

Bulletin

Groupe d'études et de recherche
en analyse de décisions

GERAD

DES IDÉES, DES COLLABORATIONS, DES DÉBATS



J'ai le grand plaisir de vous faire parvenir ce premier numéro du Bulletin du GERAD qui sera publié deux à trois fois l'an.

L'objectif poursuivi par ce bulletin est d'informer les chercheurs et les étudiants ainsi que les entreprises et les pouvoirs publics des travaux de nos membres et de nos différentes équipes de recherche. À l'aide de ce bulletin, nous espérons aussi faire émerger des idées novatrices et de nouvelles collaborations et susciter, à l'occasion, des débats sur notre discipline, la recherche opérationnelle définie d'une manière très large, et sur notre métier.

La place de premier plan que s'est taillée le GERAD sur l'échiquier mondial est certes due à la passion qui anime ses chercheurs et ses étudiants mais aussi au financement et à l'infrastructure disponibles. Je voudrais profiter de cette tribune pour remercier les organisations qui ont cru, dès le départ, au potentiel et à la valeur du GERAD et nous ont soutenus durant ces années. Il s'agit de HEC Montréal, de l'École Polytechnique de Montréal, de l'Université McGill, de l'Université du Québec à Montréal et, bien sûr, du Conseil de recherche en sciences naturelles et du génie du Canada (CRSNG) et le Fonds de recherche sur la nature et les technologies (FQNRT).

Bonne lecture!

Georges Zaccour
Directeur du GERAD

Écrivez-nous à : bulletin@gerad.ca

bulletin@gerad.ca

SOMMAIRE

Nouvelles brèves	2
GENCOL : une envolée qui ne se dément pas	3
Pierre Hansen ou la passion de la recherche	5
Tamer Boyaci - Recherche opérationnelle avec un accent social	7

PETER CAINES ET GEORGES ZACCOUR ÉLUS À LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

Peter Caines et Georges Zaccour ont été élus à la Société royale du Canada, respectivement à l'Académie des sciences et à l'Académie des lettres et des sciences humaines. **Il s'agit de la reconnaissance professionnelle la plus prestigieuse dans le domaine des sciences et de l'érudition au Canada.**

Peter Caines a mérité une grande renommée grâce à ses contributions à la théorie de l'identification des systèmes stochastiques. Il est co-auteur d'un travail sur le contrôle adaptatif de systèmes déterministes et stochastiques qui est reconnu comme une contribution faisant école, au 20^e siècle, en théorie de contrôle. Il est également auteur d'un texte de base sur les systèmes stochastiques. Ses recherches sur les systèmes complexes comportent l'introduction de notions d'agrégation d'états découlant de la structure de commandabilité du système de départ; l'existence d'une transition commandée dans le système agrégé garantit l'existence d'une telle transition dans le système avant agrégation, propriété capitale pour la synthèse hiérarchique d'automatismes. Il a aussi défini un produit synchrone d'automates commandés qui généralise les définitions existantes dans le domaine. Ces idées ont permis d'élaborer une théorie de commande pour systèmes complexes et de nouvelles méthodes de calcul pour en optimiser leur contrôle.

Georges Zaccour est un chercheur de renommée internationale dont les travaux conceptuels et appliqués en théorie des jeux dynamiques ont fait leur marque dans plusieurs domaines, notamment en gestion de l'environnement et de l'énergie, en marketing et en recherche opérationnelle. Son approche pluridisciplinaire permet un traitement novateur de nombreux problèmes posés dans ces domaines. Ses contributions théoriques les plus fondamentales ont porté sur la rationalité individuelle dynamique, le design de

mécanismes de coopération durable entre agents économiques et sociaux et le développement d'un nouveau concept d'équilibre dynamique de Nash qui permet aux joueurs d'adapter leurs stratégies à des événements aléatoires.

Signalons que **Jacques Desrosiers, Pierre Hansen, Alain Haurie et Gilbert Laporte** sont aussi membres de la Société royale.

ATELIERS THÉMATIQUES

Un dialogue soutenu entre chercheurs, étudiants et entreprises.

Le GERAD a lancé une nouvelle activité intitulée « Ateliers thématiques. » Ces ateliers auront lieu deux fois l'an et viseront à instaurer un dialogue soutenu entre chercheurs, étudiants et entreprises. Les échanges devraient permettre aux étudiants et aux chercheurs de rester à l'écoute des besoins des entreprises de même qu'aux entreprises d'être exposées aux résultats scientifiques obtenus dans le cadre des programmes de recherche poursuivis au GERAD.

Le premier atelier thématique du GERAD, organisé par André Turgeon, s'est tenu le 26 novembre dernier. Il portait sur la planification et l'optimisation de la production d'énergie électrique à Hydro-Québec. À cette occasion, trois excellents conférenciers de la direction Planification et optimisation de la production, à Hydro-Québec, ont parlé des problèmes liés à la gestion des 26 grands réservoirs et des 54 centrales hydroélectriques de cette entreprise dans un monde déréglementé.

Monsieur André Cauchon, directeur Planification et optimisation de la production, à Hydro-Québec, a d'abord fait un survol des problèmes de gestion des équipements de production à court, à moyen et à long terme. Il a ensuite entretenu l'auditoire des problèmes liés à l'achat et à la vente d'énergie électrique sur les marchés spot. Monsieur Denis Tremblay, conseiller à la même direction, a poursuivi en décrivant les modèles con-

ceptuels de prévision d'apports utilisés par Hydro-Québec. Il a terminé en faisant une description du logiciel utilisé pour générer un grand nombre de scénarios d'apports journaliers équiprobables sur une période d'une année.

Pour sa part, M. Marcel-Paul Raymond, chef, Stratégies et plan annuel, a montré comment les problèmes de gestion des équipements de production à court, à moyen et à long terme pouvaient se formuler comme des problèmes d'optimisation mathématique déterministes et stochastiques. Il a, par la suite, présenté les modèles d'optimisation utilisés dans son unité.

Aux dires de tous, l'atelier a été un fort succès.

Le deuxième atelier thématique, qui portera sur l'exploitation des données (Data mining), aura lieu en mars 2004 et sera organisé par François Bellavance et Denis Larocque.

DES MEMBRES DU GERAD NOMMÉS TITULAIRES DE NOUVELLES CHAIRES DE RECHERCHE

Pierre Hansen fut nommé titulaire de la *Chaire en exploitation des données* créée récemment par HEC Montréal.

Pierre L'Écuyer fut nommé titulaire de la *Chaire de recherche du Canada en simulation et en optimisation des systèmes*.

Les autres titulaires de chaires de recherche du GERAD sont :

Brigitte Jaumard : *Chaire de recherche du Canada en optimisation de la planification de réseaux de communication*

Gilbert Laporte : *Chaire de recherche du Canada en distributive*

François Soumis : *Chaire de recherche du Canada en optimisation des grands réseaux de transport (OGRT)*

André Turgeon : *Chaire industrielle sur la gestion des ressources hydriques*



Sous la loupe

GENCOL : une envolée qui ne se dément pas

Que peuvent bien avoir en commun une écolière de 7 ans qui attend « le péril jaune » en bas de l'escalier, rue Saint-Vallier à Montréal, et l'homme d'affaires qui attend son jet d'affaires à l'aéroport de Dallas ou de New York?

Réponse : l'autobus scolaire et le jet d'affaires arriveront à temps et ne perdront pas de temps en se rendant à destination grâce à un progiciel conçu et mis au point depuis le début des années 1980 par le Groupe Gencol du GERAD. L'acronyme Gencol provient d'un concept mathématique appelé « Génération de colonnes », connu depuis les années 1960 mais peu utilisé avant que les fondateurs du Gencol, **François Soumis** et **Jacques Desrosiers**, ne l'appliquent à un problème de transport. Gencol est maintenant utilisé dans le monde entier. Il sert notamment à optimiser les horaires des équipes de travail et à optimiser l'utilisation des équipements, principalement dans le transport urbain et le transport aérien.

L'histoire du Gencol se lit comme une aventure à la fois d'inventeurs passionnés et d'entrepreneurs audacieux. Elle commence en 1981 lorsque les professeurs Soumis et Desrosiers de HEC Montréal, qui se connaissaient déjà comme amis, décident de collaborer ensemble en recherche.

« *Essentiellement*, dit Jacques Desrosiers, nous avons pris un problème mathématique résiduel de ma thèse de doctorat qui portait sur le

L'histoire du Gencol se lit comme une aventure d'inventeurs passionnés et d'entrepreneurs audacieux.

transport scolaire. Nous lui avons trouvé une solution et, par la suite, nous avons découvert beaucoup d'autres applications dans de nombreux domaines. »

Comment déterminer le meilleur itinéraire d'un autobus scolaire en tenant compte de contraintes et de règles aussi variées que les nombreuses dispositions de conventions collectives, les embouteillages aux heures de pointe, les divers horaires scolaires, les coûts de carburant, les autres possibilités d'utilisation des véhicules, et ainsi de suite? Et comment établir le meilleur horaire du personnel? Avant le développement du Gencol, l'optimisation se faisait généralement au moyen de méthodes heuristiques traditionnelles. La méthode par génération de colonnes permet de traiter dix fois plus de contraintes. Pour les nuls en mathématiques, les colonnes sont des chemins ou des itinéraires d'un point A à un point B.

François Soumis et Jacques Desrosiers citent en exemple un « petit problème » de transport où il faut choisir parmi un nombre d'itinéraires potentiels de l'ordre de 190 000 000 000 000 soit des centaines de millions de millions de choix. Le programme Gencol permet de ramener ce chiffre, inouï pour le commun des mor-

tels, à quelques milliers d'itinéraires.

La réputation du Gencol n'est plus à faire. Le cas de Bombardier permet d'apprécier la notoriété du groupe Gencol. L'avionneur voulait résoudre un problème de gestion de sa flotte d'avions d'affaires de sa division Flexjet en tenant compte d'un tas de règles et de contraintes. Ne connaissant pas le GERAD, Bombardier a d'abord consulté des chercheurs à quelques grandes universités américaines. Ces derniers n'ont pas hésité à envoyer l'avionneur au GERAD, à Montréal, et à *AD OPT Technologies*, l'entreprise essayée par l'équipe Gencol.

François Soumis et Jacques Desrosiers ont donc rencontré des dirigeants de Bombardier pendant deux jours, à Dallas, où se trouve le centre des opérations. Le premier jour servit à diagnostiquer le problème, le deuxième, à proposer un plan de recherche et de développement de la solution. La recherche et la résolution de problèmes sont souvent du ressort du groupe Gencol du GERAD, tandis que l'habillement et la commercialisation de

la solution reviennent à AD OPT. Quant à la division



Bombardier Flexjet, elle réussit maintenant à gérer sa flotte efficacement, à un coût minimum tout en respectant les contraintes et règles et la qualité de vie de ses pilotes.

Une synergie créatrice : voilà comment on pourrait décrire la relation entre AD OPT Technologies, inscrite à la bourse depuis 1999, et l'équipe Gencol au GERAD. AD OPT est maintenant une source sûre de financement d'activités de recherche – elle est aussi une source de « *très beaux problèmes de recherche* » dit Jacques Desrosiers – mais l'entreprise essaimée est en même temps un débouché intéressant pour les étudiants issus du programme du GERAD. En effet, AD OPT, qui compte près de 200 employés, a embauché de 10 à 25 étudiants du GERAD chaque année.

Malgré le succès remarquable d'AD OPT Technologies – le chiffre d'affaires de l'entreprise n'a pas cessé d'augmenter depuis 1997 malgré les événements du 11 septembre 2001 – ni François, ni Jacques ne souhaite troquer leur chapeau de chercheur pour celui d'entrepreneur. Notons que AD OPT est la première entreprise essaimée à partir du programme Gencol, mais le groupe a également coopéré étroitement, depuis 1985, avec GIRO, une entreprise spécialisée en logiciels d'optimisation destinés au transport en commun.

« *Nous sommes comme l'équipe de R & D d'une écurie de voitures de course, observe François Soumis. Nous faisons le perfectionnement, les raffinements de pièces qui exigent la quasi-perfection. Mais nous ne sommes pas dans le paddock où il faut installer les pièces sur les bolides.* »

Les deux chercheurs tiennent à rester dans le milieu universitaire, François Soumis à l'École Polytechnique et Jacques Desrosiers à HEC, autant parce qu'ils aiment profondément le milieu stimulant de recherche qu'offre le GERAD que parce qu'ils constatent que trop sou-



Gérer 2 voitures familiales vous semble difficile? Imaginer la gestion de 200 autobus scolaires.

vent des collègues chercheurs ayant fait le saut en affaires n'arrivent plus, après un certain temps, à se maintenir en tête de peloton dans leur domaine, étant tout simplement trop occupés à vendre, à planifier, à négocier et à gérer.

Le succès entraîne le succès – le groupe Gencol et ses membres ont mérité un grand nombre de prix, tant pour la recherche fondamentale que pour les applications. Mais le succès soulève de nouveaux problèmes, parfois complexes, notamment en ce qui a trait à la négociation des droits et des redevances se rapportant à la propriété intellectuelle des applications Gencol.

Les négociations devaient ainsi tenir compte, d'une part, du GERAD, dont les subventions de recherche ont permis de développer le Gencol, ainsi que des établissements membres du GERAD et des employeurs des chercheurs, et d'autre part, des secteurs d'activité des entreprises partenaires. Par exemple, les conditions pour le transport aérien ne sont pas les mêmes que pour le transport urbain ou le transport ferroviaire.

Tandis que les carnets de commande des entreprises partenaires sont pleins, les chercheurs du groupe Gencol continuent à avoir un carnet plein de problèmes intéressants. Ils travaillent sur la 5^e géné-

ration de Gencol et rebâtissent certains des logiciels de *a* à *z*. Ils font notamment l'intégration des logiciels d'optimisation des horaires du personnel et d'optimisation de l'utilisation des équipements. Pour résoudre ces problèmes, ils coopèrent avec la plupart des membres du GERAD et comptent sur d'excellents collaborateurs jeunes et dynamiques au sein de l'équipe : des étudiants et étudiantes de maîtrise et de doctorat, des post-doctoraux, et des analystes en informatique.

« *Sans le GERAD, l'aventure Gencol n'aurait pas existé, insistent Jacques et François. En recherche, ça prend une masse critique... et un milieu agréable. Il demeure que les gens viennent au GERAD parce qu'ils le veulent bien. C'est ce choix qui rend le milieu stimulant.* »

Jacques Desrosiers est fier aussi d'enseigner les mathématiques de première année à HEC Montréal, où bon nombre d'étudiants n'aiment pas la matière et n'y voient pas toujours l'utilité. Il leur montre que les mathématiques consistent souvent à comprendre en faisant des dessins et des graphiques. Les équations viennent après. Quant à l'utilité des mathématiques en affaires, le succès éclatant du programme Gencol en est la preuve parfaite. **G**

Pierre Hansen

ou la passion de la recherche

Décrire en 1000 mots les travaux d'un chercheur de la trempe de Pierre Hansen, professeur titulaire et directeur du GERAD de 1996 à 2001, est l'équivalent littéraire de la quadrature du cercle. Toutefois, à l'aide de méthodes heuristiques traditionnelles, on peut en faire une approximation... mais sans garantie de la qualité de la solution.

Comme pour d'autres chercheurs, un problème qui a passionné Pierre Hansen lorsqu'il faisait sa thèse d'agrégation à l'Université de Bruxelles en 1974 l'intrigue encore en 2004, soit la localisation et l'établissement du nombre optimal de d'entrepôts dans un réseau de distribution. Mais le problème est autrement plus complexe aujourd'hui. En 1974 il fallait optimiser, par méthode d'exactement, le choix parmi environ 100 localisations potentielles pour 1500 groupes d'utilisateurs. Actuellement, Pierre Hansen réussit à optimiser le choix, toujours par exactement, parmi quelque 7000 localisations potentielles et 7000 groupes d'utilisateurs, faisant environ 49 millions de variables, jumelés à autant de contraintes. En termes de taille, il s'agit d'un record.

Grâce aux méthodes heuristiques, on arrive à résoudre des problèmes quatre fois plus importants (15 000 localisations potentielles), tout en garantissant la qualité optimale de la solution avec une marge d'erreur de 0,04 %. En fait, la méthode exacte consiste à trouver la solution optimale ainsi que la preuve qu'elle en soit une, tâche difficile, surtout s'il y a de nombreuses solutions localement optimales. Résoudre de tels problèmes est la tâche de l'*optimisation globale*, en variables discrètes ou continues « *C'est comme affirmer que le Mont Blanc est le plus haut sommet d'Europe et en avoir la preuve,* » précise Hansen. En revanche, la méthode heuristique ne fournit pas de preuve.



thématique, la chimie des solides, et le marketing. Ils peuvent concerner tantôt un problème d'accostage de navires au port de Hong Kong, tantôt la résolution d'un problème de géométrie ouvert depuis 1950 (découverte avec son collègue Charles Audet de l'octogone de plus petit diamètre et de côté unité, meilleur que « l'octogone de la femme de Vincze »), tantôt les dimensions optimales d'une salle d'écoute ou, encore, le classement des clients d'un centre d'achats.

Cette dernière application fait partie de ce qu'on appelle l'exploitation de données (*data mining*), qui ressemble à l'extraction

Le *data mining* : extraire des pépites d'or d'un terrain de sable mouvant.

Ce progrès fulgurant, le professeur Hansen l'attribue au développement de puissants outils informatiques, mais aussi à l'acharnement de chercheurs à trouver de nouvelles méthodes mathématiques de résolution de problèmes, ou algorithmes, et les meilleures façons de les mettre en œuvre. Pierre Hansen ajoute que la force et la beauté des mathématiques, et en particulier celles de la recherche opérationnelle, reposent en grande partie sur le fait qu'elles ont de multiples applications dans tous les domaines d'activité humaine y compris les autres branches des mathématiques. Et lorsqu'on fait les mathématiques de haut niveau dans un centre de recherche opérationnelle comme le GERAD, les problèmes et les applications, tant théoriques que pratiques, y sont attirés comme la limaille de fer à un aimant.

Ses propres travaux de recherche s'appliquent à pas moins de 15 domaines, dont l'électricité, l'acoustique, la géométrie, la localisation, l'économie pure, la biologie, la théorie des graphes, la probabilité, l'intelligence artificielle, la chimie ma-

de pépites d'or perdues dans un terrain de sable mouvant. En effet, pour extraire des informations utiles et profitables d'une masse de données n'ayant, à première vue, ni queue ni tête, on peut utiliser plusieurs méthodes de classification et de discrimination mises au point par Pierre Hansen au cours de sa déjà longue carrière. La méthode de *classification bicritère* permet de déterminer des classes homogènes et bien séparées parmi un ensemble d'objets et de voir si de telles classes existent. Elle s'applique à la classification tant de tests psychologiques que de titres ou encore de figures géométriques.

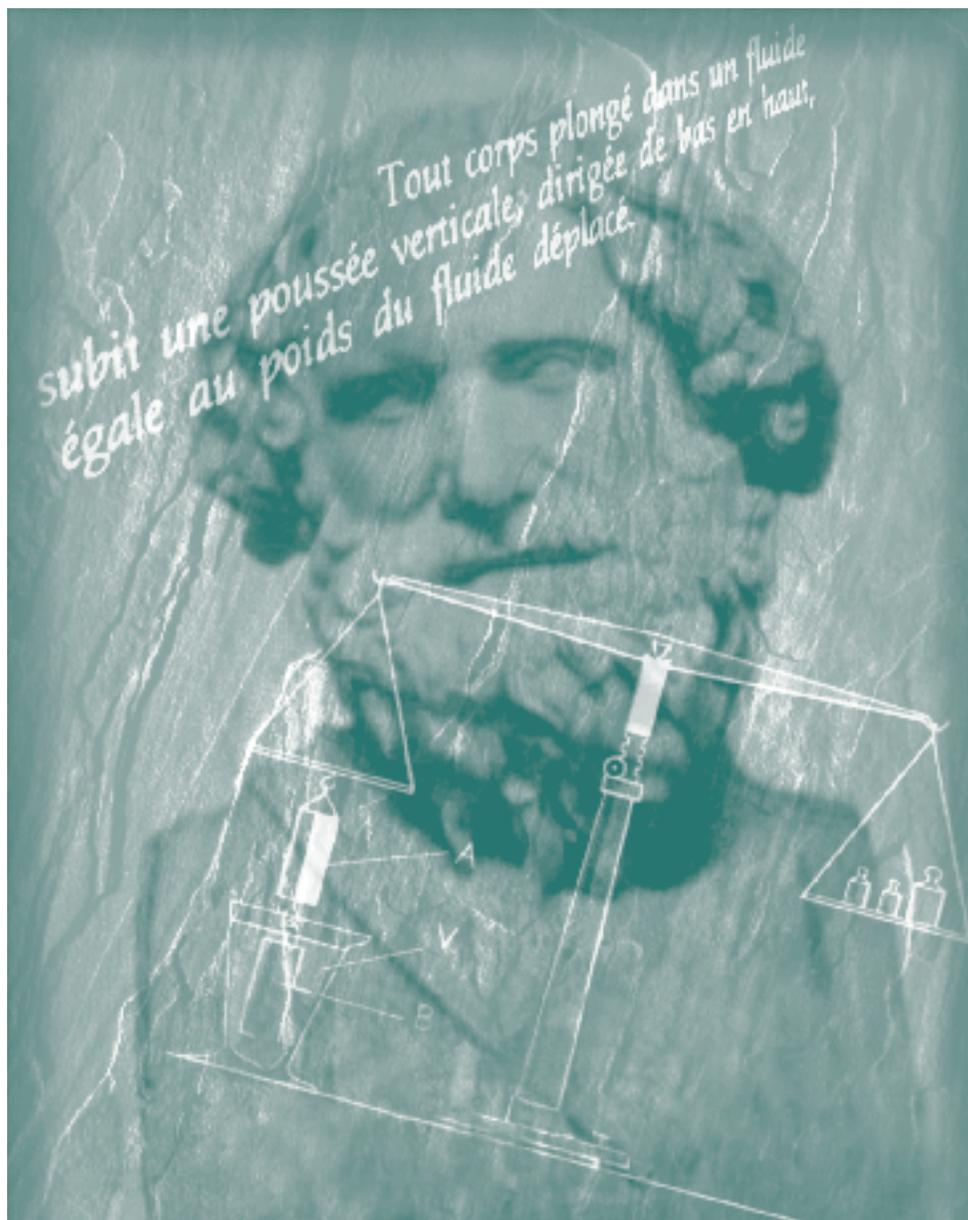
Selon Pierre Hansen, il y a un aller-retour constant et très sain entre les méthodes mathématiques et les applications. « *On résout des problèmes théoriques, on publie la solution dans les grandes revues, et on l'applique à d'autres problèmes théoriques et pratiques.* » À titre d'exemple, un nouvel algorithme de *Programmation quadratique non convexe à contraintes quadratiques* fut d'abord publiée dans la prestigieuse

revue *Mathematical Programming* en janvier 2000. Les applications n'ont pas tardé à venir, dans l'industrie pétrolière, en exploitation des données, en finance, en planification de la chaîne logistique et en géométrie, menant à de nouveaux articles.

L'une des réalisations dont Pierre Hansen est particulièrement fier s'appelle la recherche à voisinage variable, une méthode méta-heuristique qu'il a développée à partir de 1997 avec Nenad Mladenović, de l'Institut de mathématiques de l'Académie serbe des sciences, à Belgrade. Il s'agit d'un cadre général pour faire des heuristiques dans lequel il est facile de comprendre ce qui se passe et où il y a peu ou pas de paramètres. La méthode est déjà utilisée pour diverses applications et a été citée dans les revues spécialisées plus de 80 fois.

La recherche à voisinage variable a servi, entre autres, à la mise au point du système *AutoGraphiX*, qui fut le sujet de la thèse de doctorat de son étudiant Gilles Caporossi. *AutoGraphiX* est une méthode de découverte par conjecture en théorie de graphes à l'aide de l'ordinateur. « *C'est comme pour Archimède, rappelle Pierre Hansen. Il faut savoir ce qu'on veut prouver : la conjecture. Ensuite, on le prouve. En fait, on prouve quelque chose qui est probablement vrai.* » Fait à noter : l'examineur externe de la thèse de Gilles Caporossi était Herbert A. Simon, prix Nobel de l'économie de 1978. Par ailleurs, cette méthode a déjà permis de faire plusieurs centaines de conjectures dont une bonne part a été prouvée.

Pierre Hansen est l'un des plus ardents défenseurs du Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions, le GERAD, qu'il a dirigé pendant cinq ans. « *La recherche opérationnelle n'est pas présente dans toutes les universités, fait-il remarquer. Souvent des chercheurs de renommée se sentent seuls, même dans les grandes universités. Or, Montréal est*



« *C'est comme pour Archimède : il faut savoir ce qu'on veut prouver, ensuite on le prouve.* » – Pierre Hansen

la ville où il y le plus de chercheurs en recherche opérationnelle au monde. Et le GERAD figure parmi les cinq centres de recherche opérationnelle les plus importants au monde en termes de production scientifique. Cela veut dire que lorsqu'on a un problème spécifique, on peut souvent trouver un spécialiste mondial dans le bureau voisin. C'est un atout inestimable. »

Selon Pierre Hansen, le GERAD a fait un excellent recrutement au cours des dernières années. Beaucoup de jeunes professeurs et chercheurs. Des personnes dynamiques et innovatrices. Ce sont de bonnes nouvelles qui augurent bien pour l'avenir d'un centre qui fêtera, en 2004, son 25^e anniversaire. **G**

Tamer Boyaci

Recherche opérationnelle avec un accent social

Questionné à savoir que fera-t-il dans 10 ans, Tamer Boyaci, membre du GERAD et professeur adjoint à la Faculté de Gestion de l'Université McGill, déclare sans hésiter que s'il a le temps il axera ses recherches sur les questions sociales. « *Les gens pensent que nous ne nous occupons que des affaires et de la maximisation des profits. Or nous pourrions faire beaucoup plus, mais nous ne le faisons pas.* »

« *La recherche opérationnelle est méconnue hors de nos murs, insiste Tamer Boyaci. Les problèmes sociaux ne sont pas si différents des problèmes du secteur manufacturier. Notre savoir-faire pourrait servir à améliorer les services de santé, par exemple. Les principes de la recherche opérationnelle contribueraient à réduire les temps d'attente des patients ou encore à optimiser les horaires du personnel. Mes collègues à McGill et moi avons entrepris 4 ou 5 projets dans ce domaine.* »

Ce jeune diplômé de l'université Columbia consacre déjà une partie de son temps de recherche aux questions opérationnelles reliées à la gestion de la récupération de produits. Des préoccupations environnementales, de nouvelles lois ainsi que des incitatifs économiques ont propulsé ce problème à l'avant-scène, particulièrement en Europe. À cause des déchets industriels croissants et le remplissage des lieux de décharge, de nouvelles lois imposent des niveaux de rachat de produits usagés très sévères. À titre d'exemple, l'Union européenne enjoint aux manufacturiers de matériel électronique de récupérer 72 % des composantes usagées aux fins de réfection, de réutilisation ou de recyclage.

Ce problème à caractère « social » soulève bien des questions en recherche opérationnelle. Mais les réponses ne sont pas que « sociales » : leur impact est critique sur le résultat net des entre-

« *La recherche opérationnelle est méconnue hors de nos murs.* » – Tamer Boyaci

prises. Déjà certains fabricants d'automobiles gagnent davantage en vendant des pièces de rechange réfectionnées que des pièces neuves, souligne Tamer Boyaci. Mais comment décider que faire des pièces usagées? Vaut-il mieux, pour satisfaire la demande, réfectionner des pièces usagées ou fabriquer des produits neufs? Comment concevoir un système de collecte et de récupération? Que faire du caractère aléatoire du retour de produits? Comment planifier la gestion des stocks quand il y a des produits usagés disponibles et des occasions de réfection? Peut-on assurer la qualité des produits?

Les recherches du professeur Boyaci sont principalement axées sur la gestion de la chaîne logistique, domaine qui suscite beaucoup d'intérêt dernièrement, surtout avec le changement de paradigme provoqué par la mondialisation et d'autres bouleversements. Essentiellement, la chaîne logistique englobe l'intégralité des activités et des entreprises qui acquièrent des matières premières, les transforment en produits intermédiaires et ensuite en produits finals, et les livrent au consommateur à l'aide d'un réseau de distribution.¹

« *Les chaînes logistiques sont plus fragmentées, plus décentralisées qu'il y a 20 ans quand une seule entreprise s'occupait de tout, note Boyaci. Aujourd'hui les entreprises font de la sous-traitance. Elles décident parfois d'envoyer la fabrication à l'étranger pour se concentrer sur leurs affaires de base et parfois de compter sur d'autres pour fabriquer et distribuer leurs produits.* »

La gestion des chaînes logistiques a pour objet de servir les clients de la façon la plus rentable. Par conséquent, le défi



principal consiste à susciter une collaboration efficace à l'intérieur de la chaîne afin de l'optimiser. Selon Tamer, l'industrie est sensible aux problèmes résultant du changement du paradigme mais elle n'a pas encore de solutions.

Tamer Boyaci explique la différence entre ses recherches en gestion de la chaîne logistique et celles de ses collègues du GERAD également présentés dans ce bulletin. Sourire en coin, il décrit ses collègues comme des « optimiseurs purs et durs » (*hard-core optimizers*). Alors que ces derniers ont recours à des mathématiques poussées, explique Tamer, lui et des collègues de McGill utilisent des modèles déterministes et stochastiques appliqués qui permettent de générer de nouvelles approches de gestion.

« *Nous nous intéressons à l'incertitude et au comportement des systèmes. Nous essayons de dégager des idées économiques générales avec moins de contraintes et de variables que nos amis "purs et durs". Quels facteurs déterminent la performance de la chaîne logistique? Que faire pour l'améliorer?* »

La logique d'affaires dominante consiste à s'arracher une partie plus importante de la tarte. Ne serait-il pas mieux de faire croître la tarte, demande Tamer Boyaci? Il s'agit de diminuer les tensions entre fournisseurs et détaillants qui surgissent dans une chaîne logistique fragmentée ou décentralisée à cause de décisions incohérentes touchant la capacité de production, les stocks et les prix. Le défi : détecter les failles et agir de façon pointue et efficace.

La méthode utilisée ferait sourire Karl Marx. En effet, le scénario idéal, et point de référence, est une chaîne entièrement intégrée, planifiée et centralisée. On compare ce scénario à un modèle de la chaîne décentralisée avec compétition, rivalités, risques à chaque étape, prise de décision indépendante et ainsi de suite. Il est possible alors de déceler les inefficacités et les sources de problèmes et de concevoir des mécanismes commerciaux permettant d'obtenir des résultats équivalents à ceux d'un système centralisé optimal, tout en conservant la prise de décision décentralisée.

Le professeur Boyaci et ses collègues proposent des contrats pour la chaîne logistique avec partage des risques. Les conditions financières et opérationnelles du contrat viennent corriger les incohérences en production, en gestion des stocks et en prix, lesquelles sont attribuables à des décisions, inévitablement moins qu'optimales, prises lorsque les risques sont mal répartis dans la chaîne logistique. Un contrat type établirait des cibles de vente au détail. Le manufacturier s'engagerait à compenser le détaillant pour les stocks invendus si la cible n'est pas atteinte, mais aussi à donner une commission supplémentaire en cas de dépassement de la cible.

Sans ces mécanismes, celui qui a le pouvoir l'emporte, très souvent le détaillant ou le manufacturier. « *Nous démontrons*

« *Nous démontrons que des solutions existent permettant d'optimiser les résultats et d'en faire un partage équitable* »

que des solutions existent permettant d'optimiser les résultats et d'en faire un partage équitable, insiste Tamer Boyaci. Bref, la tarte prend de l'expansion et tout le monde y gagne. »

L'essor du commerce électronique et d'Internet compliquent ces problèmes en mettant en concurrence directe les manufacturiers et leurs partenaires distributeurs ou détaillants. Le manufacturier peut maintenant contourner le détaillant en recourant à Internet, ce qu'on appelle la distribution à canaux multiples. Le professeur Boyaci cherche

Comment concevoir un système de collecte et de récupération de produits?

des moyens de coordonner efficacement ces systèmes, toujours inspirés par la théorie de la tarte en croissance.

Les résultats des recherches paraissent dans des journaux spécialisés, et certaines entreprises, particulièrement dans la haute technologie, s'en inspirent. Étant principalement des approches économiques, ces idées ne se prêtent pas toujours à la commercialisation sous forme de logiciels. Les économistes étudient ces questions aussi mais leur approche n'intègre pas toujours les problèmes de l'offre, tels que la gestion des stocks et la capacité de production.

Pour Tamer Boyaci, le groupe de recherche du GERAD est essentiel. Il avait entendu parler de cet « *important groupe d'optimisation à Montréal* » quand il était encore étudiant au doctorat à Columbia au milieu des années 1990. Aussi, il a adhéré au GERAD dès son arrivée à McGill,

dont certains professeurs figuraient parmi les fondateurs. « *Un centre comme le GERAD, avec son infrastructure, ses ordinateurs et logiciels accessibles aux étudiants, est un grand atout pour la recherche*, observe Boyaci. *Sa production est énorme. Les bailleurs de fonds de recherche y voient un important groupe de chercheurs collaborant dans un centre inter-universitaire. Ça donne une grande crédibilité!* » 

¹ Hau L. Lee, and Corey Billington. The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard. Interfaces 25 (pp.42-63): 5 September-October, 1995.

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 : 1^{er} trimestre 2004
Bibliothèque nationale du Québec

Reproduction autorisée avec mention
de la source

Les méthodes utilisées feraient sourire Karl Marx.

- HEC Montréal •
- École Polytechnique de Montréal •
- McGill University •
- Université du Québec à Montréal •

Newsletter

Groupe d'études et de recherche
en analyse de décisions

GERAD

IDEAS, COLLABORATION, DEBATE



It is my pleasure to send you the first issue of the GERAD Newsletter, which will appear two to three times a year. The goal of the newsletter is to inform researchers and students as well as companies and public authorities about the work conducted by GERAD members and research teams. We hope that the newsletter will contribute to the development of new ideas and new types of collaboration and occasionally stir debate about our discipline, namely operations research in its broadest definition, and about our profession.

The GERAD group has earned the reputation as a worldwide leader in its field. This is certainly due to the enthusiasm and motivation of GERAD's researchers and students, but also to the funding and the infrastructures available. I would like to take advantage of this first newsletter to thank the organizations that, from the beginning, believed in the potential and the value of GERAD and have supported it over the years. These are HEC Montréal, École Polytechnique de Montréal, McGill University, Université du Québec à Montréal and, of course, the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) and the Fonds de recherche sur la nature et les technologies (FQRNT).

Enjoy reading the Newsletter.

Georges Zaccour
Director of GERAD

Please write to us at: bulletin@gerad.ca.

bulletin@gerad.ca

SOMMAIRE

GERAD update	2
GENCOL took off smoothly and is flying high	3
Pierre Hansen or research as a passion	5
Tamer Boyaci - Operations Research with a Social Focus	7

Volume 1 • Number 1
February 2004

In this issue... one GERAD research team and two individual researchers are showcased...

Peter Caines and Georges Zaccour elected fellows of Royal Society of Canada.

Peter Caines and **Georges Zaccour** were elected fellows of the Royal Society of Canada, respectively to the Academy of Science and the Academy of Humanities and Social Sciences. This is the most prestigious academic accolade to which scholars and scientists aspire in Canada.

Peter Caines is widely recognized for his contributions to the theory of stochastic system identification. He is the coauthor of work on the adaptive control of deterministic and stochastic systems, which was recognized as a seminal contribution to control theory in the twentieth century, and he is the author of a standard

The most prestigious academic accolade to which scholars and scientists aspire in Canada.

text on stochastic systems. His research on complex systems includes the introduction of controllability-based notions of state aggregation and a generalized synchronous product for controlled automata. These ideas have yielded a hierarchical control theory for complex systems and new computational methods for their optimal control.

Georges Zaccour is an internationally renowned researcher whose conceptual and applied work on dynamic game theory has made a mark in several fields, particularly in environment and energy management, marketing and operational research. His multidisciplinary approach provides an innovative way to deal with many problems in these fields. His most fundamental theoretical contributions focused on individual dynamic rationality, the design of mechanisms for sustainable cooperation among social and economic agents, and the development of a new Nash dynamic equilibrium concept that

enables players to adapt their strategies to random events.

It should be noted that **Jacques Desrosiers**, **Pierre Hansen**, **Alain Haurie** and **Gilbert Laporte** are also fellows of the Royal Society.

THEMATIC WORKSHOPS

An ongoing dialogue among researchers, students and the business community.

GERAD has launched a new series of "Thematic Workshops". These workshops will be held twice a year and are devised to establish an ongoing dialogue among researchers, students and the business community. This type of exchange should enable students and researchers to keep abreast of the needs of business and at the same time expose companies to the scientific results obtained by GERAD's research programs.

The first Thematic Workshop, organized by André Turgeon, was held on November 26, 2003. The focus was the planning and optimization of electricity generation at Hydro-Québec. Three excellent speakers from Hydro-Québec's generation planning and optimization division (*Planification et optimisation de la production*) addressed the problems related to the management of its 26 large reservoirs and 54 hydroelectric generating stations in a deregulated world.

Mr. André Cauchon, who manages generation planning and optimization at Hydro-Québec, first reviewed the management of generating facilities on the short, medium and long terms. He then talked about the problems that arise with the buying and selling of electricity on the spot market. Mr. Denis Temblay, a specialist in the same division, then described the conceptual inflow models used by Hydro-Québec. He concluded with a description of the software pro-



grams used to generate a large number of equally likely daily inflow scenarios over a one-year period.

Mr. Marcel-Paul Raymond, head of Hydro-Québec's strategies and annual plan department, then showed how the short, medium and long-term management of generating facilities could be presented as deterministic and stochastic mathematical optimization problems. He followed with a presentation of the optimization models used in his unit.

Everybody in attendance agreed the workshop was very successful.

The second Thematic Workshop, which will focus on Data Mining, will be held in March 2004 and will be organized by François Bellavance and Denis Larocque.

GERAD MEMBERS APPOINTED TO NEW RESEARCH CHAIRS

Pierre Hansen: *Chair on Data Mining* recently created by HEC Montréal.

Pierre L'Écuyer: *Canada Research Chair on System Simulation and Optimization.*

In addition to these appointments other GERAD members head the following research chairs.

Brigitte Jaumard: *Canada Research Chair in Optimization of Communication Network Planning*

Gilbert Laporte: *Canada Research Chair in Computerized Distribution*

Francois Soumis: *Canada Research Chair in Large Transportation Network Optimization (LTNO)*

André Turgeon: *Industrial Chair on River System Management*



In the spotlight

GENCOL took off smoothly and is flying high

What does a seven-year old kid waiting nervously for the bus at the foot of the staircase on Saint-Vallier Street in Montréal have in common with a businessman waiting impatiently for his jet at the Dallas or the New York international airport?

Answer: The school bus and the corporate jet will arrive on time and will not lose time en route thanks to a software program conceived and developed since the early 1980s by GERAD's Gencol Group. The Gencol acronym comes from the French name of a mathematical concept known as "Column Generation" or "Génération de Colonnes". The concept has been known since the 1960s but was rarely used until Gencol founders **François Soumis** and **Jacques Desrosiers** applied it to a transportation problem. Gencol is now used throughout the world to optimize rosters and use of equipment, mainly in urban transit and air transportation.

The Gencol story reads like a mix between the adventures of two impassioned inventors and the legend of bold entrepreneurs. It began in 1981 when professors Soumis and Desrosiers of HEC Montréal, who were already good friends, decided to join forces on a research project.

"Basically," says Jacques Desrosiers, "we took a residual math problem from my doctoral thesis on the bussing of school children. We found a solution to that problem and then we discovered many other applications in a variety of fields."

The Gencol story combines the adventures of two impassioned inventors with the legend of bold entrepreneurs.

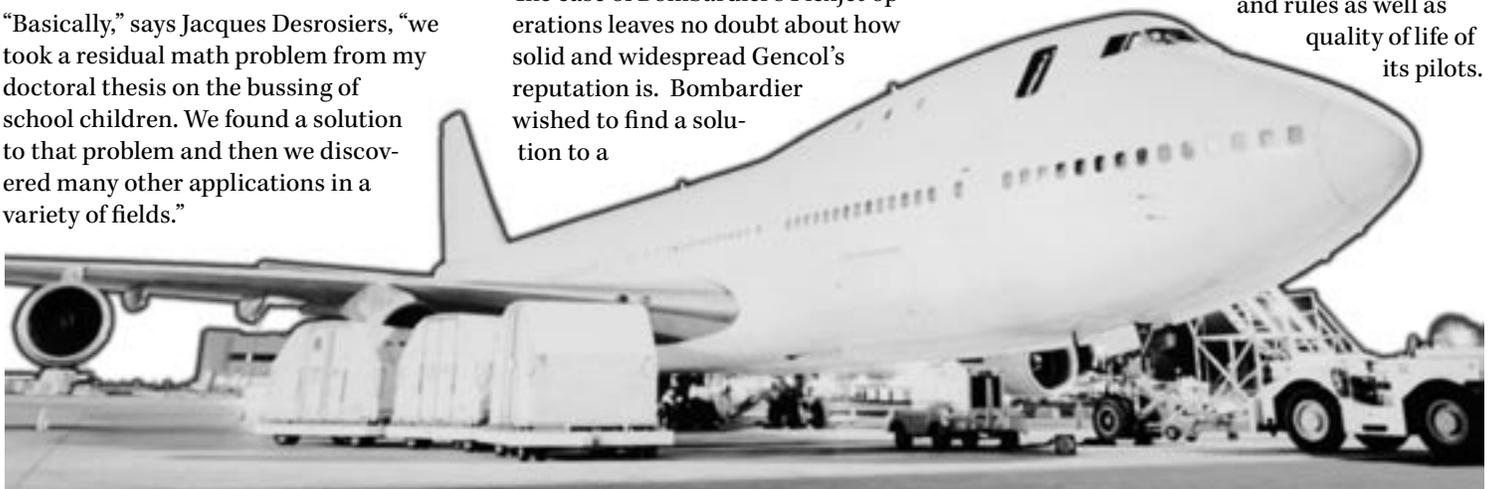
How do you determine the best itinerary for a school bus taking into account all the diverse rules and constraints raised by conditions in a collective agreement, rush hour traffic jams, different school timetables, fuel costs, other possible uses for the vehicles and so on? How do you optimize bus driver schedules? Before Gencol was developed, bus transportation optimizing was generally done using traditional heuristic methods. Column generation methods can handle ten times more constraints than traditional methods. For those who don't know mathematics, the columns are routes or itineraries from a given point A to point B.

To illustrate a "small transportation problem", François Soumis and Jacques Desrosiers pointed to an example that involved choosing the best itinerary from among some 190,000,000,000,000 potential routes, which means hundreds of trillions of options. The Gencol program makes it possible to bring that mind-boggling figure down to reasonable proportions (i.e., a few thousand itineraries).

The case of Bombardier's Flexjet operations leaves no doubt about how solid and widespread Gencol's reputation is. Bombardier wished to find a solution to a

problem in the management of business aircraft in its Flexjet division. The solution had to take into account a vast number of rules and constraints. Unaware of the work underway at GERAD, the Montreal-based aerospace giant first consulted researchers at a number of major American universities. These researchers immediately referred Bombardier to the experts in the field who also happened to be in Montreal, namely at GERAD and at AD OPT Technologies. The latter is a spin-off company established by the Gencol group.

François Soumis and Jacques Desrosiers then met Bombardier's managers for two days in Dallas where the business aircraft fleet is operated. On the first day they diagnosed the problem and on the second they proposed a research and solution development plan. GERAD's Gencol group handles research and problem resolution, while AD OPT looks after the packaging and marketing of the solution. The result is that Bombardier's Flexjet division now manages its fleet efficiently and cost-effectively and respects the many constraints and rules as well as quality of life of its pilots.



The relationship between AD OPT Technologies, which has been on the Toronto Stock Market since 1999, and GERAD's Gencol Group can best be described as creative synergy. AD Opt is now a solid source of funding for research activities—"it's also a permanent source of great research problems" says Jacques Desrosiers. Moreover, the spin-off company has become a promising career outlet for students graduating from the GERAD program. AD OPT now employs some 200 people, and each year it has hired between 10 and 25 GERAD students.

Despite AD OPT Technologies' stunning success that has seen it sales figures increase steadily since 1997, even through the aftermath of 9/11, neither François nor Jacques wants to abandon research and become full-time businessmen. It should be mentioned that though AD OPT is the first spin-off company based on the Gencol program, the group has also cooperated very closely with GIRO since 1985. GIRO is a company specializing in urban and suburban transit optimization software.

"We are like the R & D team on a Formula 1 racing car," observes François Soumis. "We perfect and refine components that must be next to perfect. However, we are not in the paddock installing and fitting the parts into the cars."

Both researchers prefer to remain in the university environment—François Soumis is at the École Polytechnique de Montréal and Jacques Desrosiers is at HEC Montréal. They explain that this preference comes from their deep attachment to the research community provided by GERAD, but also from the observation of many other researchers who, after crossing over to the business world, find themselves in the medium term unable to stay on the leading edge in their field. They are simply too busy



Managing two family cars is a problem? How would you like to manage 200 school buses?

"We are like the R & D team on a Formula 1 racing car"

marketing, planning, negotiating and managing.

Nothing succeeds like success. The Gencol group and its members have won many awards both for fundamental research and for applications. But success also has many friends. New problems, sometimes very complex, come to the fore such as negotiation of rights and royalties for the intellectual property of Gencol applications.

These negotiations had to take into account, on the one hand, GERAD, whose research grants made it possible to develop Gencol, as well as its member institutions and the researchers' employers, and, on the other hand, the sectors of activity in which partner companies were involved. For example, conditions in the air transportation industry are different from those in urban transit or in rail transportation.

While partner companies continue to receive orders, researchers in the Gencol group receive an equally steady flow of interesting problems to resolve. They are also busy on the fifth generation of Gencol and are rebuilding some soft-

ware from A to Z. What's more, they are now integrating roster and equipment use optimization programs. To tackle problems, they can count on the cooperation of other GERAD members as well as a number of young and dynamic collaborators on the team. These include master's, doctoral and post-doctoral students, as well as computer science analysts.

According to both Jacques and François, "Without GERAD, the Gencol adventure would not have happened. In research, you need a critical mass and a pleasant environment. Fundamentally, people join GERAD because they want to. It's that freely made choice that makes the place so stimulating."

Jacques Desrosiers is also proud to continue teaching first year mathematics at HEC Montréal where many students are not terribly keen on the subject and do not see much use in it. He shows them that mathematics often consists in grasping concepts by using drawings and graphs. Equations come later. As for the usefulness of math in business, the Gencol program's remarkable success speaks for itself. 

Pierre Hansen or research as a passion

Writing a 1000-word article on a researcher of Pierre Hansen's calibre is the literary equivalent of squaring the circle. Nonetheless, it is possible to reach an approximate description of Full Professor Hansen, who headed GERAD from 1996 to 2001, by means of traditional heuristics... but quality of the solution cannot be guaranteed.

As with other researchers, Pierre Hansen is just as fascinated now by a problem raised in his "Agrégation" thesis at the University of Brussels as he was in 1974, that is locating and establishing the optimal number of warehouses in a distribution network. Nowadays, however, the complexity of the problem has increased exponentially. In 1974, the challenge was to determine optimal locations, using exact methods, from among some 100 potential spots that would serve 1,500 user groups. Now, Pierre Hansen can optimize the choice, still using exact methods, from among 7,000 potential spots to serve 7,000 user groups. This translates into approximately 49 million variables and just as many constraints to be considered. In terms of size, this is a record.

As regards heuristic methods, problems four as large (15,000 potential locations) can now be solved. Moreover, guarantees as to the optimal quality of the solution are now provided with a margin of error of 0.4 percent. In a nutshell, the exact method consists in finding the optimal solution along with proof that it is optimal, which is a hard task if there are many solutions locally optimal. Solving such problems is the aim of *global optimization* (in discrete or continuous variables). "It's like asserting that Mont Blanc is the highest summit in Europe and also having proof in hand," says Professor Hansen. In contrast, the heuristic method does not provide proof of the solution.

According to Pierre Hansen, this spec-



smallest diameter and unit sides, improving on "Vincze's wife's octagon"), the optimal dimensions of a listening room, or the classification of clients of a shopping mall.

The work conducted in this latter area is a *data mining* application. Data mining is like panning for gold nuggets in quicksand. Basically, to extract useful and profitable information from masses of data that do not appear to make any sense and or have any use, a series of methods of classification and discrimination devised by Hansen during his long career can be applied. The Bicriterion Cluster Analysis method leads to the discovery of classes

Data mining is like panning for gold nuggets in quicksand.

tacular progress can be explained by the development of powerful IT tools as well as by the relentless work of researchers in finding new technical and mathematical methods (i.e., algorithms) to solve problems. Hansen adds that the strength and beauty of mathematics largely lie in the countless applications it offers in all areas of human activity as well as in other branches of mathematics. When someone does high-power math in an operations research centre like GERAD, problems and applications, be they theoretical or practical, are drawn like iron filings to a magnet.

His own research has applications in at least fifteen disciplines. These include electricity, acoustics, geometry, location, pure economics, biology, graph theory, probability, artificial intelligence, mathematical chemistry, chemistry of solids, and marketing. The applications concern a wide variety of problems such as the mooring of ships in the port of Hong Kong, the resolution of a geometry problem open since 1950 (discovery with his colleague Charles Audet of the octagon with

of entities, called clusters, that are homogeneous and well separated within a set of objects. It applies to classification of psychological tests, shares or geometric figures.

A continual and healthy communication is maintained between mathematical methods and applications, according to Pierre Hansen. "We solve theoretical problems, publish the solutions in major journals and then we apply them to other theoretical or practical problems." For example, an algorithm for Non-convex Quadratic Programming was first published in the prestigious journal *Mathematical Programming* in January 2000. Applications were soon to follow, in the oil industry, in finance, in supply chain management, in data mining and in geometry, leading to further papers.

A major source of satisfaction for Pierre Hansen is the meta-heuristic method known as Variable Neighbourhood Search, developed since 1997 together with

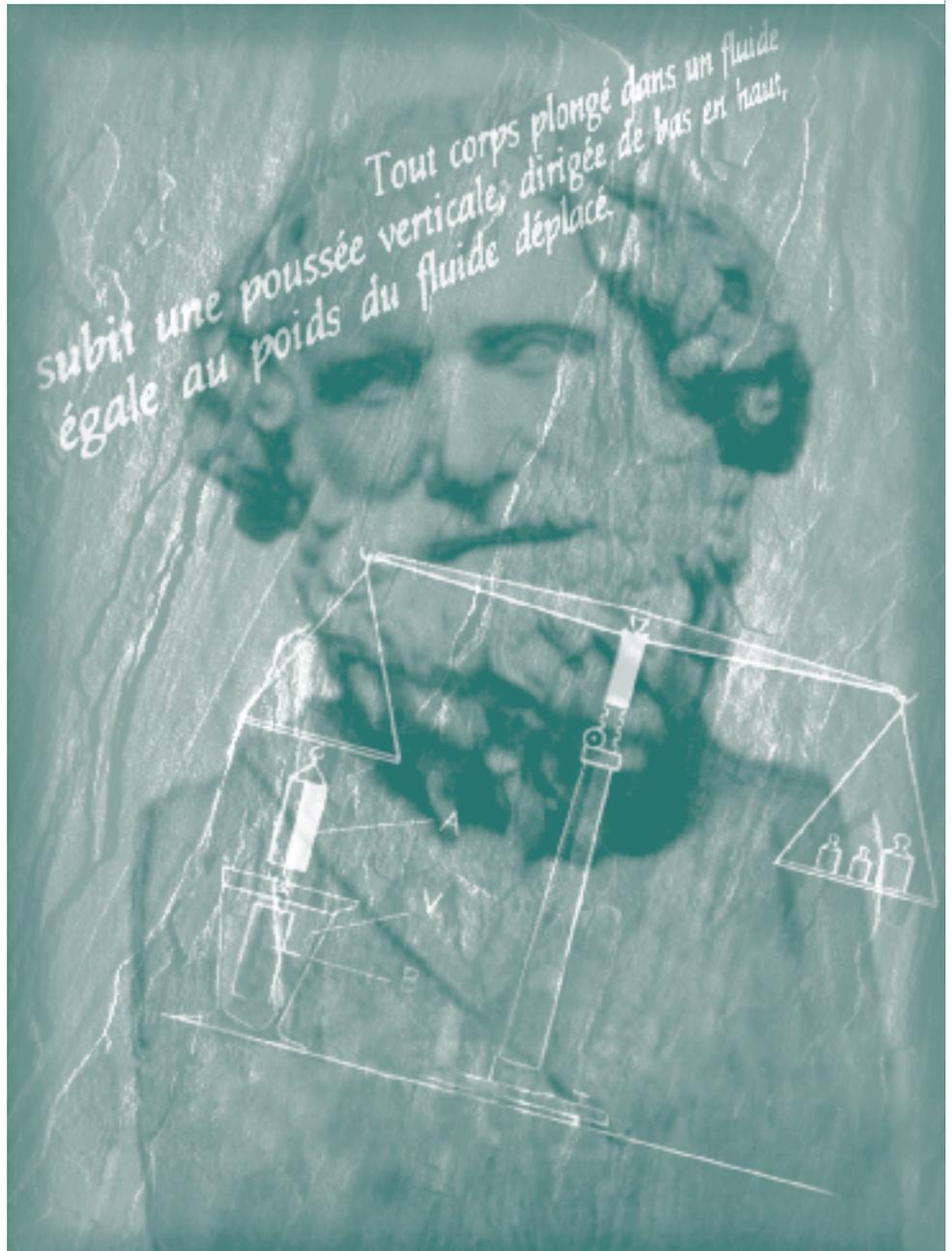
... Pierre Hansen from page 6.

Nenad Mladenović of the Mathematical Institute of Serbian Academy of Science in Belgrade. The method provides a general framework for doing heuristics in which it is easy to understand what is happening and where there are few or no parameters. It is already used in a variety of applications and has been cited more than 80 times in academic journals.

Variable Neighbourhood Search method served, for instance, to develop the *AutoGraphiX* system, which was the subject of the doctoral thesis of Hansen's student Gilles Caporossi. *AutoGraphiX* is a method of computer-assisted discovery of conjectures in graph theory.

"It's just like Archimedes", observes Professor Hansen. "You have to know what you want to prove, that is the conjecture. Then you prove it. Basically, you prove something that is probably true." It is interesting to note that the external examiner on Gilles Caporossi's thesis was Herbert A. Simon, who won the Nobel Prize for Economics in 1978. What's more, this method has already led to several hundred conjectures, many of which have been proven.

Pierre Hansen is one of the strongest defenders of the GERAD operations research centre that he headed for five years. "Operations research is not present in all universities," he notes. "Renowned researchers often feel isolated, even in major universities. Montreal is the city that counts the largest number of operations researchers in the world. GERAD is among the five most important operations research centres in the world in terms of scientific output. That means that when we have a specific problem, we can often find the world authority on the issue in the very next office. That is an invaluable asset!"



"It's just like Archimedes. You have to know what you want to prove. Then you prove it." says Pierre Hansen.

GERAD has also done an excellent recruiting job in recent years, according to Pierre Hansen. "Many young professors and researchers have joined. They are dynamic and innovative."

This is good news, of course, and bodes well for the future of GERAD as it prepares to mark its twenty-fifth anniversary in 2004. **G**

Tamer Boyaci

Operations Research with a Social Focus

When asked what he would be doing ten years from now, Tamer Boyaci, a GERAD member and Assistant Professor of Management Science at the McGill Faculty of Management, stated emphatically that if he had time he would be involved in more socially focused research. “People see us as only dealing with businesses and money-making schemes. There is a lot more we can do and we’re just not doing it.”

“Generally speaking, people don’t know what we’re doing in OR,” insists Tamer Boyaci. “Social problems are not that different from manufacturing problems. For instance, we can apply our expertise in improving health care operations. Principles of OR can be applied to reduce patient waiting times or to optimize scheduling of resources in the health sector. My colleagues and I at McGill have undertaken four or five projects in this area.”

Already the young Columbia University graduate spends part of his research time on the operational issues raised in the area of product recovery management. The problem is hot in Europe, and is driven by environmental concerns and legislation, as well as by economic incentives. Because of increasing industrial waste and landfill rates, new laws are specifying increasingly stringent buy-back rates on used products. For instance, a recent EU initiative specifies that manufacturers in the electronics industry must achieve a 72 percent recovery rate by remanufacturing, reusing or recycling used products or components.

This “social” problem raises countless questions for operations researchers. The answers, however, are far from being only “social”. They have a critical impact on the firms’ bottom line. Tamer Boyaci points out that in the automobile industry manufacturers already make more money by

“Generally speaking, people don’t know what we’re doing in OR” – Tamer Boyaci

selling remanufactured spare parts than by selling brand new ones. How do you decide what to do with returned products? To meet demand, is it better to remanufacture or to manufacture new parts or products? How do you design a collection and product recovery system and deal with the randomness of returns? How should the inventories be planned when there are product returns and remanufacturing opportunities? Can you continue to ensure product quality?

Dr. Boyaci’s primary area of research is supply-chain management. The area has received significant interest in recent years, especially in light of the major paradigm shift that has resulted from globalization and other changes in the world. A supply chain is essentially a network of facilities that procures raw materials, transforms them into intermediate goods and then final products, and delivers the products to customers through a distribution system.¹

How do you design a collection and product recovery system?

“The supply chains are more fragmented and decentralized compared to 20 years ago when a single company would do everything,” notes Boyaci. “Now companies outsource. They might decide to move all their manufacturing abroad, and capitalize on their core business. They might also decide to rely on others to manufacture and distribute their products.”

Since the goal of supply-chain management is to serve customers as profitably as possible, the key challenge is to achieve effective collaboration within the sup-



ply chain to optimize the entire system. According to Boyaci, industry is aware of the problems raised by the paradigm shift, but does not have solutions to them.

Tamer Boyaci makes a distinction between this type of supply-chain management research and the research of his GERAD colleagues profiled in this Newsletter whom he smilingly calls the “hard-core optimizers”. Whereas the latter have a high concentration on mathematics, Tamer Boyaci and some other McGill researchers are more involved in applied deterministic and stochastic models geared towards generating practical managerial insights.

“We deal with uncertainty. We are interested in how systems behave, and are looking for general economic insights with much fewer constraints and variables than our ‘hard-core’ friends. What factors drive the supply chain performance and what should be done to improve it?”

The prevailing logic has been for companies to try to grab a larger part of the pie.

Boyaci argues that it is preferable to simply make the pie bigger. This can be done by reducing tensions between suppliers and retailers that arise in a fragmented or decentralized supply chain due to inconsistent production capacity, inventory or pricing decisions. The challenge is to pinpoint the problems and then to act specifically and effectively on them.

Karl Marx would surely be surprised to learn how this is done. The benchmark used is the ideal scenario of a centralized, fully planned, totally integrated system. This ideal is then compared to a model of the real decentralized system that includes competition, rivalry, risks involved at each stage, independent decision-making and so on. It is then possible to identify the inefficiencies and sources of these problems, and to develop trade mechanisms for achieving optimal centralized outcomes and yet maintain decentralized decision-making.

The typical answer proposed by Dr. Boyaci and his colleagues is some form of a supply chain contract that incorporates risk sharing. The operational and financial terms in the contract are devised to overcome capacity, inventory, and pricing inconsistencies arising when one part of the supply chain bears the brunt of the risk and inevitably makes suboptimal decisions. For example, a contract might specify retail sales targets. The manufacturer might guarantee compensation for the retailer's excess inventory in case the target is not met, and additional sales commissions if the target is exceeded.

Without such mechanisms, a sort of muscle flexing along the supply chain generally determines outcomes. Most often the retailer or the manufacturer calls the

"We are showing there are solutions that result in optimal outcomes and equitable sharing."

tune. "We are showing that there are solutions that result in optimal outcomes and equitable sharing," insists Tamer Boyaci. "In a nutshell, the pie grows bigger and everybody gains."

The e-commerce boom and the advent of Internet have compounded this type of supply chain problem by putting manufacturers in direct competition with their distribution and retail partners. More specifically, manufacturers now have the choice of bypassing retailers using Internet. This is known as multiple-channel distribution. Dr. Boyaci's research focuses on ways of efficiently coordinating this type of systems, once again using the 'bigger pie' theory.

Karl Marx would be surprised to learn how the work is done.

Research results are published in professional journals, and some companies, particularly in high-tech industries, pick up the ideas and implement them. Since these are mainly economic insights, they cannot always be converted into marketable software. Though economists deal with such issues, their approach tends to overlook the supply side issues such as inventory and production capacity.

Tamer Boyaci is unequivocal about the importance of the GERAD research group. While he was doing his Ph.D. at Columbia in the mid 90s, he heard about "the big optimization group" in Montreal.

So when he arrived at McGill, he immediately became a member of GERAD whose founders include a number of McGill professors. "Having a centre like GERAD is a boost for research," he notes. "It provides infrastructure, computers, and software that students can use. GERAD's output is huge. Granting agencies see people doing great collaborative work at an inter-university centre and that is a real source of credibility." 

¹ Hau L. Lee, and Corey Billington. The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard. *Interfaces* 25 (pp.42-63): 5 September-October, 1995.

The prevailing logic has been for companies to try to grab a larger part of the pie. Boyaci argues that it is preferable to simply make the pie bigger.

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: first quarter 2004
Bibliothèque nationale du Québec

Reproduction authorized with
acknowledgement of source.