification de dérivés
- Bruno Rémillard :** Volatilité stochastique, séries chronologiques, estimation
- Felisa Vázquez-Abad :** Modèles stochastiques, optimisation stochastique, simulation

Les Cahiers du GERAD : l'histoire en quelques chiffres.



Dès la création du GERAD, il a été décidé de publier *Les Cahiers du GERAD* au lieu de les insérer dans une publication existante, comme celle de la direction de la recherche de HEC Montréal. Le premier cahier écrit par le principal fondateur du GERAD, Alain Haurie, avec son étudiant de doctorat, Pierre L'Écuyer, sous le titre de *Optimal and suboptimal Strategies for Group Preventive Replacement*, a paru en novembre 1980. Depuis, 1209 autres cahiers ont suivi. **Georges Zaccour** présente un aperçu des résultats d'une étude en cours sur l'histoire des Cahiers du GERAD¹.



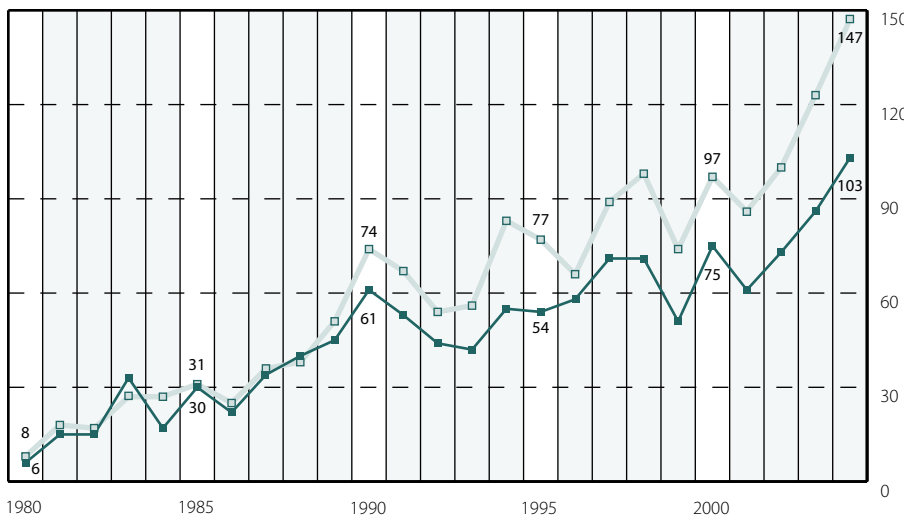
Le graphique ci-dessous trace l'évolution du nombre de publications chaque année. Malgré des hauts et des bas, phénomène connu sous le nom de cycle de publications, la tendance est à la hausse. En 2004, avec 103 cahiers, on a dépassé pour la première fois le cap des 100 par année. Un ajustement linéaire de ce nuage de points donne un coefficient de détermination R^1 de 0,86. Si la tendance se maintient, on publiera, en 2030, l'année du 50^e du GERAD, 164 cahiers, soit un peu plus de 3 cahiers par semaine en comptant les congés!

Ces 1210 cahiers sont l'œuvre de 679 auteurs différents. La très grande majorité des auteurs ont contribué à une ou deux publications. Parmi les grands producteurs, 10 personnes ont publié entre 30 et 59 cahiers, 4 personnes entre 60 et 99 et 4 personnes ont publié plus de 100 cahiers. La courbe claire du graphique fournit le nombre d'auteurs différents par année. Elle suit, grosso modo, celle du nombre de publications.

Le Tableau 1 donne la liste des 10 mots clés les plus fréquents tels que fournis par les auteurs. Il s'agit d'un décompte mécanique de mots sans aucune initiative de regroupement ou de qualification (les termes entre parenthèses sont des exemples qu'on trouve après le mot « très général » en question). Un travail de fond sera mené bientôt pour caractériser les thèmes des 1210 *Cahiers*. Bien évidemment, les résultats paraîtront dans un cahier du GERAD!
Suite à la page 10...

Tableau 1—Liste des 10 mot clés les plus fréquents

Mot	Nombre de cahiers
Programmation (mathématique, dynamique, bi niveaux, etc.)	222
Problème (de tournées, d'ordonnancement, etc.)	197
Optimisation (quadratique, linéaire, etc.)	151
Linéaire	142
Algorithme	123
Recherche (opérationnelle, à voisinage variable, etc.)	99
Réseaux	97
Jeux	96
Système	92
Heuristique	89



■ Nombre de cahiers du GERAD par année □ Nombre d'auteurs par année

Hormis ces considérations quantitatives, la question importante se pose : que sont devenus ces 1210 cahiers? Le Tableau 2 montre que 909 cahiers ont été publiés ou acceptés, surtout dans des revues scientifiques (environ 800), des actes de colloque ou comme chapitres de livre. Quatre-vingt cahiers n'ont pas été publiés et 53 sont actuellement en évaluation. La catégorie des cahiers non retracés, rapports techniques, thèses, etc. sera affinée bientôt.

Tableau 2 : Répartition des Cahiers du GERAD, 1980 à fin 2004

Cahiers publiés	821
Cahiers à paraître	88
Cahiers soumis	53
Cahiers non publiés	80
Cahiers non retracés, rapports techniques, thèses, etc.	168
Total	1210

Le Tableau 3 énumère les revues où au moins 5 cahiers ont été publiés. Ces revues totalisent 418 articles.

Cette liste ne surprend guère. Il s'agit généralement des revues trouvées dans le *Journal of Citation Report*, surtout sous les rubriques *Operations Research & Management Science*, *Applied Mathematics* et *Automation & Control Systems*. La présence relativement forte dans les revues majeures (*Mathematical Programming*, *Operations Research*, *Automatica*, *SIAM*, *IEEE Transactions on Automatic Control*, *Mathematics of Operations Research*, *Transportation Science*, etc.) témoigne de la qualité de la recherche effectuée au Centre... et de celle des Cahiers du GERAD. **G**

Georges Zaccour

¹ Remerciements à Caroline Peika et Adil Alillat pour leur assistance et à Francine Benoit, responsable de l'édition des Cahiers du GERAD.

Tableau 3 : Revues qui ont publié ou publieront les Cahiers du GERAD

European Journal of Operational Research	45
Journal of Optimization Theory and Applications	31
Operations Research	27
Mathematical Programming	26
Computers and Operations Research	22
Discrete Applied Mathematics	20
Transportation Science	19
Annals of Operations Research	15
Journal of the Operational Research Society	14
INFOR	14
Operations Research Letters	14
Discrete Mathematics	13
Journal of Classification	13
IEEE Transactions on Automatic Control	12
Journal of Global Optimization	11
RAIRO	11
Networks	11
Management Science	10
Journal of Chemical Information and Computer Sciences	9
Journal of Economic Dynamics and Control	9
YUJOR	8
Automatica	8
SIAM Journal on Optimization	7
Congressus Numerantium	7
Mathematics of Operations Research	7
Transportation Research	6
International Journal of Flexible Manufacturing Systems	6
Annals of the International Society of Dynamic Games	6
International Journal of Production Research	6
Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science	6
IIE Transactions	5
Optimal Control Applications and Methods	5
Naval Research Logistics	5

2^e ATELIER OON 2005 – OPTIMISATION DES RÉSEAUX OPTIQUES

Un important atelier sur l'optimisation des réseaux optiques s'est tenu les 14 et 15 avril derniers à l'Université de Montréal. L'atelier avait pour objectif de réunir des chercheurs du monde universitaire et de l'industrie afin d'échanger sur l'avenir des réseaux optiques.

Plus de 80 chercheurs, principalement de l'Amérique du Nord mais aussi de l'Europe, y ont participé à l'atelier organisé conjointement par Brigitte Jaumard, professeure à l'Université de Montréal, membre du GERAD et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'optimisation des réseaux de communications, et Alain Houle, professeur de génie informatique et de génie électrique à l'Université de Sherbrooke. Les conférenciers principaux étaient : Michel Bélanger de NORTEL, André Girard d'EXFO Electro-Optical Engineering Inc, Wayne D. Grover de TRILabs et de l'université de l'Alberta, Arie Koster de Konrad Zuse Zentrum für Informationstechnik (Berlin, ALLEMAGNE), Hussein Mouftah, professeur et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les réseaux optiques de l'Université d'Ottawa, et Biswanath Mukherjee, professeure au département de génie informatique de l'université de la Californie.

ÉVÉNEMENTS À VENIR

La théorie des jeux en marketing/ Game Theory in Marketing

Atelier international organisé par le GERAD

Les 3 et 4 juin, 2005

HEC Montréal

Cet atelier international a pour objectif de fournir un forum de discussion portant sur les développements récents dans les applications de la théorie des jeux en marketing. Parmi les sujets à l'ordre du jour, signalons notamment la tarification, les stratégies de publicité et de promotion ainsi que les conflits et la coopération dans les circuits de distribution. Afin de maximiser les échanges entre les participants, les sessions ne se tiendront pas en parallèle.

Voir le site : www.gerad.ca/colloques/gtm

Fifth International ISDG Workshop

Atelier international de la International Society of Dynamic Games

Du 21 au 24 septembre 2005

Segovia, ESPAGNE

Voir le site : www.gerad.ca/isdg

Newsletter

Groupe d'études et de recherche
 en analyse de décisions

GERAD

Volume 2 • Number 1
 May 2005

25 Years of Discoveries

Can the degree of success of a research centre be characterized by a single measurement? That is the task Georges Zaccour assigned himself for this special issue marking GERAD's 25th anniversary.

Please see **25 Years of Discoveries** on page 2...



GERAD Directors since the centre was founded. Standing left to right, Pierre Hansen (1996-2001), Richard Loulou (1989-92), Alain Haurie (1980-88), François Soumis (1992-96), and in front Georges Zaccour (2001-05).

bulletin@gerad.ca

SUMMARY

A Collective Accolade for GERAD: Alain Haurie.....	3
Energy and Environment at GERAD: Richard Loulou	5
Financial Engineering: Michèle Breton wants to solve problems.....	7
The History of <i>Les cahiers du GERAD</i> in a few figures	9

In this issue... we celebrate **GERAD's 25th anniversary**...

The first option was simply to do as empires did: measure the surface area controlled. When GERAD was founded it occupied a “four and a half room apartment” on Decelles, now it occupies “four tens and a half” of offices. In itself, that is an eloquent sign of success, but it does not stand up to a second examination for it fails to consider either the high latent demand for office space or the exogenous constraints.

A more conventional option would be to consider indicators such as publications, the number of graduates, grants obtained and more. As I tend to be parsimonious and know that these indicators are very much correlated, I will limit analysis to a single indicator, namely the publications in the series *Les Cahiers du GERAD* (GERAD discussion papers). The series includes 1210 papers, which makes for a lot of theorems, algorithms, and resolved abstract, conceptual, realistic and real problems. This mass of learning suffices to conclude that the group has performed well over the years and has amply earned the slogan *25 years of discoveries* (see article on page 9).


To mark the 25th anniversary, we have planned two flagship events. The first is an international colloquium (May 12-13, 2005) during which plenary speakers will be the four previous GERAD directors, Alain Haurie, Richard Loulou, François Soumis, and Pierre Hansen. The colloquium will also be an opportunity to pay tribute to GERAD's founders. The second project is mind-boggling in scope and consists in publishing 10 volumes by Springer representing our research themes (see box). Some will be GERAD classics, such as energy (see article on page 5). Others will be recent innovations like financial engineering (see article on page 7). This project mobilized 24 editors, who are GERAD members, and resulted in 3218 pages in 116 chapters, written by 250 authors from throughout the world. These publications will be launched on May 11.

List of **commemorative volumes** for GERAD's 25th Anniversary

- *Essays and Surveys in Global Optimization*
C. Audet, P. Hansen, G. Savard
- *Graph Theory and Combinatorial Optimization*
D. Avis, A. Hertz, O. Marcotte
- *Numerical Methods in Finance*
H. Ben-Ameur, M. Breton
- *Analysis, Control and Optimization of Complex Dynamic Systems*
E.K. Boukas, R. Malhamé
- *Column Generation*
G. Desaulniers, J. Desrosiers, M.M. Solomon
- *Statistical Modeling and Analysis for Complex Data Problems*
P. Duchesne, B. Rémillard
- *Performance Evaluation and Planning Methods for the Next Generation Internet*
A. Girard, B. Sansò, F. Vázquez-Abad
- *Dynamic Games: Theory and Applications*
A. Haurie, G. Zaccour
- *Logistics Systems: Design and Optimization*
A. Langevin, D. Riopel
- *Energy and Environment*
R. Loulou, J.-P. Waub, G. Zaccour

In conclusion, I would like to take the opportunity provided by our celebration to thank all the members of our administrative and technical staff, some of whom, such as Anita Beauchamp, have been with

us for a long time. Thanks to them, we all enjoy a very pleasant work environment.

Long life to GERAD!
Georges Zaccour 

GERAD Newsletter

Published 2 to 3 times a year by GERAD.

Director
Georges Zaccour
georges.zaccour@gerad.ca

GERAD
HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal, Québec, Canada
H3T 2A7
Telephone : (514) 340-6053

Web site
www.gerad.ca
bulletin@gerad.ca

Editor
Robin Philpot
rphilpot@sympatico.ca

Translation
Robin Philpot

Graphic Design
HEC Montréal

Legal deposit: 2nd quarter 2005
Bibliothèque nationale du Québec

Reproduction authorized with
acknowledgement of source.

GERAD founder Alain Haurie gives group a **Collective Accolade**

“It was a very exciting time in my life. The group began when several colleagues decided to work together. Early in the 1980s, we had a dynamic and enthusiastic group of researchers who were also wise enough to join forces and show confidence in each other without fearing that others might take their ideas.”

That is how Alain Haurie, founder of GERAD, describes the spirit behind the group of research professors at HEC Montréal, École Polytechnique, Université de Montréal and McGill who founded the Groupe d'études et de recherche en analyse de décisions (GERAD). Twenty-five years later, he recalls some of the milestones in GERAD's history, and hazards some opinions on the group's future.

Though Alain Haurie left for a Professorship at the University of Geneva in 1988, he never really left the research group that he founded in 1980, then headed until 1988, and to which he still belongs. He sees GERAD as a unique research centre. “There are other important groups, especially in the United States and Europe, but they aren't like GERAD,” says Alain Haurie. “Rarely is the general attitude at other places positive. Often it is bogged down by resistance, caution, and obstacles. People are more suspicious. In Montreal, we had a very keen environment and institutions that were open to new ideas, especially in Quebec.”

In the 1970s, Alain Haurie was a Professor and Head of the Quantitative Methods Department at HEC Montréal, but he also taught at École Polytechnique. At that time he was clearly aware that there were common decision analysis problems and a community of scientific interest in the areas of business management and engineering. The former normally concerned HEC while the latter con-

cerned Polytechnique. This prompted him to propose to his colleagues at HEC and Polytechnique to join forces and put their ideas and research projects together. This collaborative effort resulted, for instance, in the organization of the first Optimization Days, which still take place. Alain Haurie's colleagues at the time included Jacques Gauvin from Polytechnique, Michel Delfour from the Université de Montréal, Gilbert Laporte from HEC and Richard Loulou and Jean-Louis Goffin, professors at the McGill Faculty of Management.

“We simply said to ourselves, why don't we establish a research structure? Basically,

“There are other important groups, especially in the United States and Europe, but they aren't like GERAD, says Alain Haurie. Rarely is the general attitude at other places positive. Often it is bogged down by resistance, caution, and obstacles. People are more suspicious. In Montreal, we had a very keen environment and institutions that were open to new ideas, especially in Quebec.”

GERAD formalized our desire to work together as well as the cooperative initiatives that had already been developing for several years. At first, we had a very light structure. The Administrative Director of HEC provided us with our first offices located on the main floor of a building at the corner of Decelles and Côte-des-Neiges. I moved my office there and we hired a secretary, Anita Beauchamp, who is still with GERAD.” Soon thereafter, GERAD moved to a building at the corner of Côte-des-Neiges and Lacombe. Other professors and teams joined, such as François Soumis and Jacques Desrosiers, along with professional researchers.

Getting professors to work together and establishing a light infrastructure is a fine idea, but that alone does not create an international calibre research centre.



Alain Haurie agrees on this point. “What really transformed our research group was the infrastructure-building research funding program established by the Quebec Government. The five-year program from the FCAR funding body was very successful for GERAD. The grant followed on a request made by Richard Loulou, François Soumis, and me, with the collaboration of Édouard Wagneur, a researcher at HEC Montréal.”

Richard Loulou also insists on the crucial role the infrastructure grant played in the early development of GERAD, but adds that Alain Haurie's role cannot be underestimated. “With the infrastructure grant, we were able to hire research professionals, which was rare in those days. That put us in a position to start up some very significant research work, that and Alain Haurie's drive!”

... Alain Haurie from page 3.



“It is very pleasing for me to see that the first students associated with GERAD, people like Georges Zaccour, Gilles Savard, Pierre L’Écuyer, and Michèle Breton, are now leaders in their fields and the driving forces in GERAD. Their success is outstanding.”

GERAD is distinctive because it is a multi-university centre. It formally took on this status in 1987. Alain Haurie recalls that “delicate” operation of conciliating different institutional interests and habits and salutes in turn the efforts of his colleague Richard Loulou. “He quickly proposed the idea of participating in GERAD to the McGill Board of Governors and successfully saw that it was adopted, even though HEC Montréal and École Polytechnique were hesitating. Once McGill agreed, the others soon stopped hesitating.”

Richard Loulou also remembers that stage. “It was difficult in the beginning, especially at McGill. GERAD was located on the other side of Mount Royal and the work was conducted mostly in French. Habits are hard to change. But at the end of the year, when GERAD publishes its annual report with all the successful sci-

entific work and visibility, everybody is satisfied.”

GERAD’s success and staying power over the past 25 years do not surprise the man who founded it. For Alain Haurie, the quality of researchers has always been outstanding, the group was built on good foundations, it rapidly acquired powerful computational equipment, and there was always a deep desire to work together. He adds that GERAD’s institutional sponsors have contributed by recruiting high-quality research professors and by strengthening their operations research teams. One example of this foresight was the recruitment of Pierre Hansen by HEC Montréal. Professor Hansen headed GERAD from 1996 to 2001.

“GERAD’s success corresponds very much to what I hoped and expected to happen. It is the largest concentration of research-

ers in operations research in Canada. When I was a member of the NSERC Selection Committee, I learned what GERAD’s name and reputation meant.”

Many of Alain Haurie’s students have become professors or researchers. “It is very pleasing for me to see that the first students associated with GERAD, people like Georges Zaccour, Gilles Savard, Pierre L’Écuyer, and Michèle Breton, are now leaders in their fields and the driving forces in GERAD. Their success is outstanding.”

A quarter century after founding GERAD, Alain Haurie is convinced the group will be called on to continue for another 25 years. “The quality of the upcoming generation will determine future success. Decision-making has always been a complicated matter and the need for researchers in this field will become increasingly critical in the future. The amount of data and money to take into account is growing steadily, as is the number of variables at play. Take Kyoto, for example. The problems are extremely complex, decisions can greatly impact the economy, the financial world, and the environment. What’s more, the complexity of risk management is mind-boggling. GERAD researchers will continue to make a contribution to the science of decision-making.”

Alain Haurie remains a firm believer in team work. People can brainstorm freely, share equipment, hire topnotch professional researchers, and attain a critical mass that industry and public funding agencies must take into account. His experience with GERAD has shown that everybody stands to benefit.

As founder of GERAD, Alain Haurie does not hesitate to grant the organization a Collective Accolade. 

Energy and environment at GERAD or the art of being in the right place at the right time

It would be a mistake to celebrate GERAD's 25th anniversary without saluting the group's historic energy/environment team that is also about to mark its 25th year? The man who has led the group from the beginning, and who was with Alain Haurie when GERAD was founded, is **Richard Loulou**, Professor Emeritus at the McGill University Faculty of Management.

"Alain Haurie and I were somewhat opportunists when we created the energy/environment team in 1980 or 81," recalls Richard Loulou with a smile. "Following the second oil crisis in 1979, that really upset governments, we began taking an interest in energy. It was just the right time to do research on energy and feed policy decision-making in that area."

As a rule, researchers start from a scientific interest or theory and then develop a model. The energy and environment team, however, took the existing model MARKAL, which partly belonged to Canada through the International Energy Agency, and revamped it thoroughly. The model was free because Canada was one of the countries that had funded its development through the Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP), under the auspices of the International Energy Agency. At that time however, the Canadian version of the model was in an abysmal state, recalls Professor Loulou.

MARKAL is now a world reference. It has been improved more than 20 times, and GERAD researchers have been responsible for a large portion of the improvements. More than 50 countries use it now, some officially, such as Indonesia, the United States, and many countries in Europe, while others in a semi-official manner. Its broad diffusion was facilitated because ETSAP released the model

freely to the public domain.

"The model deals with the long term, 20, 30, even 50 years," notes Richard Loulou. "The starting point is not demand for electricity or other forms of energy, but rather demand for services, economic demand, the trends in housing construction, industrial development, transportation, in short, everything that drives economic growth. With all this fully integrated information, the model determines what the energy system must do so as to meet economic growth intelligently, by minimizing total cost for society over 50 years, for example. It takes the standpoint of the whole society and is not limited only to that of energy producers or of consumers. Operations research methods drive the model."

MARKAL was very poorly applied to Canada in the beginning, mainly because it ignored regional differences. The model therefore had to be regionalized. Moreover, it is also a glutton for data, and requires an enormous effort to gather data that are specific to provinces or regions. "Through grants obtained, we were able to gather the data and build very serious models, first for Quebec and then for all the other provinces and territories."

The GERAD team's success story could have ended as quickly as the oil crisis in the mid 1980s were it not for energy's twin sister, the environment. The team's studies first helped in the fight against acid rain. After that, people in scientific circles like GERAD began to study the issue of greenhouse gases, recalls Richard Loulou. But the problem remained limited to academic circles until the Summit in Rio in 1992. Interest in the issue then started growing, especially in Europe.

The recent history of the Kyoto protocol illustrates how relevant it is to have a centre that is devoted to studying and



analysing decisions with a comprehensive approach to issues such as energy. Richard Loulou remembers how Kyoto hit Canada like a sledge hammer, but how GERAD was in an excellent position to help. "Our Environment Minister went to Kyoto in 1997 not thinking for a moment that Vice President Gore of the United States would sign the protocol. Canada felt obliged to sign on too, yet not a single study had been conducted! Signing of the agreement therefore prompted a mini-revolution in the Canadian Government. A massive study program was initiated and our researchers were entrusted with a considerable portion of those studies."

Canada maintained the pace in studies until 2002. This led Richard Loulou to interrupt his university teaching career, but not his research nor his work with GERAD, and to devote his time to research and consultation with the energy and environmental modeling company HALOA, established in 1987. Canada then stopped commissioning studies in 2002 and adopted a political approach to greenhouse gas emissions reduction. This story, of course, is still being written.

... Richard Loulou from page 5.

Though Canada has been wavering on this issue, GERAD researchers, who continue to be the MARKAL model enhancers and the experts on the mathematic and economic aspects, have not been slowed down. The United States Department of Energy has adopted the MARKAL approach to develop a world model (SAGE) so as to produce an annual 20-year forecast known as the International Energy Outlook. “This is a whole new level that has launched us into new areas of research. ETSAP also decided to build its own world model, focusing more on the study of energy and climate policy than on forecasting. We have contributed to both projects. More recently, the 25 European Union countries decided to build a European model.”

Unlike the GENCOL team whose research resulted in the foundation of the spin-off company AD OPT and commercialization of software for large aeronautical companies, GERAD energy and environment researchers perfect a model that does not belong to anybody and they work mainly for public agencies, governments or international bodies. “Our colleagues François Soumis and Jacques Desrosiers took another route and founded a parallel company,” notes Richard Loulou. “However, we haven’t commercialized the MARKAL model, for which there is no copyright, patent, or royalties. But the universities and GERAD have still benefited tremendously from it, both financially and scientifically.”

Richard Loulou, like his friend and colleague Alan Haurie, is an unbending fan of team work. The energy/environment team includes Jean-Philippe Waaub, Professor of Geography at UQAM and a former student of Richard Loulou’s. Professor Waaub is mainly interested in the environment, in impact studies, and in the Multicriterion Decision Analysis method (MCDA). Amit Kanudia, Senior Research Associate at McGill University, is “our IT genius,” says Richard Loulou. “Amit’s contribution is enormous. Without him, we would have a very hard




After 25 years with GERAD, including four years as director (1989-1992), Richard Loulou is particularly happy that the group has never become a “kind of impersonal machine”.

time implementing everything we want to with the MARKAL model.” The other very active researchers are Kathleen Vaillancourt and Maryse Labriet, both postdoctoral students at GERAD.

After 25 years with GERAD, including four years as director (1989-1992), Richard Loulou is particularly happy that the group has never become a “kind of impersonal machine. From the beginning, the spirit has been to put self-interest aside and to work in cooperation, as a team. That is essential. Every one of us was glad to be here, and that is still the case. It’s remarkable! I’ve seen other centres where everything is measured and quantified. At GERAD, we are guided by enthusiasm, not by calculated gain. Young people enjoy it here because the “older ones” don’t try to dominate them. GERAD has become a worldwide reference in operations research. That is what makes this centre so attractive.”

Richard Loulou predicts a promising future for GERAD. One reason is the way it

operates. “GERAD is a multi-university centre, but it has always insisted on being headed by its members. The Director is chosen by its members, even though the official appointment comes from above. It is not kept alive by its participating universities; inspiration and grants come from below, from GERAD’s researchers and its teams. Moreover, there is a real and pressing need for operations research in our society, be it fundamental or applied.”

Professor Loulou concludes with a note of praise for the current Director of GERAD, Georges Zaccour, a former student at the centre. “Georges Zaccour is the first representative of the second generation to head GERAD. He managed to obtain Quebec’s recognition as an international calibre centre and quadruple our funding. He has also inspired new areas of research and attracted new highly qualified members.” 

Michèle Breton wants to solve problems, be they financial or not

Not everybody can talk about operations research and financial engineering in the same breath. Even fewer are specialized in both fields. Michèle Breton, a GERAD member and Professor in the HEC Montreal Department of Management Sciences, and other GERAD researchers in mathematical finance are in this select group. Their secret is to be eclectic in research and to drive to find applications.



“We called what we’re doing *Financial Engineering* almost for marketing purposes, but we are really involved in mathematical finance,” specifies Michèle Breton, who along with a colleague in finance founded HEC Montréal’s Masters’ program in Financial Engineering. “Financial engineers develop financial products to meet specific needs, but to do so they need tools such as methods for solving partial derivative equations, dynamic programming, stochastic optimization, or time series estimation.” In other words, GERAD researchers in mathematical finance are to financial engineers what precision tool designers are to master craftsmen.

Necessity is said to be the mother of invention. In fact, necessity best explains why the terms *operations research* and *financial engineering* were coined. These twentieth century words simply helped define the evolution of decision-making methods as well as the resultant action and products. The demands of war were responsible for the initial launch of the former term *operations research*. The latter, *financial engineering*, borrowed from the Japanese term *zaiteku* or *zaitech*, represented new approaches to solving increasingly complex financial problems. Though both qualify as new twentieth cen-

tury words, their career in the twenty-first century is booming. And though both describe apparently abstract fields of work, they have the common mission of solving concrete problems.

Michèle Breton embodies the drive to find applications, be it as a researcher, as a professor or as an administrator – in addition to being a GERAD member, she heads the Centre for Research on e-finance (CReF). “I enjoy applied research. What interests me is finding all the possible applications of mathematics. I work in environment, energy, finance, game theory, marketing, economics, and more. Modeling is also stimulating, but not to the stage of developing marketable tools. That part takes a lot of time and should be done by professionals.”

She attributes her drive to find applications to her undergraduate and graduate training as an engineer at École Polytechnique de Montréal. It pleases her when private companies support research projects and thereby enable her students to work on specific projects. Students often make interesting discoveries when they are conducting research within the framework established to meet the company’s goals.

Michèle Breton has been with HEC Montréal since 1977, first as a lecturer then as a professor. She explains that she became interested in finance when the financial engineering program was created so as to “find ways to apply operations research methods to portfolio management and risk management. Once a financial product is developed, it still has to be priced to determine its value. For very liquid products, the law of the market will establish an equilibrium price. However, we are often asked to evaluate new products or exotic derivatives that are traded through negotiation and mutual agreement.”

By definition, GERAD researchers analyze decision-making. It is not surprising therefore that they are very concerned by the issues of the day. The Kyoto Protocol is a case in point considering the impacts its application is predicted to have on all sectors of activity. GERAD’s mathematical finance researches are no exception. For example, Michèle Breton plans to develop a research focus on pollution permits or carbon emissions credits that need to be evaluated. “We are becoming increasingly interested in climatic and energy derivatives.”

Michèle Breton’s research is by no means limited to mathematical finance. For example, together with Saeb Hachem, a researcher with Hydro-Québec, she oversaw the work of a PhD student who developed hydroelectric turbine management models using dynamic programming methods. These models are now used in all of Hydro-Québec’s generating stations. Another project conducted by the same research team, this time for Alcan, focused on optimizing hydroelectric generation in a situation of uncertainty. Other


...Michèle Breton from page 7.

projects have dealt with exploration for, and production and refining of, petroleum products.

With such diversity in research subjects, one wonders where Michèle Breton finds time to administrate the CReF and to teach so much, both in the MBA energy profile and at the doctorate level, where she oversees some ten students. “I teach a lot and enjoy teaching as much as I do research. Teaching takes time but it’s less overwhelming.” She claims she devotes half her time to research and half to teaching, but it seems that she devotes 100 percent of her time to both, as well as another 100 percent to administration.

Having been among the first students at GERAD in the early 1980s, Michèle Breton recognizes the role Alain Haurie played as a sort of “spiritual leader”. “Alain Haurie proposed that I do a doctorate and suggested it could be on game theory, an area I knew very little about. Since then, game theory has never ceased to intrigue me. Emulation is an important aspect in research. An active centre like GERAD attracts students to operations research, and also attracts students to Montreal who wish to specialize in it.”

One of GERAD’s major assets is its multidisciplinary nature, adds Michèle Breton. “It is even more important now than in 1980 for professors to do multidisciplinary research. People with different experience and knowledge are brought together and they complement each other. But there is always a common denominator, namely operations research, which has been multidisciplinary since its inception, and a common goal, solving problems.”

“Isn’t that a good thing to have people trying to solve problems?” concludes Michèle Breton with a smile. 



GERAD researchers in mathematical finance are to financial engineers what precision tool designers are to master craftsmen.

GERAD’s Financial Engineering Team

Hatem Ben Ameur:	stochastic processes, simulation, dynamic programming, derivatives
Michèle Breton:	dynamic programming, game theory, derivative pricing, portfolio optimization
Michel Denault:	Variational inequalities, risk management
Geneviève Gauthier:	Stochastic calculus, stochastic processes, derivatives, financial modelling
Pierre l’Écuyer:	Simulation, dynamic programming, derivative pricing
Bruno Rémillard:	Stochastic volatility, time series, estimation
Felisa Vázquez-Abad:	Stochastic models, stochastic optimization, simulation

The History of *Les Cahiers du GERAD* in a few figures



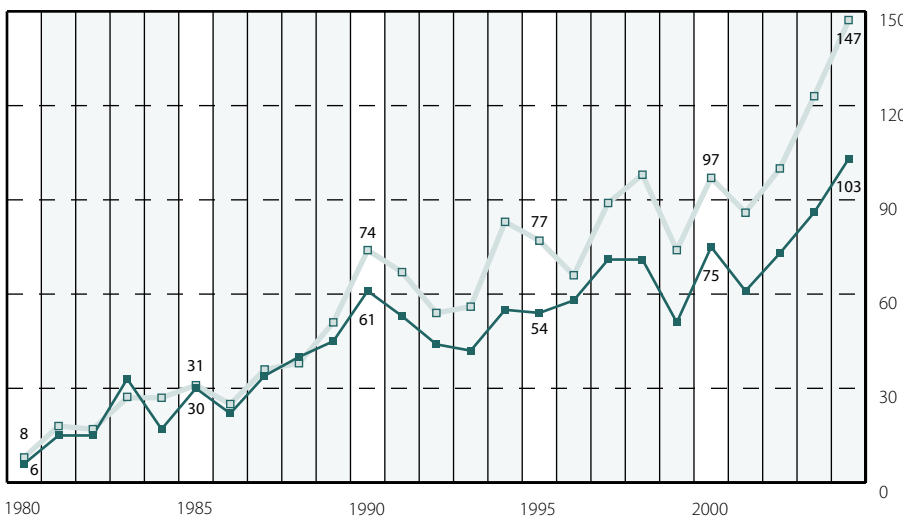
When GERAD was created, it was decided to publish *Les cahiers du GERAD* instead of inserting them in an existing publication, such as the HEC Montréal’s research department publication. The first *Cahier* or discussion paper, written by the main founder of GERAD, Alain Haurie, along with his doctoral student, Pierre L’Écuyer, bore the title *Optimal and suboptimal Strategies for Group Preventive Replacement* and appeared in November 1980. Since then, 1209 discussion papers have followed suit. **Georges Zaccour** presents a brief look at the results of a study underway on the history of the *Les cahiers du GERAD*.¹



The graph below traces the evolution of the number of publications each year. Despite highs and lows, a phenomenon known as the publication cycle, the trend shows steady growth. En 2004 with 103 papers published, GERAD went past the 100 papers a year milestone. A linear adjustment of the cluster of points shows an R^2 coefficient of determination of 0.86. If the trend continues, GERAD will publish 164 papers in its 50th year in 2030, or a little more than three papers a week, holidays included.

These papers were written by 679 different authors. The vast majority of them have contributed to one or two publications. Among the most prolific, 10 people have published between 30 and 59 papers, four have published from 60 to 90, and four others have published

more than 100 papers. The graph below also provides the number of different authors a year. This curve tends to follow the curve representing the number of publications.



■ Number of GERAD papers per year □ Number of authors per year

Table 1 provides the list of the 10 most frequent key words as supplied by the authors. They have been counted mechanically with no attempt to group or qualify them (the words in brackets are examples of the words following the “very general” initial term). Further research will soon be conducted to characterize the themes of the 1210 *Cahiers*. The results will be published in a future *Cahier du GERAD*, of course!

Table 1: List of 10 most frequent key words

Key word	Number of papers
Programming (mathematical, dynamic, bi level, etc.)	222
Problem (routing, scheduling, etc.)	197
Optimization (quadratic, linear, etc.)	151
Linear	142
Algorithm	123
Research (operations, variable neighbourhood, etc.)	99
Networks	97
Games	96
System	92
Heuristic	89

Over and above quantitative considerations, the question remains: what has come of these 1210 papers? Table 2 shows that 909 papers have been published or accepted for publication, mainly in scientific journals (about 800), colloquia proceedings, or book chapters. Eighty papers have not been published, and 53 are now being reviewed. The category of untraced discussion papers, technical reports, theses, etc. will soon be refined.

Table 2: Publishing breakdown of GERAD papers, from 1980 to the end of 2004

Breakdown, Cahiers du GERAD	
Papers published	821
Accepted Papers	88
Papers submitted	53
Unpublished papers	80
Untraced papers, technical reports, theses, etc.	168
Total	1210

Table 3 lists the journals that have published at least five papers. These journals account for 418 articles.

This list is by no means surprising. It mainly includes journals presented in the *Journal of Citation Report*, under the headings *Operations Research & Management Science*, *Applied Mathematics* and *Automation & Control Systems*. The relatively strong presence in the major journals (*Mathematical Programming*, *Operations Research*, *Automatica*, *SIAM*, *IEEE Transactions on Automatic Control*, *Mathematics of Operations Research*, *Transportation Science*, etc.) bears witness to the quality of research carried out at the centre... and the quality of *Les Cahiers du GERAD*.

Georges Zaccour

¹ I would like to thank Caroline Peika and Adil Allilat for their help and Francine Benoit, who is responsible for editing *Les Cahiers du GERAD*.

Table 3: Journals that have published or will publish GERAD discussion papers

European Journal of Operational Research	45
Journal of Optimization Theory and Applications	31
Operations Research	27
Mathematical Programming	26
Computers and Operations Research	22
Discrete Applied Mathematics	20
Transportation Science	19
Annals of Operations Research	15
Journal of the Operational Research Society	14
INFOR	14
Operations Research Letters	14
Discrete Mathematics	13
Journal of Classification	13
IEEE Transactions on Automatic Control	12
Journal of Global Optimization	11
RAIRO	11
Networks	11
Management Science	10
Journal of Chemical Information and Computer Sciences	9
Journal of Economic Dynamics and Control	9
YUJOR	8
Automatica	8
SIAM Journal on Optimization	7
Congressus Numerantium	7
Mathematics of Operations Research	7
Transportation Research	6
International Journal of Flexible Manufacturing Systems	6
Annals of the International Society of Dynamic Games	6
International Journal of Production Research	6
Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science	6
IIE Transactions	5
Optimal Control Applications and Methods	5
Naval Research Logistics	5

2nd WORKSHOP OON 2005 – OPTIMIZATION OF OPTICAL NETWORKS

An important workshop on optimization of optical networks was held on April 14 and 15 at the Université de Montréal. The goal was to bring together researchers from the academic and industrial worlds in order to discuss the future of optical networks.

More than 80 researchers, mainly from North America but also from Europe, took part in the workshop that was organized jointly by Brigitte Jaumard, Professor at Université de Montréal, a GERAD member, and head of the Canada Research Chair on Optimization of Communications Networks, and Alain Houle, Professor in the Computer and Electrical Engineering Department at the Université de Sherbrooke.

Main speakers at the workshop were Michel Bélanger from NORTEL, André Girard from EXFO Electro-Optical Engineering Inc, Wayne D. Grover from TRILabs and the University of Alberta, Arie Koster from Konrad Zuse Zentrum für Informationstechnik, Berlin, Germany, Hussein Mouftah, Professor and head of the Canada Research Chair on Optical Networks at the University of Ottawa, and Biswanath Mukherjee, Professor, Department of Computer Science, University of California.

UPCOMING EVENTS

Game Theory in Marketing

An international workshop organized by GERAD

June 3-4, 2005
HEC Montréal

The objective of this international workshop is to provide a forum to discuss recent advances in the applications of game theory to marketing problems. Topics include pricing, advertising and promotion strategies as well as conflicts and cooperation in marketing channels. To maximize interaction among participants, no parallel sessions are planned.

See website:

www.gerad.ca/colloques/gtm

Fifth International ISDG Workshop

GERAD will cosponsor this workshop of the International Society of Dynamic Games

September 21-24, 2005
Segovia, Spain

See website: www.gerad.ca/isdg