

GERAD

Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions

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

VOLUME 8 • NUMÉRO 1 • MAI 2011

À la
découverte
de nos
chercheurs

BULLETIN





Ce numéro du *Bulletin* présente cinq chercheurs qui ont récemment rejoint le GERAD, à savoir, Miguel Anjos (École Polytechnique de Montréal), Erick Delage (HEC Montréal), Christian

Genest (McGill), Raf Jans (HEC Montréal) et Jean-François Plante (HEC Montréal). Ces collègues enrichissent le GERAD d'un savoir-faire exceptionnel dans plusieurs domaines. On propose aussi aux lecteurs des comptes-rendus de dix recherches publiées récemment (ou à paraître) dans des revues de premier plan en recherche opérationnelle, optimisation, statistiques, gestion (finance, gestion des opérations), énergie et transport. Ces travaux témoignent de la variété des développements théoriques et des applications poursuivis dans le Centre. Le bulletin fait aussi mention d'un travail de Pierre Hansen et de ses collaborateurs qui a permis la fabrication d'un verre de whisky aux qualités remarquables!

La parution de ce numéro coïncide avec la fin du mandat de Roland Malhamé à la tête du GERAD. Au nom de tous, je remercie Roland pour l'excellent travail accompli et l'ambiance amicale qu'il a su faire régner au GERAD au cours des six dernières années. Jean-Philippe Waaub prend les rênes pour les quatre prochaines années. Au nom de tous, je lui souhaite un excellent mandat.

Bonne lecture,

Georges Zaccour

Sommaire

- 2 Éditorial
- 3 GOW-TOGO10 : Le petit octogone de Hansen
- 4 À la découverte de nos chercheurs
 - Miguel F. Anjos
 - Erick Delage
 - Christian Genest
 - Raf Jans
 - Jean-François Plante
- 9 Redémarrage des méthodes du point intérieur
- 11 Politiques énergétiques
- 12 Tarification des contrats à terme
- 13 Comment minimiser le risque
- 15 Un algorithme combinant recherche à grand voisinages et génération de colonnes
- 16 Transport de gaz naturel liquéfié par bateau-citerne
- 17 Sélection rapide et robuste de modèles
- 19 Un modèle d'intensité pour les écarts de crédit
- 20 Une solution exacte au problème du lancement optimal
- 21 Quand est-ce qu'une entreprise a intérêt à adopter le modèle d'affaires du code source libre?
- 22 Autres informations
 - Cahiers du GERAD
 - Bourses
 - Prix, distinctions et rayonnement
 - Soutenances de thèse
 - Stagiaires postdoctoral et visiteurs
 - Activités

GOW-TOGO10

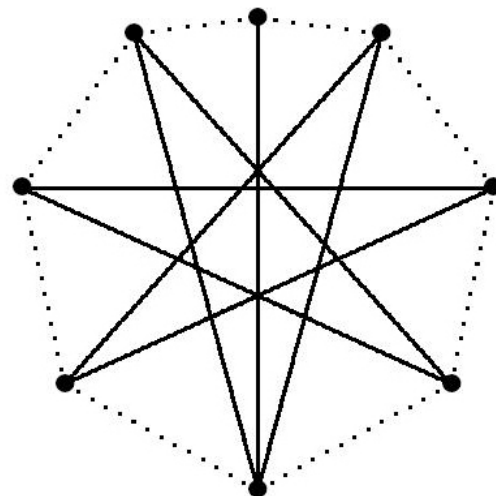
Le petit octogone de Pierre Hansen

Charles Audet

Du 31 août au 3 septembre 2010 s'est déroulé à Toulouse le *Global Optimization Workshop* nommé GOW-TOGO10¹, et organisé par Eligius Hendrix, Leo Liberti et Frédéric Messine. Ce congrès a attiré une cinquantaine de participants, qui ont échangé sur l'état de l'art en optimisation globale, à la fois sur les aspects théoriques, algorithmiques et sur les applications. Un numéro spécial de *Journal of Global Optimization* sera consacré à ce congrès.

Les thèmes présentés lors du congrès furent sélectionnés pour souligner le 70^e anniversaire de Pierre Hansen, professeur titulaire à HEC Montréal, et ancien directeur du GERAD. Les actes du congrès soulignent sa contribution exceptionnellement importante à l'optimisation globale. En particulier, on mentionne que ses travaux sur les méthodes symboliques en optimisation

globale, sur la classification ainsi que sur les polygones extrémaux sont tous devenus incontournables.



Lors des célébrations de fin de conférence, les organisateurs de GOW-TOGO10 ont offert à tous les participants un exemplaire unique d'une application concrète des travaux de Pierre Hansen². Il s'agit d'un verre à whisky octogonal conçu de façon à maximiser son volume pour un diamètre fixé. Ce verre a été soufflé par un artisan verrier près de Toulouse selon les spécifications démontrées dans les travaux de Hansen [1]. La forme octogonale optimale est illustrée par la figure ci-dessus. Les pointillés délimitent le périmètre et les diagonales représentées sur la figure sont toutes de même longueur. Le volume de ce verre à whisky est supérieur d'environ 2,8 % à celui d'un verre conventionnel ayant une forme octogonale régulière et de même diamètre.

Depuis ce congrès, cet octogone optimal est désormais connu sous le nom du « *petit octogone de Hansen* ».■

[1] C. AUDET, P. HANSEN, F. MESSINE, AND J. XIONG. THE LARGEST SMALL OCTAGON. *JOURNAL OF COMBINATORIAL THEORY SERIES A*, 98(1): 46–59, 2002.

¹ <http://www.lix.polytechnique.fr/togo10/>

² <http://www.hec.ca/profs/pierre.hansen.html>

Charles Audet

Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD

Montréalais jusqu'au bout des ongles

« **V**ivre à Montréal est très agréable – et la recherche opérationnelle y est de niveau international. » Cet homme visiblement heureux, c'est Miguel Anjos, professeur à l'École Polytechnique et membre du GERAD depuis l'automne dernier. Après une absence de douze ans, dont six comme professeur au département de sciences du management à l'université de Waterloo, le montréalais rentre chez lui poursuivre ses recherches en optimisation non-linéaire.

Miguel Anjos s'intéresse aux problèmes d'optimisation non-linéaire soulevés par le génie. Il se spécialise dans la programmation semi-définie positive, qui utilise comme variables des matrices symétriques au lieu de vecteurs. Une contrainte de non-négativité est imposée, mais sur les valeurs propres de la matrice seulement, d'où le nom de semi-définie positive. La configuration (le *layout*) de composantes électroniques dans un circuit est un exemple de problèmes d'ingénierie qui bénéficient d'une approche semi-définie positive. Celle-ci permet en effet d'inclure des termes quadratiques et donc d'améliorer la précision de la solution. En 2006, Anjos et ses collaborateurs ont utilisé la programmation semi-définie positive pour optimiser la configuration de trente composantes, un problème non-résolu depuis une vingtaine d'années. L'article qui détaille l'idée fondamentale a fait sa marque : il se retrouve dans la liste des articles les plus cités du journal *Discrete Optimization* pour la période 2005-2010.

La programmation non-linéaire peut aussi être d'une grande utilité pour le marché de l'électricité, ce qu'Anjos a récemment démontré. Il explique : « Le courant continu est linéaire, mais le courant alternatif qu'on utilise à la maison ne l'est pas. Le courant alternatif suit une forme généralement sinusoïdale. Les méthodes non-linéaires sont donc plus appropriées au courant alternatif. » Anjos a contribué au développement algorithmique qui s'imposait, puis a utilisé le marché ontarien de l'électricité pour tester ses nouvelles méthodes : « L'Ontario possède un marché de l'électricité qui compte une panoplie de producteurs. Dans une telle situation, il est important de pouvoir identifier des producteurs qui manipuleraient le marché en retenant une partie de leur production. » Fort heureusement pour des chercheurs comme Miguel Anjos, les producteurs d'électricité sont tenus de dévoiler certaines données sur leur production. Des

résultats simulés sont comparés aux données réelles pour vérifier si le marché se comporte comme un marché libre de manipulations. Les simulations obtenues par Anjos s'éloignaient de façon remarquable de celles basées sur un courant continu : « On a découvert que les effets du courant alternatif sont importants. Ils sont tels qu'une manipulation du marché peut passer inaperçue lorsqu'on les néglige. »



Cette découverte, elle, n'est pas passée inaperçue. L'IEEE a publié les résultats de l'étude, qui a aussi attiré l'attention d'économistes... et de décideurs : « J'ai reçu un appel du régulateur de marché pour la Californie. Un des étudiants qui avait contribué à l'article travaille maintenant là-bas. »

Anjos est arrivé à Polytechnique en septembre 2010, puis s'est joint au GERAD en octobre. Il appréciait l'environnement varié du département de sciences du management à l'université de Waterloo, ce qu'il retrouve avec bonheur au GERAD : « C'est un milieu varié où la vision de la recherche opérationnelle est très large. Cela permet des échanges enrichissants. » Depuis son arrivée, Miguel Anjos contribue à son tour à la vivacité du milieu. Il a mis sur pied les conférences GERAD-MITACS, complémentaires au programme de conférences existant. « Les conférences GERAD-MITACS permettent à des chercheurs en optimisation de l'extérieur de venir découvrir le GERAD en détail tout en mettant les membres du GERAD en contact étroit avec ce qui se fait ailleurs. »

Et ce n'est qu'un début : « Deux étudiantes graduées qui étaient avec moi à Waterloo m'ont suivi à Montréal. Je veux maintenant faire des liens avec des étudiants de Montréal. » Il est aussi très ouvert aux collaborations et aux opportunités de réseautage. Miguel Anjos est décidément de retour chez lui! ■

Miguel F. Anjos

Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD

Sans l'ombre d'un doute



L'incertitude ne vient pas troubler le sommeil d'Erick Delage. Oui, il vient d'obtenir un poste adjoint à HEC, tout juste après avoir complété son doctorat à Stanford. Mais ce n'est pas cela qui le rend si calme face au risque : c'est plutôt qu'il se spécialise en optimisation stochastique et robuste et que l'incertitude est au cœur de ses recherches.

Erick Delage avait commencé une maîtrise en intelligence artificielle quand il a eu la piqure de la recherche opérationnelle. Les données qu'il utilisait étaient bruyantes et ne pouvaient que donner une idée incertaine de la distribution qui les sous-tendait. L'approche habituelle dans une telle situation consiste à choisir la distribution la plus plausible, puis de l'utiliser pour l'optimisation. « Mais dans cette seconde étape, on oublie souvent que, vis-à-vis du critère de sélection, la différence de vraisemblance entre la distribution choisie et toutes celles qu'on a laissé tomber était souvent très mince alors que les résultats de l'optimisation pourraient être très différents. » Cette approche, qu'il nomme « *estimate then optimise* » le laissait insatisfait. « Je voulais faire en sorte que les deux étapes soient plus intégrées. »

D'où cette ré-orientation éventuelle vers ce nouveau mouvement qu'est l'optimisation robuste aux fluctuations distributionnelles. « Plus particulièrement, au lieu de choisir "la" distribution, je conserve un ensemble de distributions, qui devient un espace de scénarios possibles. » L'optimisation qui s'ensuit devient donc robuste, puisqu'on a pu calibrer sa résistance à une modification dans le choix de la distribution.

Ces questions sont peut-être issues de son passé d'ingénieur informatique, mais Erick Delage remarque qu'elles sont « intimement reliées aux difficultés de prendre des décisions dans un contexte d'incertitude. » Elles forment désormais le centre nerveux de son programme de recherche. « Mon application fétiche par rapport à cette problématique est la gestion de portefeuilles financiers. » Son approche consiste à utiliser les données du marché pour obtenir certaines statistiques, généralement la moyenne et la covariance, puis de former un espace de scénarios qui inclut toutes les distributions

possédant ces statistiques. « Quand j'atteins l'étape de l'optimisation, j'inclus toutes ces distributions. Je peux choisir mon attitude face à cette ambiguïté. » Un décideur pourrait choisir de tenir compte de la pire possibilité et d'ainsi rester conservateur dans sa décision, par exemple.

Il s'est aussi récemment penché sur le cas de Boeing et des flottes d'avions achetés par ses clients. Dans ce cas, ses études ont permis de démontrer que le modèle déterministe plus traditionnel répond bien aux besoins de certaines compagnies. « J'ai déterminé que la solution obtenue à partir de ce type de modèle déterministe est

« Je suis très ouvert aux possibilités de collaborations, autant du côté théorique de l'optimisation robuste et stochastique que de celui des applications. »

robuste à un ensemble de distributions dont on ferait l'hypothèse. Les coûts inhérents au développement des modèles stochastiques et algorithmes d'optimisation nécessaires pour l'implémentation d'une nouvelle méthode seraient donc inutiles. »

Erick Delage est à HEC depuis un peu plus de deux ans, mais son visage reste encore inconnu de certains. Il faut dire que les mois qui ont suivi son retour à Montréal l'ont tenu très occupé : il a demandé et obtenu une subvention du CRSNG, débuté sa charge d'enseignement, bouclé la boucle sur certains projets commencés durant son doctorat... Cette étape d'installation complétée, Erick Delage tend maintenant la main à ses collègues du GERAD et d'ailleurs : « Je suis très ouvert aux possibilités de collaborations, autant du côté théorique de l'optimisation robuste et stochastique que de celui des applications. » Les secteurs de l'énergie et du transport, par exemple, soulèvent déjà son intérêt. Les étudiants qui envisagent la maîtrise ou le doctorat sont aussi invités à le contacter.

Les courtes années qui se sont écoulées depuis le début de ses études graduées ont non seulement été occupées, elles ont aussi été couronnées de succès. Il compte déjà trois publications dans *Operations Research*; pour l'une d'elles, il a reçu le prix *Georges Nicholson Best Student Paper* du très prestigieux *INFORMS*. Pour Erick Delage, l'avenir semble tout sauf incertain! ■

Erick Delage
Service de l'enseignement des
méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD

Entrevue avec Christian Genest

Un accro de la dépendance

Les blagues au goût douteux sur ses travaux de recherche, Christian Genest, professeur de statistique à McGill, les a toutes entendues. C'est que depuis les années quatre-vingt, il s'intéresse aux... copules. « Si on remonte à sa racine latine, le mot copule signifie ce qui lie, ce qui permet de s'emboîter. Pour un grammairien, le mot *et* est une copule, parce qu'il lie deux mots ou deux propositions. Le mot copule évoque bien sûr toutes sortes d'autres choses... mais celles auxquelles je m'intéresse quand je suis au bureau sont de nature mathématique! »

Les copules offrent la flexibilité nécessaire pour modéliser la dépendance entre les variables de départ, telle qu'elle se présente.

En statistique, les copules servent à modéliser la dépendance entre des variables aléatoires. « L'indépendance est une structure probabiliste particulière dont le complément, la dépendance, a longtemps été perçu comme un magma difforme, une vaste zone grise. J'essaie de mettre de la couleur et des nuances dans cet univers-là! » Faute de mieux, on s'est longtemps contenté de modèles simplistes comme la loi normale multidimensionnelle et on transformait les variables pour qu'elles entrent dans le moule, mais ceci avait pour effet d'imposer la structure de dépendance, qui n'était pas nécessairement réaliste. Les copules offrent la flexibilité nécessaire pour modéliser la dépendance entre les variables de départ, telle qu'elle se présente.

Si le professeur Genest s'intéresse d'abord et avant tout au développement et au perfectionnement des méthodes d'inférence pour les modèles de copules, il se préoccupe aussi des applications : « Je collabore surtout avec des chercheurs en finance, en assurance et en hydrologie. » En assurance, par exemple, on a tout avantage à bien connaître la structure de dépendance entre les risques. « Traditionnellement, l'évaluation du risque était fondée sur le postulat d'indépendance entre les réclamations individuelles. » Mais cette hypothèse n'est pas toujours réaliste : lors de la crise du verglas de 1998, par exemple, plusieurs assurés d'un même secteur ont demandé à être indemnisés, tant aux chapitres de l'assurance automobile que de l'assurance habitation. « Quand on suppose que les réclamations sont indépendantes, on tend à sous-estimer les risques. Par ailleurs, la dépendance entre les composantes d'un système est souvent à la racine de phénomènes extrêmes, comme dans le cas de l'inondation survenue dans ma ville natale, Chicoutimi, en 1996. »

Si les actuaires s'accommodaient jusqu'à récemment d'une telle approximation, c'est que les outils mathématiques

dont ils disposaient ne leur permettaient pas de faire mieux. Depuis le début des années 2000, et grâce entre autres au développement des modèles de copules, les choses ont changé et le phénomène de la dépendance est à la fois mieux reconnu et plus largement modélisé.

À un point tel, en fait, que les copules se sont en quelque sorte retrouvées sous les feux de la rampe suite à la crise financière qui a secoué la planète. Jusqu'à tout récemment,

les analystes financiers, comme les assureurs, ne disposaient pas d'outils solides pour modéliser la dépendance entre différents actifs ou indices boursiers comme le cours du pétrole et celui du gaz naturel. Ils ont fondé leurs stratégies d'investissement sur la copule normale, ce qui les a conduits à sous-estimer les risques. Les médias le leur ont reproché, « mais la déréglementation, la spéculation et les malversations ont joué un rôle bien plus grand que les mathématiques dans la crise! »

Si, pour des raisons évidentes, l'utilisation des modèles de copules se répand, il reste encore beaucoup à faire pour adapter leur emploi à divers contextes. Tout cela, Christian Genest l'a dans sa ligne de mire depuis son arrivée au GERAD. Ses axes de recherche actuels portent entre autres sur l'élaboration de modèles et l'inférence pour la dépendance entre un grand nombre de variables, entre des variables qui fluctuent dans le temps ou qui présentent un comportement extrême, ainsi qu'entre des variables discrètes, censurées ou simplement incomplètes.

Outre que son programme de recherche paraît fort ambitieux, Christian Genest a plus d'une corde à son arc : il est entre autres très présent dans les cégeps, où il prononce des conférences qui visent à faire connaître la statistique aux étudiants. Pour des raisons qui lui échappent, « la statistique n'a pas la cote; elle reste largement méconnue, bien qu'elle offre d'excellentes perspectives d'emploi. Je cherche à susciter des vocations. » L'histoire de la statistique fait aussi partie de ses violons d'Ingres; il a d'ailleurs commis quelques écrits à ce propos.

Il semble que pour ce spécialiste de la copule, combiner tous ces intérêts « co-dépendants » soit d'abord et avant tout affaire de passion! ■



Christian Genest

Département de mathématiques et de statistique
Université McGill et GERAD



Des algorithmes améliorés pour une meilleure production

Lundi matin à la Compagnie de Pneus inc. Les commandes sont arrivées, les machines, prêtes à démarrer. Il faut fabriquer des pneus de toutes tailles, des plus petits aux plus grands, en quantités variées, qu'il faut distribuer à différents clients.

Dans quel ordre doit-on produire le tout ? Quel plan de production suivre ?

Pour répondre à ces questions, mieux vaut se référer à Raf Jans ! Arrivé à HEC et au GERAD en 2008 depuis l'Université Erasmus, aux Pays-Bas, Raf Jans est un spécialiste de la programmation linéaire mixte, qu'il applique entre autres à l'optimisation de la production. Il s'est véritablement penché sur la production d'une compagnie de pneus lors de son doctorat, complété en 2002 sous la supervision du professeur Z. Degraeve à l'Université Catholique de Leuven (Belgique). Ce projet illustre bien le genre de questions qui intéressent Jans.

L'entreprise produisait « des pneus immenses, qui pouvaient atteindre deux ou trois mètres de hauteur. La compagnie avait un livre de commandes qui couvrait généralement les trois mois à venir. Ce qui devait être produit était donc connu. » Pour faire les pneus, on utilise des moules géants, qui sont ensuite mis au four, comme un gâteau. Chaque type de pneu (et il y en a cinq cents !) a son propre moule, ce qui complique la production : « Changer d'un type de pneu à l'autre est très long. Chaque fois qu'on veut les utiliser, on doit d'abord chauffer les moules pendant plusieurs heures, ce qui réduit la capacité de production disponible. Quand le moule d'un pneu est chaud, on peut produire ce pneu sans avoir à arrêter la chaîne. C'est donc un incitatif à produire de grandes quantités de chaque type de pneu. Mais, tôt ou tard, il faut bien changer de type pour pouvoir répondre à la demande pour d'autres types de pneus. C'est donc dire que les différents pneus sont en compétition pour les ressources de production. » Pour optimiser la production, on utilise des algorithmes qui créent un compromis entre les coûts d'installation et de maintien de l'inventaire.

Ce type de problèmes est étudié depuis la fin des années cinquante, mais les défis abondent toujours. Dans ce cas précis comme de façon plus générale, le travail de Raf Jans consiste à améliorer les formulations et les algorithmes.

« Notre stratégie consiste à enlever la symétrie au niveau de la formulation en ajoutant des contraintes additionnelles ou en travaillant sur la définition des variables. »

La question de la symétrie est un de ces problèmes de formulation qui occupe beaucoup Jans depuis son arrivée à HEC. Imaginons un groupe de cinq machines devant fabriquer des quantités connues de vingt items, dont la demande varie. Un algorithme détermine quels items doivent être assignés à quelles machines, et selon quel horaire. Le fait que les machines soient identiques signifie qu'on pourrait échanger les plans de production entre les machines. Le plan de production de la machine 1 pourrait être donné à la machine 2, et vice-versa. Le plan global serait le même. Mais en ce qui concerne le modèle, ces deux solutions sont différentes. Une solution dans laquelle l'item A est produit par la machine 1 est complètement différente d'une solution dans laquelle la machine 2 est utilisée... La solution optimale est donc répétée un grand nombre de fois, ce qui ralentit le processus de solution, puisqu'il faut alors vérifier toutes les solutions alternatives. « La question devient, comment peut-on se débarrasser de cette symétrie dès le départ ? »

Avec son collègue Jacques Desrosiers, Raf Jans a développé une technique qui répond à ce type de question pour différents problèmes : « Notre stratégie consiste à enlever la symétrie au niveau de la formulation en ajoutant des contraintes additionnelles ou en travaillant sur la définition des variables. » Cette approche, lorsqu'employée sur des problèmes de groupement de tâches, apporte des améliorations saisissantes : « Le temps nécessaire pour trouver la solution à ces problèmes est grandement diminué, parfois par un facteur trois, parfois par un facteur cent. En utilisant les formulations améliorées sur des grands groupes de données standards, nous avons fait chuter le temps de solution moyen, de plus de sept cents secondes à dix secondes. »

Jean-François Cordeau, de HEC, est un autre collaborateur précieux de Jans. Ensemble, ils travaillent à combiner la planification de la production, spécialité de Jans, et la planification de la distribution, dont Cordeau est un expert. Des économies substantielles peuvent être réalisées en optimisant les décisions de production et de distribution simultanément plutôt qu'en utilisant une approche séquentielle. Ceci conduit par contre à des modèles très larges et très complexes. Résoudre de tels modèles intégrés représente donc un défi majeur.

Avec de tels projets en branle, il va sans dire que Raf Jans se réjouit de son déménagement à HEC et au GERAD. ■

Raf Jans

*Service de l'enseignement de la gestion des opérations et de la logistique
HEC Montréal et GERAD*

Entrevue avec Jean-François Plante



Des pommes et des oranges dans le même panier!

Nous entendons parfois qu'il ne faut pas comparer des pommes et des oranges. Il est possible par contre d'en apprendre plus sur les pommes en étudiant les oranges... À condition, bien sûr, de connaître les méthodes pondérées! Statisticien nouvellement arrivé au GERAD, Jean-François Plante maîtrise ce concept : « Les méthodes pondérées permettent de combiner des données qui proviennent de plusieurs populations différentes et de toutes les inclure dans une même analyse. »

Imaginons un statisticien qui souhaite étudier la survie des femmes de race blanche suite à une grave opération. Il a accès à un ensemble de données recueillies auprès de femmes de race blanche, mais il sait qu'il existe d'autres études qui couvrent des populations diverses. Peut-être y a-t-il des données pour les hommes de race blanche, ou d'autres sur les femmes asiatiques... « Il est possible d'utiliser toutes ces données, mais en affectant un poids moindre aux autres groupes. » Dans notre exemple, toutes les femmes de race blanche sont comptabilisées à part entière, mais un homme de race blanche pourrait compter pour la moitié ou le tiers d'une personne. Cependant, il est important de ne pas perdre de vue l'objectif de l'analyse : « En augmentant la taille de l'échantillon, la variance est réduite, mais nous courrons un certain risque. Par exemple, si la convalescence des hommes est plus longue que celle des femmes, nous introduisons des données très différentes. Notre résultat devient biaisé. » Ainsi, l'objectif est de parvenir à un compromis entre la variance et le biais. Ce défi de taille est au cœur des recherches de Jean-François Plante, puisqu'il s'agit justement de l'un des usages des méthodes pondérées.

L'inférence, nous l'aurons deviné, le passionne. Créer de nouveaux outils d'inférence, imaginer de nouvelles façons d'appréhender des outils connus, voilà ce qui le stimule : « Devant une méthode, j'adore me demander comment j'aurais procédé si je l'avais conçue moi-même. J'aime développer ma propre façon de faire... parfois pour me rendre compte que quelqu'un d'autre a élaboré la même il y a quelques années! De cette façon, je découvre parfois des méthodes réellement nouvelles. »

C'est un peu ce qui s'est produit pendant son doctorat à l'Université de Colombie-Britannique : « Techniquement, j'ai conçu ma thèse en un après-midi! J'avais beaucoup lu, discuté avec mon superviseur, mais j'avais un peu l'impression de faire du surplace. Un certain après-midi,

j'ai perçu la vraisemblance pondérée d'une autre façon, j'y ai pensé différemment. Quand je suis retourné chez moi ce soir-là, l'idée centrale de ma thèse était née. »

Entre la fin de son doctorat en 2007 et son arrivée au GERAD, il ne s'est écoulé que deux courtes années, au cours desquelles il a effectué un stage postdoctoral à l'Université de Toronto. Jean-François Plante est comblé : « Dès le milieu de ma maîtrise, j'ai réalisé qu'une carrière de professeur était ce qui m'attirait le plus. J'ai été très chanceux, parce que je souhaitais évidemment revenir au Québec, et que HEC est l'un des meilleurs endroits dont j'aurais pu rêver pour entreprendre ma carrière. »

Dès son arrivée à HEC, le statisticien obtient en 2009 une subvention du CRSNG pour cinq ans. Les méthodes pondérées se trouvent bien sûr au menu de son programme

« Les méthodes pondérées permettent de combiner des données qui proviennent de plusieurs populations différentes et de toutes les inclure dans une même analyse. »

de recherche, tout comme la possibilité de les combiner avec les copules. Ces outils, qui permettent de modéliser la dépendance entre des variables aléatoires, sont la grande spécialité du professeur Christian Genest, anciennement de l'Université Laval et nouvellement arrivé à l'Université

McGill et au GERAD. Jean-François Plante a été initié aux copules par M. Genest lui-même au cours de sa maîtrise. Il n'a jamais délaissé le sujet, et voit maintenant les perspectives de collaboration d'un excellent œil.

Au cours des prochaines années, le théoricien de la statistique consacrera aussi du temps aux applications variées. Cette transition dans son programme de recherche laisse d'ailleurs déjà ses marques. Il s'intéresse notamment depuis peu aux équations structurelles, utilisées fréquemment en sciences humaines, ce qui éveille le créateur en lui : « Je pourrais peut-être trouver une façon d'assouplir les hypothèses de normalité sur lesquelles ces équations sont basées... » Il imagine déjà la possibilité de tirer des conclusions plus fortes d'études en psychologie, par exemple.

Développer de nouveaux outils, se demander « comment faire », explorer les fondements de la Statistique... Jean-François Plante a décidément une passion qui l'habite! ■

Jean-François Plante
Service de l'enseignement des méthodes
quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD

Un défi de taille : le redémarrage des méthodes du point intérieur

Alexander Engau, Miguel F. Anjos et Anthony Vannelli

Il y a une trentaine d'années, l'optimisation a fait la manchette du New York Times non pas une, mais deux fois. La première est parue le 7 novembre 1979, et la deuxième le 19 novembre 1984. Ces manchettes annonçaient des percées dans la « solution de problèmes mathématiques par ordinateur » et une « percée dans la résolution de problèmes », respectivement. Les « problèmes » sont dans les deux cas des problèmes d'optimisation linéaire et une des raisons pour lesquelles ces développements ont fait les manchettes, c'est que l'optimisation linéaire est un outil omniprésent dans de nombreuses industries, y compris les transports, la production manufacturière, la vente au détail et la finance.

Les chercheurs du GERAD ont fait au fil des années des contributions importantes à la fois aux techniques pour résoudre les problèmes d'optimisation linéaire et à l'application de l'optimisation linéaire à des situations réelles. Les problèmes d'optimisation linéaire sont utiles parce qu'ils peuvent être résolus en pratique, et ce, parfois même lorsqu'ils ont des millions de variables. Une propriété fondamentale de l'optimisation linéaire est que l'ensemble des solutions admissibles est toujours un polyèdre. Le cube est un exemple bien connu d'un polyèdre et on peut prouver que si l'on veut optimiser une fonction objectif linéaire sur le cube (dans n'importe quelle dimension), la solution optimale sera toujours trouvée en évaluant la fonction objectif à tous les sommets du cube et en choisissant le (ou un des) sommet (s) correspondant à la meilleure valeur objective. Les problèmes d'optimisation linéaire sont résolus depuis longtemps

Les problèmes d'optimisation linéaire sont utiles parce qu'ils peuvent être résolus en pratique, et ce, parfois même lorsqu'ils ont des millions de variables.

en utilisant la méthode du simplexe; celle-ci se déplace de sommet en sommet jusqu'à ce que la solution optimale soit trouvée. Malheureusement, le nombre de sommets du cube augmente exponentiellement avec la dimension du problème; par exemple, tandis que pour un problème à trois variables le cube n'a que huit sommets, avec vingt

variables il en a plus d'un million! Cela signifie que la méthode du simplexe peut prendre très longtemps à trouver

la solution optimale. Par contre, cette méthode n'a normalement besoin de vérifier qu'une petite proportion des sommets pour trouver le meilleur. C'est pour cette raison qu'elle est très populaire et utile en pratique.

Néanmoins, la question demeurait à savoir s'il existe une méthode qui ne prendra jamais une quantité exponentielle de calculs pour trouver la solution optimale. La manchette de 1979 annonçait la démonstration de Leonid Khachiyan que la méthode dite ellipsoïde pouvait résoudre les problèmes d'optimisation linéaire en un nombre polynomial d'étapes, c'est-à-dire de manière plus efficace que la méthode du simplexe dans le pire des cas. Malheureusement, la méthode ellipsoïde laisse beaucoup à désirer en pratique. Mais cinq ans plus tard, la manchette de 1984 suivait l'annonce par Narendra Karmarkar d'une méthode révolutionnaire pour l'optimisation linéaire. Ainsi commença ce qui est parfois décrit comme la révolution des points intérieurs.

Tandis que la méthode du simplexe se déplace de sommet

en sommet le long de la frontière du polyèdre jusqu'à ce qu'elle trouve la solution optimale, les méthodes du point intérieur calculent une suite de points à l'intérieur du polyèdre (d'où l'appellation « point intérieur ») qui mène à un sommet optimal. Après presque 30 ans de travaux de recherche, la théorie des méthodes du point intérieur est maintenant bien développée et ces méthodes sont utilisées dans de nombreuses applications. De nos jours, tous les logiciels commerciaux d'optimisation linéaire offrent une ou plusieurs méthodes du point intérieur.

Cependant, malgré toutes ces années de recherche, le redémarrage efficace des méthodes du point intérieur est demeuré problématique. Le concept de redémarrage consiste à utiliser la solution optimale (connue) d'un problème initial pour accélérer la solution d'un autre problème semblable. On suppose que le problème semblable est obtenu à partir du problème initial en ne faisant que quelques changements. La nécessité de résoudre de nombreux problèmes semblables se pose dans de nombreuses situations, par exemple lorsqu'il y a des variations des prix ou des spécifications d'un produit.

Bien que la solution optimale du problème initial soit généralement un très bon point de départ pour la méthode du simplexe, le défi majeur dans le cas des méthodes du point intérieur réside dans le fait que les solutions optimales ne sont pas des points intérieurs et ne peuvent donc pas être directement utilisées comme point de départ pour résoudre le nouveau problème avec une méthode du point intérieur. Puisqu'un bon nombre de techniques de redémarrage ont été proposées et essayées, il est d'autant plus frappant que jusqu'à récemment la meilleure technique en pratique était de choisir, parmi les points intérieurs calculés pour le problème initial, un point intérieur qui semble

prometteur comme point de départ pour le nouveau problème. Bien que souvent utile, cette approche est entièrement heuristique et n'offre donc aucune garantie théorique de convergence.

La recherche présentée dans cet article fut motivée par le grand besoin de progrès dans le redémarrage des méthodes du point intérieur. Cet article présente une nouvelle méthode de redémarrage qui (1) surpasse clairement les résultats rapportés pour les stratégies proposées précédemment; (2) est appuyée par une démonstration de convergence en temps polynomial. La contribution de cet article est importante, car toutes les méthodes précédentes étaient efficaces en théorie, mais pas en pratique, ou vice versa. Ainsi, cet article offre un progrès remarquable dans une problématique de recherche qui a commencé dans les années 1980, soit la recherche d'une méthode de redémarrage du point intérieur qui est efficace autant en théorie qu'en pratique. L'importance de ce travail a été reconnue par l'octroi d'un prix MITACS du Meilleur Article par un Étudiant à M. Alexander Engau en 2010.

Cette méthode de redémarrage est maintenant devenue un ingrédient clé d'une nouvelle approche proposée par notre groupe pour résoudre les problèmes d'optimisation discrète. Mais ce n'est qu'un début : il y a de nombreux défis à relever pour rendre la méthode de redémarrage plus compétitive en pratique. Les méthodes du point intérieur peuvent également être appliquées à des classes de problèmes plus générales que les problèmes d'optimisation linéaire, ce qui ouvre de nombreuses pistes de recherche prometteuses. Le GERAD est l'environnement idéal pour mener cette recherche et d'autres développements majeurs seront accomplis dans les prochaines années. ■

SIAM JOURNAL ON OPTIMIZATION, 20(4), PP. 1828-1861, 2010.

TITRE ORIGINAL
ON INTERIOR-POINT WARMSTARTS FOR LINEAR
AND COMBINATORIAL OPTIMIZATION

Alexander Engau
Département de Sciences Mathématiques et Statistiques
Université du Colorado Denver

Miguel F. Anjos
Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD

Anthony Vannelli
École d'ingénierie
Université de Guelph

Politiques énergétiques empêchant un basculement du climat

Olivier Bahn, Neil Edwards, Reto Knutti et Thomas Stocker

Les données paléoclimatiques et les modèles climatiques indiquent que certains éléments du système climatique peuvent présenter des seuils, où de petits changements des émissions de gaz à effet de serre (GES) résulteraient en des changements de régime climatique non linéaires et potentiellement irréversibles avec de graves conséquences pour les systèmes socio-économiques. L'effondrement de la circulation thermohaline dans l'Atlantique est un exemple d'un tel seuil ou point de basculement.

La circulation thermohaline est une circulation océanique à grande échelle.

La circulation thermohaline est une circulation océanique à grande échelle.

Elle agit comme un tapis roulant océanique et une pompe à chaleur, en transportant de grandes quantités d'eau (chaude) et d'énergie (chaleur) vers l'Atlantique Nord. Elle est principalement engendrée par la formation et la plongée de masses d'eau dense dans l'Atlantique Nord provoquées par des écarts dans la température et la salinité de l'eau, d'où le nom thermohaline (*thermo-* se rapportant à la température et *-haline* se rapportant à la teneur en sel, deux facteurs déterminants la densité de l'eau de mer).

Les changements climatiques, qui devraient en particulier provoquer un réchauffement et des précipitations accrues dans l'Atlantique Nord, ont le potentiel de causer une réduction importante de la circulation thermohaline. En effet, la plupart des modèles climatiques simulent une réduction de la circulation thermohaline en réponse au réchauffement global; certains modèles simulent même un arrêt complet, potentiellement irréversible, de cette circulation. Les impacts potentiels d'un tel effondrement pourraient inclure des changements régionaux dans les températures de l'ordre de plusieurs degrés, de même que des augmentations, locales et globales, du niveau de la mer de 25 à 80 cm.

Pour éviter de tels changements climatiques potentiellement irréversibles, on peut concevoir des politiques énergétiques qui réduisent les émissions de GES à des niveaux empêchant un effondrement de la circulation thermohaline. Pour ce faire, nous avons d'abord estimé des contraintes sur l'augmentation totale de la température et sur la vitesse d'augmentation de la température requises pour éviter un effondrement de la circulation thermohaline, à

l'aide de résultats provenant d'un grand nombre d'expérimentations numériques conduites avec le modèle climatique Berne 2.5-D. Nous avons ensuite incorporé ces contraintes climatiques au modèle MERGE, un modèle développé à l'Université de Stanford permettant d'évaluer les effets régionaux et globaux des politiques de réduction de GES.

Nos résultats montrent tout d'abord que sous certaines hypothèses concernant la sensibilité du climat, une petite augmentation des émissions de GES pendant les prochaines décennies serait suffisante pour engendrer une situation où un effondrement de la circulation thermohaline ne pourrait plus être évité. Nos résultats montrent également (toujours selon les hypothèses faites sur la sensibilité du climat) que la préservation de la circulation thermohaline peut exiger une réduction rapide et forte des GES par rapport à leur niveau actuel, avec une transition vers l'énergie nucléaire et/ou renouvelable, possiblement combinée à l'utilisation de systèmes de capture et séquestration du carbone.

Dans cette étude, l'augmentation totale de la température en 2100 (par rapport aux niveaux préindustriels) est proche de 2 °C, niveau souvent cité comme limite à ne pas excéder pour empêcher toute perturbation dangereuse du système climatique. Les résultats de cette étude ne sont pas donc limités à la préservation de la circulation thermohaline, mais constituent une illustration des implications pour les politiques énergétiques de vouloir limiter les hausses de température à un niveau proche de 2 °C, tout en prenant en compte le fait que la vitesse de changement de température, et par conséquent les capacités de l'environnement à s'adapter, sont limitées. ■

ENERGY POLICY, 39, PP. 334-348, 2011

TITRE ORIGINAL

ENERGY POLICIES AVOIDING A TIPPING POINT IN THE CLIMATE SYSTEM

Olivier Bahn

Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD

Neil Edwards

Sciences terrestres et environnementales
Open University

Reto Knutti

Institut pour les sciences atmosphériques et climatiques
École Polytechnique Fédérale de Zurich

Thomas Stocker

Physique climatique et environnementale
Université de Berne

Tarification des contrats à terme sur bons du Trésor du Chicago Board of Trade

Ramzi Ben-Abdallah, Hatem Ben-Ameur et Michèle Breton



Un contrat à terme boursier est une entente entre deux parties concernant l'achat ou la vente d'un actif à une date future donnée, appelée la date de livraison, pour un prix fixé à l'avance. Les contrats à terme boursiers incluent des clauses précisant les conditions de livraison et des spécifications de qualité et sont normalement transigés en bourse. Le contrat sur bons du trésor transigé sur le Chicago Board of Trade (CBOT) est le contrat à terme le plus répandu et le plus activement transigé aux États-Unis. Il prévoit la livraison d'une valeur de 100 000 \$ en obligations gouvernementales de longue maturité, et inclut plusieurs options de livraison. Cet article propose une méthode numérique pour l'évaluation de ce contrat dans le contexte de taux d'intérêts stochastiques, et compare les prix obtenus à l'aide de cette méthode aux prix observés sur le marché entre 1990 et 2008.

Les options de livraison incluses dans le contrat concernent le calendrier et la qualité de la livraison. Ainsi, on permet la livraison des obligations tous les jours

durant le mois de livraison, même durant des périodes où le marché des contrats à terme est fermé alors que le marché des obligations est ouvert. Par ailleurs, le vendeur peut livrer n'importe quelle obligation appartenant à un panier d'obligations éligibles spécifié au contrat.

Une obligation est un contrat prévoyant le remboursement du capital à maturité et le paiement de versements constants (les coupons) à intervalle fixe (par exemple, annuellement). Par exemple, une obligation de 100 000 \$ ayant une maturité de 15 ans et un coupon annuel de 6 % est une promesse de verser 6 000 \$ par année durant 15 ans, et 100 000 \$ dans 15 ans. La valeur au marché d'une telle obligation dépend du taux d'intérêt actuel, mais aussi des anticipations du marché concernant l'évolution future de ce taux d'intérêt. L'option de qualité donne au vendeur le droit de vendre pour un prix fixé à l'avance n'importe laquelle des obligations du panier, qui ont des taux de coupon et des maturités différents, et par conséquent des valeurs au marché différentes. En fait, pour tenir compte des variations en qualité des obligations livrées, le prix reçu par le vendeur est ajusté à l'aide d'un ensemble de facteurs de conversion, spécifiés

au contrat. Le système de conversion utilisé par le CBOT est tel que la valeur de toutes les obligations éligibles est la même lorsque le taux d'intérêt est de 6 % et constant dans le temps. Lorsque ce n'est pas le cas, les obligations ne sont pas de valeur égale au moment de la livraison, et il existe une obligation « moins chère à livrer » (MCL).

Jusqu'à présent, aucune méthode n'a été proposée pour identifier la stratégie optimale d'exercice (quand et quoi livrer) et pour évaluer le prix du contrat sous l'hypothèse d'une évolution stochastique du taux d'intérêt lorsque toutes les options de livraison sont prises en compte. En fait, même lorsqu'on suppose que le taux d'intérêt est constant et déterministe, la MCL change au cours du mois de livraison, de sorte que la stratégie de livraison ne peut pas être caractérisée analytiquement. Le fait d'ajouter de l'incertitude sur l'évolution des taux d'intérêt rend le problème encore plus complexe.

Nous proposons un algorithme d'évaluation dans le cadre général d'un modèle de diffusion markovien pour

Le contrat sur bons du trésor transigé sur le Chicago Board of Trade (CBOT) est le contrat à terme le plus répandu et le plus activement transigé aux États-Unis.

l'évolution des taux d'intérêt. Notre approche est une procédure numérique de rétroinduction combinant la programmation dynamique, l'interpolation par éléments finis, et la recherche de point fixe. L'algorithme fournit la valeur du contrat pour le vendeur (qui est rétablie à 0 aux dates de règlement), le prix de livraison aux dates de règlement, ainsi que la stratégie optimale de livraison (livrer ou non et MCL) aux dates prévues au contrat, en fonction du vecteur d'état et du prix de livraison à la dernière date de règlement. ■

À PARAÎTRE DANS *QUANTITATIVE FINANCE*

TITRE ORIGINAL
PRICING THE CBOT T-BOUNDS FUTURES

Ramzi Ben-Abdallah
Hatem Ben-Ameur
Michèle Breton

*Service de l'enseignement des
méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD*



Comment minimiser le risque sans se fier à une distribution

Erick Delage et Yinyu Ye



Que ça nous plaise ou non, notre fortune dépend fortement des fluctuations des marchés financiers. En effet, le succès d'une grande part de nos plans à long terme repose sur la présence de moyens financiers suffisants. Alors que nous tentons d'accumuler ces fonds, il est important de pouvoir investir ses économies sans risque afin qu'elles suivent au moins le taux d'inflation. Malheureusement, les événements dont nous avons été témoins au cours des dernières années ont semé le doute sur l'existence même d'un tel type d'investissement. Prenons comme exemple le cas du plus important fonds de pension canadien, i.e. la Caisse de dépôt et placement du Québec. Une analyse rapide de ses rapports de rendements annuels nous indique que pour les placements faits en 2000, le fonds a atteint l'équivalent d'un rendement annuel de 4 % (un maigre 2 % au-dessus du taux d'inflation annuel). Ce chiffre est d'autant plus inquiétant que, durant ces années, les rendements de ce fonds furent presque aussi volatiles que le marché, accumulant des pertes de 25 % en 2008, et de plus de 5 % en 2001 et en 2002. Afin d'expliquer la surexposition au risque de plusieurs fonds de ce type, nombreux sont ceux qui ont attribué la situation à la confiance aveugle des gestionnaires de portefeuilles en

leur modèle stochastique –tenant responsable, par exemple, l'utilisation du modèle log-normal en faveur de la tarification des options ou du modèle de copule gaussienne en faveur des CDO (*Collateralized Debt Obligations* : obligations adossées à des actifs).

Cette remise en question vis-à-vis du choix d'un modèle probabiliste ne devrait pas être limitée au monde de la finance. En fait, la question se pose pour toute situation de prise de décision en contexte d'incertitude. En effet, le choix d'un modèle stochastique constitue la première étape de plusieurs méthodes populaires. Le problème réside dans le fait que nous n'avons pas toujours les ressources pour mener cette étape proprement à terme. Dans certains cas, ce sont les ressources financières qui nous limitent quant à la qualité des experts que nous consultons ou quant à la quantité de données que nous collectons. Dans d'autres cas, avoir recours au modèle stochastique « à la mode » rend tout simplement le problème plus facile à résoudre. Peu importe la raison, il est important de reconnaître que si l'on est incapable de justifier son choix de modèle stochastique, il faut nécessairement assumer la responsabilité de l'avoir choisi. Ceci signifie qu'il ne faut pas s'étonner si notre exposition au risque s'avère plus élevée que prévu.



Dans cette communication, nous étudions une approche qui permet de se soustraire au besoin d'adopter un modèle stochastique précis lors du développement d'un modèle décisionnel. L'approche propose plutôt d'identifier certaines caractéristiques de la distribution. On peut, par exemple, décrire des régions dans lesquelles on pense retrouver les valeurs incertaines, leurs moyennes ainsi que leurs variances et covariances. Ces caractéristiques sont ensuite utilisées pour définir un ensemble de distributions plausibles (dont la taille dépendra de la quantité d'information recueillie). Le risque associé à une décision est finalement mesuré en tenant compte du pire choix de distribution dans cet ensemble. Nous démontrons notamment que, pour une grande fourchette de problèmes, si l'information se réduit au soutien, à la moyenne et à la matrice de covariance, la décision optimale peut alors être trouvée très rapidement. Ce résultat peut sembler surprenant, puisque résoudre certains de ces problèmes pour une seule distribution peut s'avérer très difficile.

Nous proposons également une méthode qui peut être utilisée pour déterminer les caractéristiques intéressantes d'une distribution à partir de données historiques. Si chaque échantillon est indépendant et identiquement distribué, et l'ampleur maximale du vecteur de valeurs incertaines n'est pas trop grande, « l'ensemble distributionnel » décrit précédemment a de fortes chances d'être assuré de contenir la vraie distribution associée aux échantillons historiques. Nous sommes donc assurés « probabilistiquement » que le risque mesuré représente une bonne approximation du véritable risque et qu'il n'est pas sous-estimé. En fait, ces outils nous permettent de renoncer à notre foi en un modèle probabiliste subjectif et de miser plutôt sur une théorie des probabilités bien établie.

Cette « approche distributionnellement robuste » a été évaluée à partir d'un problème de sélection de portefeuilles impliquant des données historiques téléchargées du site de *Yahoo! Finances*; le cours de 30 titres financiers fut suivi de 2001 à 2007. Les résultats nous démontrent clairement que, bien qu'une approche fondée sur un modèle de distribution (en particulier, le modèle de distribution empirique) puisse générer des retours positifs, l'exposition au risque peut être réduite de manière significative, sans pertes au plan des retours, en reconnaissant simplement que les distributions sont faillibles. ■

Afin d'expliquer la surexposition au risque de plusieurs fonds de ce type, nombreux sont ceux qui ont attribué la situation à la confiance aveugle des gestionnaires de portefeuilles en leur modèle stochastique –tenant responsable, par exemple, l'utilisation du modèle log-normal en faveur de la tarification des options ou du modèle de copule gaussienne en faveur des CDO (*Collateralized Debt Obligations*: obligations adossées à des actifs).

OPERATIONS RESEARCH, 58(3), pp. 596-612, 2010.

TITRE ORIGINAL

DISTRIBUTIONALLY ROBUST OPTIMIZATION UNDER MOMENT UNCERTAINTY WITH APPLICATION TO DATA-DRIVEN PROBLEMS

Erick Delage

Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD

Yinyu Ye

Département des sciences de la gestion et du génie
Université de Stanford, Californie



Un algorithme combinant recherche à grands voisinages et génération de colonnes pour le problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps

Éric Prescott-Gagnon, Guy Desaulniers et Louis-Martin Rousseau

Étant donné une flotte de véhicules identiques affectée à un seul dépôt, le problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps (PTVFT)

consiste à élaborer des tournées (routes) de véhicules réalisables pour livrer de la marchandise à un ensemble de clients dispersés tout en minimisant, d'abord, le nombre de véhicules requis et, ensuite, la distance totale parcourue (qui est, habituellement, proportionnelle aux coûts de transport). Chaque client doit être desservi par exactement un véhicule à l'intérieur d'un intervalle de temps préétabli, appelé fenêtre de temps. Une tournée débute au dépôt, visite une suite de clients et se termine au dépôt. Elle est réalisable si la quantité totale de marchandise livrée n'excède pas la capacité du véhicule et si elle respecte la fenêtre de temps de chaque client visité. Le PTVFT peut aussi être vu comme un problème de cueillette de marchandise devant être acheminée au dépôt.

Le PTVFT est au cœur du processus de distribution de nombreuses compagnies produisant des biens. Depuis plusieurs décennies, il a été fortement étudié dans la littérature. Parce que les méthodes exactes d'optimisation ne peuvent résoudre que des exemplaires de taille limitée en des temps de calcul acceptables, un grand nombre de méthodes heuristiques pouvant traiter des exemplaires de grande taille ont été développées. Dans cet article, nous proposons une nouvelle matheuristique pour le PTVFT. Une matheuristique est une méthode heuristique qui combine une ou plusieurs heuristiques traditionnelles (recherche locale, recherche avec tabous, etc.) avec une méthode de programmation mathématique. Dans notre cas, nous développons une matheuristique intégrant la recherche à grands voisinages (RGV), la recherche avec tabous et une méthode de type « branch-and-price » (BP). Étant donné une solution initiale, RGV est une méthode itérative dans laquelle des éléments (arcs) de la solution courante sont alternativement retirés et remplacés par d'autres dans le but d'améliorer cette solution. Un voisinage est donc l'ensemble des solutions contenant le sous-ensemble des éléments qui n'ont pas été retirés à une itération donnée. Enlever un grand nombre d'arcs produit un grand voisinage qui offre un bon potentiel de changer une bonne partie de la solution. Pour explorer ce voisinage, nous utilisons une heuristique BP. BP est une méthode de programmation mathématique qui résout la relaxation linéaire d'un programme en nombres

entiers (une variable est associée à chaque tournée réalisable) en utilisant la génération de colonnes et trouve des solutions entières par une méthode d'énumération implicite. La

Le PTVFT consiste à élaborer des tournées (routes) de véhicules réalisables pour livrer de la marchandise à un ensemble de clients.

génération de colonnes est une technique de programmation linéaire qui permet de prendre en compte un très grand nombre de variables en considérant seulement un sous-ensemble de celles-ci à la fois, sous-ensemble qui est augmenté dynamiquement au besoin en résolvant un sous-problème. Pour le PTVFT, le sous-problème est un problème de plus court chemin élémentaire avec contraintes de ressource que nous proposons de résoudre heuristiquement par un algorithme de recherche avec tabous. Finalement, l'approche de résolution procède en deux phases: dans la première, la minimisation du nombre de véhicules est favorisée; dans la seconde, la priorité est mise sur la réduction de la distance totale parcourue pour un nombre fixe de véhicules disponibles, soit celui atteint dans la première phase.

Cette nouvelle méthodologie a été testée sur un ensemble bien connu de 356 exemplaires comprenant de 100 à 1000 clients. Nous avons réussi à trouver 145 nouvelles meilleures solutions et à obtenir pour toutes les tailles d'exemplaire les meilleurs résultats quant au nombre de véhicules cumulatif et à la distance totale cumulative comparés à ceux des meilleures méthodes connues. Ces excellents résultats montrent le potentiel de la matheuristique proposée, qui est passablement flexible (due à la recherche avec tabous qui permet de traiter des règles complexes de faisabilité des tournées) et peut s'adapter pour résoudre une vaste gamme de problèmes complexes de tournées de véhicules et d'horaires d'équipages. ■

NETWORKS, 54(4), 190-204 (2009).

TITRE ORIGINAL

A BRANCH-AND-PRICE-BASED LARGE NEIGHBORHOOD SEARCH ALGORITHM FOR THE VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS

Éric Prescott-Gagnon

Omega Optimisation, Montréal

Guy Desaulniers

Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD

Louis-Martin Rousseau

Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et CIRRELT

Transport de gaz naturel liquéfié par bateau-citerne

Roar Grønhaug, Marielle Christiansen, Guy Desaulniers et Jacques Desrosiers

Le gaz naturel est une importante source d'énergie et la demande mondiale devrait augmenter de 70 % entre 2002 et 2025. Il est traditionnellement transporté par pipelines, mais le transport par bateau-citerne est plus efficace sur de longues distances. Dans ce cas, on doit le refroidir pour atteindre son état liquide avant de le transporter dans des citernes spécialement conçues à cet effet. Tout comme la demande et la production de gaz naturel, le nombre de bateaux-citernes est aussi en croissance. Par rapport à 2007, on s'attend à ce que le nombre de bateaux passe de 220 à 400 en 2015, soit près du double.

Nous considérons dans cet article la production, le transport, l'entreposage et la vente du gaz naturel liquéfié. Le gaz naturel est d'abord refroidi aux usines de liquéfaction puis transporté par bateau-citerne jusqu'aux terminaux où se fait l'entreposage. On le ramène ensuite à l'état gazeux pour qu'il soit vendu. La capacité d'inventaire est connue pour chacun des ports alors que la production aux usines de liquéfaction et la vente aux terminaux sont variables d'un jour à l'autre. Les planificateurs disposent d'une flotte hétérogène de bateaux-citernes et la cargaison d'un bateau est répartie dans plusieurs citernes. Un bateau est toujours rempli à capacité lorsqu'il quitte un port de chargement, mais il peut décharger un nombre variable de citernes lors de son passage à un terminal. Durant le transport, une partie du gaz s'évapore et est utilisée comme carburant. Le problème consiste donc à concevoir les itinéraires et les horaires des bateaux-citernes. On doit aussi déterminer la production et la vente de gaz naturel de manière à maximiser les profits, tout en respectant des seuils minimum et maximum aux sites d'entreposage. Ce problème combine donc à la fois le routage des bateaux et l'inventaire de gaz naturel.

Il est plus complexe que les problèmes d'inventaire traditionnellement considérés en transport maritime. Un bateau peut ainsi être initialement dans un port ou en mer, et il n'y a pas de position finale spécifique. Ces bateaux-citernes sont très spécialisés et on ne peut en faire aucun autre usage. Puisque la composition de la flotte n'est pas sujette à changement dans un avenir rapproché, nous ne considérons pas de coût fixe associé à un bateau. Les coûts variables incluent les coûts de navigation, notamment ceux du carburant, du passage de canaux, et des frais de port.

Par rapport au problème de collecte et de livraison, le nombre de ports visités est inconnu et il n'y a pas de

paires pré-déterminées. Les quantités chargées et livrées aux ports ne sont pas connues puisqu'elles dépendent de la capacité des bateaux-citernes qui visitent ces ports. De plus, le volume de gaz livré à un terminal dépend du nombre de citernes qui y sont vidées et de l'évaporation durant le transport qui elle, est fonction de la durée du voyage. Finalement, le planificateur doit déterminer le niveau de production de gaz naturel liquéfié aux usines tout comme celui des ventes aux terminaux, tous deux ajustables au besoin tout au long de la période de planification.

Le problème est résolu par une méthode de génération de colonnes imbriquée dans un algorithme d'énumération implicite et de plans coupants. Dans la méthode de génération de colonnes, le problème maître est responsable de la gestion des inventaires et des contraintes de capacité des ports, alors que les sous-problèmes génèrent les itinéraires des bateaux. Différentes techniques d'accélération sont développées, notamment un générateur heuristique utilisé aussi longtemps qu'il permet d'améliorer la solution. La méthode d'optimisation proposée est testée sur des instances dérivées de problèmes réels rencontrés par une grande compagnie d'énergie. Les résultats montrent qu'elle est beaucoup plus rapide que les logiciels commerciaux et qu'elle est capable de résoudre des instances plus grandes et plus réalistes qu'auparavant. ■

TRANSPORTATION SCIENCE, 44(3), 400-415 (2010).

TITRE ORIGINAL

A BRANCH-AND-PRICE-AND-CUT METHOD FOR A LIQUEFIED NATURAL GAS INVENTORY ROUTING PROBLEM

Roar Grønhaug, Marielle Christiansen
Norwegian University of Science and Technology

Guy Desaulniers
*Département de mathématiques et de génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD*

Jacques Desrosiers
*Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD*

Sélection rapide et robuste de modèles dans de grands ensembles de données

Debbie J. Dupuis et Maria-Pia Victoria-Feser

789413323216548786521364697884165
15487982513468798464564
2466545649645642389

Les ensembles avec des millions d'observations et un nombre énorme de variables sont maintenant très communs, particulièrement dans des domaines tels que la finance, la gestion, l'informatique, et les sciences de la santé, et bien d'autres. Faire de l'inférence statistique avec de tels ensembles de données exige le développement de nouvelles techniques, parce qu'autrement les calculs des statistiques nécessaires sont impossibles.

Un groupe de techniques vise l'amélioration de l'efficacité des algorithmes

afin d'éviter des problèmes de mémoire d'ordinateur. Un autre groupe de techniques cherche à développer de nouveaux outils statistiques qui peuvent réaliser le même but : rendre les calculs faisables. Dans cet article nous sommes concernés par les dernières techniques.

Quand le nombre, p , de variables est très grand, la bonne pratique statistique exige que ce nombre soit réduit au moyen de critères statistiques appropriés pour comprendre mieux le phénomène à l'étude. Cependant, des techniques statistiques standard qui tiennent compte souvent de toutes les variables simultanément ne peuvent pas être employées quand p est trop grand, soit en raison de la malédiction de la dimensionnalité ou parce qu'elles impliquent des calculs des critères statistiques sur toutes les combinaisons des sous-ensembles de variables. Pour le problème de régression linéaire, des procédures de sélection *forward* simples qui sont

faisables existent et peuvent être aisément employées. Ces procédures impliquent d'estimer un premier modèle auquel une ou plusieurs variables explicatives potentielles sont ajoutées selon un critère donné, habituellement basé sur une statistique de test, jusqu'à ce que le critère ne soit plus satisfait.

Récemment, les critères qui tiennent compte du taux de fausses découvertes (TFD) se sont répandus.

Toutes ces méthodes sont basées sur l'estimateur des moindres carrés classique pour le modèle de régression linéaire, mais le critère peut être adapté à d'autres estimateurs. Fondamentalement, on a

besoin d'une méthode de calcul rapide pour choisir les meilleures variables explicatives à chaque étape de la procédure de sélection *forward* et d'une statistique de test pour examiner la significativité du coefficient de régression des variables explicatives choisies. Le seuil expérimental est alors comparé à un seuil adaptatif lié au nombre de variables explicatives déjà dans le modèle. Dans cet article nous sommes concernés par l'utilisation de telles procédures, mais basée sur des estimateurs robustes et ainsi des statistiques de test du modèle de régression linéaire. Il a déjà été démontré que des déviations du modèle, telles que des valeurs aberrantes, peuvent nous mener à un modèle choisi différent, et suboptimal, quand un critère non-robuste est employé. Ceci se produit parce que sous la légère contamination de données, les paramètres estimés du modèle et, par conséquent, le critère de la sélection de modèles peuvent être sérieusement biaisés. Par conséquent, les décisions

Récemment, les critères qui tiennent compte du taux de fausses découvertes (TFD) se sont répandus.

789413323216548786521364697884165789413323216548786521364697884165
154879825134687984645641215487982513468798464564
24665456496456423893122466545649645642389

789413323216548786521364697884165
 15487982513468798464564
 2466545649645642389

sont prises au mauvais seuil de signification, ce qui a un effet sur le TFD empirique. Le problème n'est pas nouveau, et plusieurs procédures robustes de sélection de modèles ont été proposées, par contre tous ces critères sont très *computer-intensive* quand tous les modèles possibles sont évalués, ce qui signifie que seulement des procédures de sélection *forward* peuvent être employées dans de grands ensembles de données. D'ailleurs, et pire encore, les estimateurs robustes

Les résultats obtenus par notre méthode surpassent tous les concurrents.

disponibles sont simplement impossibles à calculer avec le modèle complet si p est trop grand, et ils deviennent aussi inutiles dans une procédure de sélection *forward* à mesure que le nombre de variables explicatives augmente dans le modèle choisi.

Dans cet article nous proposons une procédure de sélection *forward* robuste et rapide (FRFS) basée sur des

estimateurs robustes rapidement calculables et des statistiques de test robustes. Une étude de simulation démontre la bonne performance de notre approche. La nouvelle méthode permet l'analyse de deux grands ensembles de données. D'abord, nous cherchons à prédire l'abondance d'une protéine sur la base de $p = 159$ variables explicatives observées pour $n = 231$ individus. Ensuite, nous cherchons à expliquer le prix moyen demandé pour un logement étant donné $p = 1325$ variables explicatives observées pour $n = 13970$ observations. Tous les estimateurs robustes disponibles avec les bonnes propriétés d'efficacité et de point de rupture ne peuvent pas être utilisés sans modifications et/ou simplifications. Les résultats obtenus par notre méthode surpassent tous les concurrents. ■

JOURNAL OF THE AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION, 106(493), 203-212 (2011)

TITRE ORIGINAL
 FAST ROBUST MODEL SELECTION IN LARGE DATASETS

Debbie J. Dupuis

Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
 HEC Montréal et GERAD

Maria-Pia Victoria-Feser

Faculté des sciences économiques et sociales
 Université de Genève, Suisse

789413323216548786521364697884165789413323216548786521364697884165
 1548798251346879846456415487982513468798464564
 24665456496456423892466545649645642389

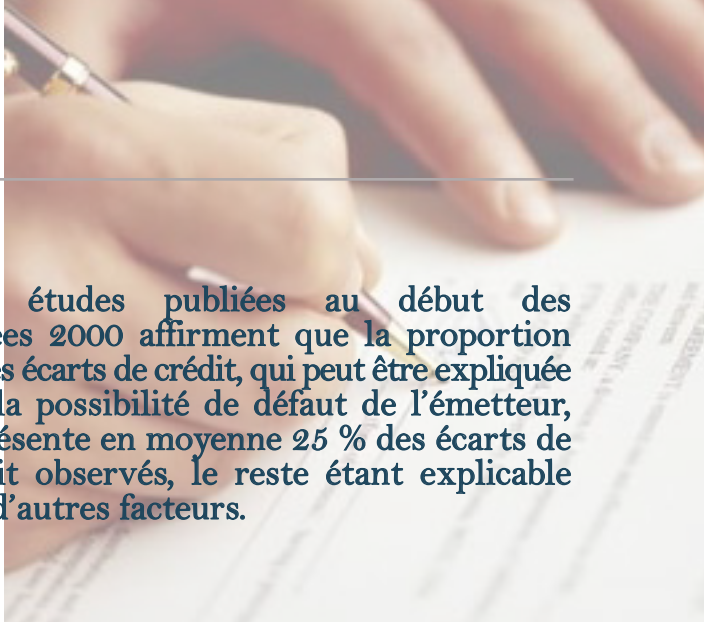
Un modèle d'intensité pour les écarts de crédit incorporant des facteurs macroéconomiques en présence de changements de régime

Georges Dionne, Geneviève Gauthier,
Khemais Hammami, Mathieu Maurice et
Jean-Guy Simonato

Il existe une grande variété de contrats financiers qu'il est possible de négocier. Les obligations forment une catégorie importante de ces contrats. Le contrat de base est une obligation que l'on achète aujourd'hui à un certain prix et qui sera revendue à l'échéance du contrat à un montant supérieur au prix initialement payé. On peut alors considérer que nous avons prêté une somme à un tiers pour une certaine période de temps et qu'il nous a remboursé le prix initial ainsi que des intérêts. Le rendement de cette obligation est le taux d'intérêt annualisé qui nous sera implicitement versé. Ce contrat est considéré sans risque puisque nous sommes certains de recevoir le montant promis à l'échéance. Typiquement, ce sont les obligations gouvernementales qui sont considérées sans risque. Qu'arrive-t-il si l'on prête à un tiers (disons une compagnie) qui pourrait être en faillite au moment du remboursement du prêt? Ce contrat comporte un risque de crédit, car il est possible que l'on ne reçoive pas la somme promise, mais seulement une fraction de cette dernière. Cette fraction est connue sous l'appellation de taux de recouvrement. Dans ce cas, le prêteur exigera un rendement plus élevé que celui du contrat de base afin d'être rémunéré pour le risque encouru. La différence entre les rendements des obligations risquées et sans risque s'appelle l'écart de crédit.

Il faut savoir que les rendements des obligations sont aussi affectés par d'autres facteurs. Il y a, par exemple, le risque de liquidité qui peut être associé à la difficulté de revendre le titre. En effet, si le titre est très peu en demande, il est possible que nous ne puissions pas le revendre au moment désiré. L'acheteur de ce contrat va alors exiger un rendement plus élevé afin de le compenser pour ce manque de flexibilité. Il peut aussi y avoir un effet de taxation. En effet, les obligations de société ne sont pas taxées de la même manière que les obligations gouvernementales, et les acheteurs de ces produits exigeront des compensations pour le taux d'imposition plus élevé.

Des études publiées au début des années 2000 affirment que la proportion de ces écarts de crédit, qui peut être expliquée par la possibilité de défaut de l'émetteur, représente en moyenne 25 % des écarts de crédit observés, le reste étant explicable par d'autres facteurs. Cette proportion nous paraissait très faible et nous avons cherché à démontrer à l'aide d'un modèle plus sophistiqué que cette proportion est en fait plus grande.



Des études publiées au début des années 2000 affirment que la proportion de ces écarts de crédit, qui peut être expliquée par la possibilité de défaut de l'émetteur, représente en moyenne 25 % des écarts de crédit observés, le reste étant explicable par d'autres facteurs.

Le modèle que nous avons construit comprend, entre autres facteurs, des variables macroéconomiques qui sont essentiellement des mesures de la consommation ainsi que de l'inflation. Sachant que l'échéance des obligations peut être lointaine (10 ans et même plus), la dynamique du modèle retenu admet des changements de régime captant certains cycles économiques. On a constaté que les variables macroéconomiques sont associées à deux des trois importantes hausses des écarts de crédit observables dans notre échantillon. De plus, la proportion des écarts de crédit expliquée par la possibilité du défaut est variable au cours du temps et, selon le régime prévalant, peut être plus importante que ce que révélaient les études antérieures. ■

À PARAÎTRE DANS
JOURNAL OF BANKING & FINANCE
DOI: 110.1016/J.JBANKFIN.2011.01.001

TITRE ORIGINAL
*A REDUCED-FORM MODEL OF DEFAULT SPREADS
WITH MARKOV-SWITCHING MACROECONOMIC FACTORS*

Georges Dionne, Jean-Guy Simonato
*Service de l'enseignement de la finance
HEC Montréal*

Geneviève Gauthier
*Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD*

Khemais Hammami, Mathieu Maurice
Caisse de dépôt et placement du Québec

Une solution exacte au problème du lancement optimal de n travaux dans un atelier à deux machines en série avec détérioration des tâches pour minimiser la somme pondérée des dates de complétion des travaux

Edouard Wagneur, Edwin Cheng et Daniel Ng

Dans des conditions assez particulières, il arrive que les durées d'exécution des tâches par les machines d'un atelier dépendent du temps passé dans l'atelier. Que l'on songe par exemple au traitement de lingots de métal en fusion, qui, refroidissant, requièrent un traitement de plus en plus long. Ou encore aux opérations de maintenance de machines, qui seront d'autant plus longues que celles-ci sont espacées. Comme la durée d'exécution d'une tâche T sur une machine M dépend du temps « perdu » à attendre que la machine se libère, cette durée dépend donc du choix de la tâche qui précède T . C'est-à-dire de l'ordonnancement des tâches.

On considère ici un atelier de type ligne de transfert où l'ordre de passages des pièces (tâches) sur les machines est le même pour toutes les machines. À ordonnancement donnée, les durées d'exécution des tâches dépendent encore du moment auquel chacune est lancée. Pour un critère donné, le calcul d'un ordonnancement optimal comprend dès lors deux étapes :

1. À ordonnancement donné, optimiser la date de lancement de chacune des tâches, ce qui permet de déterminer la « valeur » de l'ordonnancement.
2. Calculer l'ordonnancement optimal (i.e. celui fournissant l'optimum du critère choisi).

Nous avons montré [1] que, pour le critère durée totale d'exécution des tâches dans un atelier de deux machines, le problème d'ordonnancement (le couplage de 1 et 2 ci-dessus) est NP-complet, c'est-à-dire qu'aucun algorithme connu ne peut calculer la solution optimale en temps « raisonnable », même dans le cas le plus simple où les durées dépendent linéairement du « temps perdu ».

Dans ce nouveau travail, nous proposons une solution au problème 1 ci-dessus dans le cas d'un atelier de type ligne de transfert à deux machines pour le critère *somme pondérée des dates de finition de n tâches* où les pénalités pour le « temps perdu » (les fonctions pénalités) sont, pour chacune des tâches, des fonctions non décroissantes arbitraires du temps passé dans l'atelier.

La minimisation de ce critère permet alors l'utilisation optimale des ressources.

Une particularité de ce problème – par contraste par exemple avec celui du minimum de la durée totale d'exécution [2] – est que la solution dépend du taux de croissance des fonctions pénalités.

Parmi les nombreuses applications potentielles, notons que cette approche peut être utilisée pour la planification des opérations de maintenance sur un avion (ou une flotte d'avions). ■

Comme la durée d'exécution d'une tâche T sur une machine M dépend du temps « perdu » à attendre que la machine se libère, cette durée dépend donc du choix de la tâche qui précède T . C'est-à-dire de l'ordonnancement des tâches.



[1] C. Sriskandarajah, and E. Wagneur, Hierarchical control of the two-processor *ow-shop* with state dependent processing times: Complexity analysis and approximate algorithms. *Inför*, 29 (3), (1991), 193-205.

[2] E. Wagneur, and C. Sriskandarajah, Optimal control of a class of discrete event systems. *Journal of Dynamic Discrete Event Systems*, 3, (1993), 397-425.

À PARAÎTRE DANS *DISCRETE APPLIED MATHEMATICS*

TITRE ORIGINAL
*A CLOSED-FORM SOLUTION FOR THE OPTIMAL RELEASE TIMES
FOR THE F2 | DETERIORATING JOBS | $\sum w_j C_j$ PROBLEM*

Edouard Wagneur,
Département de mathématiques et génie industriel
École Polytechnique de Montréal et GERAD

Edwin Cheng, Daniel Ng
Department of Logistics and Maritime Studies
The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

Quand est-ce qu'une entreprise a intérêt à adopter le modèle d'affaires du code source libre?

Peter M. Kort et Georges Zaccour

Une vaste littérature, aussi bien académique que grand public, a tenté de répondre aux nombreuses questions intrigantes qui ont émergé suite à l'introduction et au développement du code source libre (CSL)¹. Schématiquement, ces questions peuvent être regroupées sous deux entêtes, concernant, respectivement, les individus et les entreprises :

1. Pourquoi des programmeurs, des chercheurs, des scientifiques et des bidouilleurs (hackers) passent une partie de leur temps précieux à contribuer anonymement, donc sans aucune reconnaissance de la part des autres, et sans compensation monétaire, au développement d'un CSL?

2. Sous quelles conditions des entreprises à but lucratif préféreraient développer un logiciel sous le mode CSL, plutôt que sur une base commerciale classique?

Dans cette étude, les auteurs tentent de répondre à la question suivante qui concerne des entreprises : dans un contexte concurrentiel, pourquoi certaines firmes fournissent gratuitement leur logiciel, tandis que d'autres le vendent? Les auteurs considèrent un cas qui n'a pas été analysé auparavant, à savoir, celui de deux firmes

qui commercialisent chacune un logiciel et un produit complémentaire. Les deux logiciels, tout comme les deux produits complémentaires, sont différenciés et partiellement substituables. Néanmoins, le produit complémentaire ne peut être utilisé qu'avec le logiciel de la même firme.

Il s'agit là d'un problème de tarification de deux produits complémentaires, par exemple un rasoir et des lames à raser, ou une voiture et des services de maintenance. Cela étant dit, le problème soulevé dans cette étude est beaucoup moins simple qu'il ne paraît à première vue. Premièrement, le comportement stratégique de la firme rivale affecte grandement le choix (optimal) de la firme en matière de tarification. Cette interaction stratégique complique certes la donne, mais le problème peut être résolu en adoptant un modèle ludique approprié. En effet, la théorie des jeux fournit un cadre méthodologique naturel pour intégrer ce type d'interactions. Deuxièmement, la qualité des produits n'est pas complètement déterminée par la firme. En effet, si l'entreprise adopte le modèle d'affaires du CSL, alors la qualité de ses produits sera plus élevée, grâce à la contribution d'une armée de



programmeurs. Le coût de cette qualité incrementale correspond aux revenus perdus sur les ventes du logiciel si la firme adoptait un modèle d'affaires de le développer à l'interne. L'arbitrage entre cette qualité accrue (et son impact sur les ventes du produit complémentaire) et les pertes de revenus sur le logiciel, déterminera le choix du modèle d'affaires et la tarification des produits.

L'arbitrage entre cette qualité accrue [...] et les pertes de revenus sur le logiciel, déterminera le choix du modèle d'affaires et la tarification des produits.

Les auteurs montrent qu'il est avantageux pour une firme d'adopter le modèle CSL si le marché du logiciel est hautement concurrentiel, tandis que le marché du produit complémentaire l'est moins. De plus, les auteurs obtiennent qu'il soit bénéfique de fournir gratuitement le logiciel si le concurrent le fait aussi. Ce résultat rappelle clairement le fameux jeu du dilemme des prisonniers où les deux joueurs adoptent la mauvaise stratégie parce qu'ils ne sont pas en mesure de faire des engagements fermes en matière de collusion. ■

¹ Traduction d'*open-source software* par l'Office de la langue française du Québec.

À PARAÎTRE DANS
PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT

TITRE ORIGINAL
WHEN SHOULD A FIRM OPEN ITS SOURCE CODE: A STRATEGIC ANALYSIS

Peter M. Kort
Tilburg University, Pays-Bas

Georges Zaccour
Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion
HEC Montréal et GERAD

Méthodes d'analyse mathématique pour l'aide à la décision

- G-2010-51 Mixed Effects Random Forest for Clustered Data
Hajjem, A., Bellavance, D. Larocque, D.
- G-2010-52 An Empirical Investigation of Late Bidding in Online Auctions
Ben Rhouma, T., Zaccour, G.
- G-2010-53 Impact of some Parameters on Investments in Oligopolistic Electricity Markets
Pineau, P.-O., Rasata, H., Zaccour, G.
- G-2010-54 An Empirical Investigation of Open-Loop and Closed-Loop Equilibrium Investment Strategies in an Electricity Oligopoly Market
Rasata, H., Zaccour, G.
- G-2010-56 Robustness of Random Forests for Regression
Roy, M.-H., Larocque, D.
- G-2010-61 Positive Edge: A Pricing Criterion for the Identification of Non-Degenerate Simplex Pivots
Raymond, V., Soumis, E., Metrane, A., Desrosiers, J.
- G-2010-64 Estimation of the Mixed Logit Likelihood Function by Randomized Quasi-Monte Carlo
Munger, D., L'Ecuyer, P., Bastin, F., Cirillo, C., Tuffin, B.
- G-2010-67 An Iterative Scheme for Valid Polynomial Inequality Generation in Binary Polynomial Programming
Ghaddar, B., Vera, J.C., Anjos, M.F.
- G-2010-68 Renewable Portfolio Standard Policy: A Game-theoretic Analysis
Nasiri, F., Zaccour, G.
- G-2010-69 Symmetry in Scheduling Problems
Ostrowski, J., Anjos, M.F., Vannelli, A.
- G-2010-70 Impacts of Imports and Natural Gas on Electricity Prices: The Case of Ontario
Kharbach, S., Pineau, P.-O., Fredette, M.
- G-2010-74 A Survey of Nordhaus-Gaddum Type Relations
Aouchiche, M., Hansen, P.
- G-2010-75 On the Extremal Values of the Second Largest Q -Eigenvalue
Aouchiche, M., Hansen, P., Lucas, C.
- G-2010-76 Identifying Local Minima in the Liquidus Surface Using the FactSage Software and the Mesh Adaptive Direct Search (MADS) Algorithm
Gheribi, A.E., Robelin, C., Le Digabel, S., Audet, C., Pelton, A.D.
- G-2010-77 Calculating Optimal Conditions for Alloy and Process Design Using Thermodynamic and Properties Databases, the FactSage Software and the Mesh Adaptive Direct Search (MADS) Algorithm
Gheribi, A.E., Audet, C., Le Digabel, S., Bélisle, E., Pelton, A.D.
- G-2009-37 NOMAD user guide. Version 3.4
Le Digabel, S.
- G-2009-62 A New Column Generation Algorithm for Logical Analysis of Data
Hansen, P., Meyer, C.
- G-2011-01 A simple finite simplicial covering algorithm for concave minimization over a polytope
Meyer, C.
- G-2005-96 A Closed Form Solution to the Optimal Release Times for the $F2$ Deteriorating Jobs $\sum w_j C_j$ Problem
Wagneur, E., Cheng, E., Ng, D.
- G-2010-17 The Whitney Embedding Theorem for Tropical Modules
Wagneur, E.
- G-2011-03 Efficient Use of Parallelism in Algorithmic Parameter Optimization Applications
Audet, C., Dang, C.-K., Orban, D.
- G-2011-05 A Three-Stage Mathematical-Programming Method for the Multi-Floor Facility Layout Problem
Bernardi, S., Anjos, M.F.
- G-2011-08 A Comparison of Several Models for the Minimum Cost m -Cycle Cover Problem
Gouveia, L.E., Laporte, G., Buhrkal, K.F., Gollowitzer, S., Pereira, D.L., Wojciechowski, A.
- G-2010-43 Planning Rapid Transit Networks
Laporte, G., Mesa, J.A., Ortega, F.A., Perea, F.
- G-2011-09 Snow water equivalent estimation using blackbox optimization
Alarie, S., Audet, C., Garnier, V., Le Digabel, S., Leclaire, L.-A.
- G-2008-59 From Global to Local Convergence of Interior Methods for Nonlinear Optimization
Armand, P., Benoist, J., Orban, D.

Méthodes d'analyse mathématique pour l'aide à la décision

- G-2011-10 Extensions to the repetitive branch and bound algorithm for globally optimal clusterwise regression
Carbonneau, R.A., Caporossi, G., Hansen, P.
- G-2011-11 Use of Quadratic Models with Mesh Adaptive Direct Search for Constrained Black Box Optimization
Conn, A.R., Le Digabel, S.
- G-2011-14 Improving Heuristics for Network Modularity Maximization Using an Exact Algorithm
Caffieri, S., Hansen, P., Liberti, L.
- G-2011-15 A Locally Optimal Heuristic for Modularity Maximization of Networks
Caffieri, S., Hansen, P., Liberti, L.
- G-2011-16 Représentation de la genèse d'un texte par un graphe
Caporossi, G., Leblay, C.
- G-2011-17 A hybrid space-economic model generating world demo-economic projections
Behrens, K., Meyer, C., Tellier, L.-N.

Développement d'applications dans les grands systèmes technologiques, commerciaux et économiques

- G-2010-62 Radio Planning of Energy-Aware Cellular Networks
Boiardi, S., Capone, A., Sansò, B.
- G-2010-65 The endogenous determination of retirement age and Social Security benefits
Cabo, F., Garcìa-González, A.
- G-2010-72 Pricing By Fourier Transform: An Overview
Baraket, C.
- G-2010-73 A Great Fish War Model with Asymmetric Players
Breton, M., Keoula, M.Y.
- G-2011-04 Pricing Interest Rate Derivatives With Multilinear Interpolations and Transition Densities
Ben-Ameur H., Karoui, L., Mnif, W.
- G-2011-06 Canadian Investors and the Discount on Closed-End Funds
Ayadi, M.A., Ben-Ameur, H., Lazrak, S., Wang, Y.
- G-2011-07 Luck Versus Skill in the Cross-Section of Ethical Mutual Funds
Ayadi, M.A., Ben-Ameur, H., Kryzanowski, L.
- G-2011-12 Resolution of Financial Distress under Chapter 11
Annabi, A., Breton, M., François, P.
- G-2011-13 Bargaining with Intertemporal Maximin Payoffs
Martinet, V., Gajardo, P., De Lara, M., Ramírez Cabrera, H.

Méthodes d'analyse mathématique pour l'aide à la décision et

Développement d'applications dans les grands systèmes technologiques, commerciaux et économiques

- G-2010-55 The Split Delivery Capacitated Team Orienteering Problem
Archetti, C., Bianchessi, N., Hertz, A., Speranza, M.G.
- G-2010-57 Mean Field Stochastic Control in Radial Loss Networks:
A Paradigm for Tractable Distributed Network AdmissionControl
Ma, Z., Malhamé, R.P., Caines, P.E.
- G-2010-58 Performance Analysis and Optimization of Kanban Based Production Policies in Multi-Part Unreliable Transfer Lines
Youssef, S., Malhamé, R.P.
- G-2010-59 Integrated Operations Planning and Revenue Management for Rail Freight Transportation
Crevier, B., Cordeau, J.-F., Savard, G.
- G-2010-60 Hybrid Variable Neighborhood - Tabu Search Algorithm for the Site Dependent
Vehicle Routing Problem with Time Windows
Belhaiza, S.
- G-2010-63 Heuristics for an Oil Delivery Vehicle routing Problem
Prescott-Gagnon, E., Desaulniers, G., Rousseau, L.-M.
- G-2010-66 Efficient Formulations and a Branch-and-Cut Algorithm for a Production-Routing Problem
Ruokokoski, M., Solyali, O., Cordeau, J.-F., Jans, R., Süral, H.
- G-2010-71 Assigning team tasks and multiple activities to fixed work shifts
Lequy, Q., Desaulniers, G., Solomon, M.M
- G-2011-02 Incomplete Service and Split Deliveries in a Routing Problem with Profits
Archetti, C., Bianchessi, N., Hertz, A., Speranza, M.G.

Bourses d'études

Cette saison, nos boursiers sont des étudiants au doctorat spécialisés en méthodes de gestion à HEC Montréal

CRSNG : Behnaz Saboonchi, dirigée par Pierre Hansen.

FQRNT : Walid Mathlouthi, codirigé par Denis Larocque et Marc Fredette.

FQRSC : Tarek Ben Rhouma, dirigé par Georges Zaccour.

IFM2 : Louis-Philippe Joly, codirigé par Chantal Labbé et Bruno Rémillard.

Si Yang Wu, dirigée par Michel Denault, a reçu une bourse IFM2 et a remporté l'une des trois bourses *Femmes en finance de Banque Nationale Groupe financier*.

Prix, distinctions et rayonnement

- La Direction du programme de maîtrise ès sciences en gestion des HEC Montréal a inscrit 16 de ses étudiants au Tableau d'honneur au trimestre de l'automne 2010, dont trois du GERAD :
 - Jean-Bertrand Gauthier, dirigé par Jacques Desrosiers
 - Marie-Hélène Roy, dirigée par Denis Larocque
 - Sofiane Tafat, dirigée par Michel Denault

- Le FQRNT a fait paraître en octobre dernier dans le *Génial!*, le bulletin électronique des regroupements stratégiques et des projets de recherche en équipe, un article avec l'équipe énergie du GERAD (E2G), celle-ci codirigée par Jean-Philippe Waaub et Olivier Bahn. Dans cette édition spéciale sur l'environnement, Olivier Bahn énonce que la modélisation détaillée est un outil essentiel pour l'élaboration de politiques énergétiques et environnementales. De ce fait, l'équipe E2G vise à développer un modèle détaillé du secteur de l'énergie au Canada, par province et par territoire, en utilisant le nouveau générateur de modèles TIMES.

Cet article a, en quelques semaines, eu des échos de l'autre côté de l'Atlantique. En effet, l'ADIT, l'Agence pour la diffusion de l'information technologique, lui a fait référence sur son site *bulletins-electroniques.com*.

- María Angélica Salazar-Aguilar, stagiaire postdoctorale codirigée par Gilbert Laporte et André Langevin, est la lauréate du Prix Sofia Kovalévskaja 2010. Elle a reçu ce prix lors de la cérémonie d'ouverture du 43^e congrès national de la Société mexicaine de mathématiques à Chiapas au Mexique.
- Pierre Hansen et Gilbert Laporte ont remporté ex aequo le Prix Pierre Laurin remis par HEC Montréal. Ce prix récompense la production de recherche, effectuée au cours des trois dernières années, d'un professeur titulaire, d'un professeur invité au rang de titulaire ou d'un chercheur titulaire.
- Dans le cadre de l'activité « Célébrons le partenariat! » organisée par l'ADRIQ (Association de la recherche industrielle du Québec) le 23 septembre 2010 au Marché Bonsecours, Gilles Savard ainsi que ses collègues Patrice Marcotte, de l'Université de Montréal, et l'entreprise Expretio Technologies ont été honorés pour leur projet de recherche *Développement d'outils d'optimisation pour la mise en œuvre de systèmes de gestion des revenus et de la tarification dans le domaine des transports aériens et ferroviaires*.
- Michèle Breton, Gilbert Laporte et Georges Zaccour ont participé au midi de la recherche, organisé par la direction de la recherche de HEC Montréal, le 13 octobre 2010. Ils ont présenté le GERAD, ainsi que des exemples de résolution de problèmes complexes reliés à leur champ d'expertise respectif aux professeurs, cadres, professionnels et étudiants au doctorat de HEC Montréal.
- Othmane Rachid Tahri, un récent diplômé de la M. Sc. en ingénierie financière, est le lauréat de la bourse CFA Montréal 2010 d'une valeur de 4 000 \$. Ce prix récompense le meilleur mémoire de maîtrise de l'année dans ce domaine.

Le mémoire primé, qui s'intitule *Stratégies de couverture dans le cadre des modèles à changements de régime*, a été codirigé par Geneviève Gauthier, professeure titulaire, du Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion, et Pascal François, professeur agrégé, du Service de l'enseignement de la finance.

Soutenances de thèses

- **Quentin Lequy**, codirigé par Guy Desaulniers et François Soumis
Thèse de doctorat : *Affectation d'activités et de tâches à des quarts de travail fixés*
- **Eric Parent**, dirigé par Guy Desaulniers
Mémoire de maîtrise : *Génération des itinéraires potentiels des passagers dans un réseau de transport aérien*
- **Imed Laouini**, dirigé par André Turgeon
Thèse de doctorat : *La gestion de centrales hydroélectriques par balancement des réservoirs*
- **Pascal Benchimol**, codirigé par Guy Desaulniers et Jacques Desrosiers
Mémoire de maîtrise : *Couplage des méthodes d'agrégation dynamique de contraintes et de stabilisation pour résoudre le problème d'horaires de véhicule avec dépôts multiples*
- **Mohamed Chekli**, codirigé par Albert Lejeune et François Bellavance
Thèse de doctorat : *Rôle des dossiers santé personnels dans l'amélioration des services de soins de santé aux individus atteints de maladies chroniques*
- **Éric Prescott-Gagnon**, codirigé par Louis-Martin Rousseau et Guy Desaulniers
Thèse de doctorat : *Méthodes hybrides basées sur la génération de colonnes pour des problèmes de tournées de véhicules avec fenêtres de temps*
- **Martin Turcotte**, codirigé par François Soumis et Issmail El-Hallaoui
Mémoire de maîtrise : *Méthodes heuristiques pour la construction des rotations d'équipage*
- **Ahlem Hajjem**, codirigé par François Bellavance et Denis Larocque
Thèse de doctorat : *Mixed effects trees and forests for clustered data*
- **Rim Kilani**, codirigée par Alain Hertz, Pierre Hansen et Odile Marcotte
Thèse de doctorat : *Étude théorique et algorithmique de la cardinalité maximale d'un sous-graphe 2-colorable*
- **Fereshteh Mafakheri**, dirigé par Michèle Breton
Thèse de doctorat : *Three Essays on Mixed Quantitative-Qualitative Assessment Using Multiple Criteria Decision Analysis*
- **Bertrand Velut**, codirigé par Guy Desaulniers et François Soumis
Mémoire de maîtrise : *Application de la méthode IPS au problème de localisation d'entrepôts sans capacité*

Stagiaires

4 avril 2011 au 1er septembre 2011

Antoine Mesnard (ISIMA, France)

1 avril 2011 au 31 juillet 2011

Berit Løfstedt (Technical University of Denmark, Danemark)

11 février 2011 au 11 février 2012

Marcia Helena Moreiva Paiva (Universidade Federal do Esperito Santo, Brésil)

11 janvier 2011 au 11 janvier 2012

Camille Fertel (UQÀM)

Visiteurs

10-15 avril 2011

Peter M. Kort (Université de Tilburg, Pays-Bas)

7-11 mars 2011

Cathy Macharis (Vrije Universiteit Brussel, Pays-Bas)

6-19 mars 2011

Sonia Cafieri (École Nationale de l'aviation Civile, France)

23 février au 1 mars 2011

Hongbo Dong (University of Iowa, États-Unis)

14 février au 5 mai 2011

Manuel Vieira (University Nova de Lisboa, Portugal)

2-20 février 2011

Daniel Aloise et Caroline Rocha (Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brésil)

1-10 février 2011

Jørgen Glomvik Rakke et Magnus Staalhane (Norwegian University of Science and Technology, Norvège)

24 janvier au 24 avril 2011

Nabil Channouf (Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman)

23-25 novembre 2010

Hadrien Mélot (Université de Mons, Belgique)

22 septembre 2010 au 3 octobre 2010

Patrick Saint-Pierre (Université de Paris Dauphine, France)

Activités

Ateliers thématiques

9-10 novembre 2010

Quantin Hayez (Université Libre de Bruxelles, Computer and Decision Engineering – Société Decision Sights)

D-Sight, un logiciel d'évaluation multicritère d'offres fournisseurs

Ateliers

18-20 juillet 2011

2011 Simulation Society Research Workshop – Simulation in Complex Service Systems

13-14 décembre 2010

Second Workshop on Dynamic Games in Economics

Écoles

4-7 mai 2011

École printanière du GERAD sur les jeux évolutionnaires

23-27 août 2010

École d'été 2010 sur la génération de colonnes

Congrès

2-4 mai 2011

Journées de l'optimisation

Le GERAD contribue au

21-23 juillet 2011

Eighth International ISDG Workshop

Colloques de statistiques de Montréal CRM/ISM/GERAD

8 avril 2011

Yutaka Yasui (School of Public Health, University of Alberta, Canada)

Applying Statistical Principles in Large-Scale Biological Data Analysis: why is it rare and what should we do about it?

1 avril 2011

Renming Song (University of Illinois, USA)

Sharp estimates on the heat kernels and Green functions of subordinate Brownian motions in smooth domains

18 mars 2011

Subhashis Ghosal (North Carolina State University, USA)

Combining forward selection and shrinkage techniques for variable selection in regression and classification

11 mars 2011

Brani Vidakovic (Georgia Institute of Technology and Emory University School of Medicine, USA)

Wavelet-based 2-D Spectra and Applications

4 mars 2011

Lajos Horvath (University of Utah, USA)

Limit theorems of functional data analysis with some applications

Activités

Colloques de statistiques de Montréal CRM/ISM/GERAD

18 février 2011

Noureddine El Karoui (UC, Berkeley, USA)

Some remarks on random matrix theory and its applications to multivariate statistics

11 février 2011

Sanjib Basu (Northern Illinois University, USA)

A unified competing risks cure rate model with application to cancer survival data

4 février 2011

Peter X.K. Song (University of Michigan, USA)

Composite Joint Estimating Functions and Applications in Spatio-Temporal Models

28 janvier 2011

Jean-François Quessy (Université du Québec à Trois-Rivières)

Testing for bivariate extreme-value dependence

21 janvier 2011

Marco Carone (Johns Hopkins University and UC Berkeley)

The statistical analysis of cross-sectional survival data with applications to the study of dementia

26 novembre 2010

Louis-Paul Rivest (Université Laval, Canada)

Modèles de capture-recapture avec applications en épidémiologie

19 novembre 2010

Marc Hallin (ECARES, Université libre de Bruxelles and ORFE, Princeton University)

Local Bilinear Multiple-Output Quantile Regression: from L_1 Optimization to Regression Depth

12 novembre 2010

Ji Zhu (University of Michigan)

Extracting communities from networks

5 novembre 2010

Hanna Jankowski (York University, Canada)

On the Grenander estimator at zero

29 octobre 2010

Ahad Jamalizadeh (Shahid Bahonar University, Iran)

Skew-Elliptical Distributions and Their Relationship with Order Statistics

15 octobre 2010

Paul Jenkins (University of California, Berkeley)

A New Approach to Computing Sampling Probabilities in Population Genetics Models with Recombination

8 octobre 2010

Elif F. Acar (McGill University)

Nonparametric Estimation and Inference for the Copula Parameter in Conditional Copulas

1 octobre 2010

Vahid Partovi Nia (McGill University)

A Stopping Rule for MCMC Clustering

Activités

Séminaires du GERAD

20 avril 2011

Luís Rodrigues (Concordia University, Canada)

Inverse Optimal Control for a Class of Nonlinear Systems

10 mars 2011

Cathy Macharis (Vrije Universiteit Brussel, Belgique)

Location Analysis Method for Belgian Intermodal Terminals (LAMBIT)

9 mars 2011

Sebastian F. Walter (Humboldt-Universität zu Berlin, Allemagne)

Algorithmic Differentiation (AD) in Python

16 février 2011

John Chinneck (Carleton University, Ottawa)

Faster Integer Feasibility in MIPs by Branching to Force Change

24 novembre 2010

Hadrien Mélot (Université de Mons, Belgique)

House of Graphs : Quels sont les graphes intéressants ?

23 novembre 2010

Jörg Kalcsics (Karlsruhe Institute of Technology, Allemagne)

The Maximum Dispersion Problem

17 novembre 2010

Semyon M. Meerkov (Department of Electrical Engineering and Computer Science University of Michigan Ann Arbor, USA)

Production Systems Engineering: An Overview and Recent Developments

11 novembre 2010

Quantin Hayez (Université Libre de Bruxelles, Computer and Decision Engineering – Société Decision Sights)

Aide à la décision multicritère : l'évaluation multicritère à l'aide du logiciel D-Sight

6 octobre 2010

Mathieu Cloutier (NRC-Biotechnology Research Institute Montréal, Québec, Canada)

Opportunities for Systems and Control Engineering in Biology: Using Mathematical Models for Better Decision Making in Life Sciences

Séminaires « Un chercheur du GERAD vous parle ! »

3 mars 2011

Pierre Hansen (HEC Montréal, Canada)

Classification sur les graphes

9 décembre 2010

Ahlem Hajjem (HEC Montréal, Canada)

Mixed Effects Trees and Forests for Clustered Data

2 décembre 2010

Denis Larocque (HEC Montréal, Canada)

Trouver les bonnes « connections » : la recherche d'un statisticien à HEC Montréal

Activités

Séminaires « Un chercheur du GERAD vous parle ! »

25 novembre 2010

Mohammed Saddoune (École Polytechnique de Montréal, Canada)

Optimisation simultanée des rotations et des blocs mensuels des équipages aériens en utilisant l'agrégation dynamique de contraintes

18 novembre 2010

François Soumis (École Polytechnique de Montréal, Canada)

Méthodes d'optimisation pour les grands problèmes de programmation en nombres entiers

Séminaires du GERAD co-financés par la Fondation HEC Montréal et la Chaire d'exploitation des données

5 avril 2011

Sandrine Mouyset (ENSEEIH, France)

Classification spectrale et applications

16 mars 2011

Sonia Cafieri (École Nationale de l'Aviation Civile, France)

Mixed-Integer Optimization for Air Traffic Deconfliction

Séminaires du GERAD co-financés par la Fondation HEC Montréal et la Chaire de théorie des jeux et gestion

3 février 2011

Walid Marrouch (Lebanese American University, School Business, Department of Economics and Finance, Beirut, Lebanon)

International environmental agreements on the presence of adaptation

28 janvier 2011

Hamed Ghoddsi (Vienna Graduate School of Finance, Autriche)

Dynamic Investment in Extraction Capacity of Exhaustible Resources

26 janvier 2011

Enrique Bustamante-Cedeno (University of Minnesota, USA)

Multi-step simultaneous changes Constructive Heuristic Algorithm for Transmission Network Expansion Planning

17 janvier 2011

Vincent Martinet (INRA, France)

Viability of transboundary fisheries and international quota sharing: The case of the Bay of Biscay Anchovy

Séminaires du GERAD co-financé par la Chaire de recherche du Canada en distributique

23 novembre 2010

Jörg Kalcsics (Karlsruhe Institute of Technology, Allemagne)

The Maximum Dispersion Problem

Activités

Séminaires GERAD/MITACS

14 avril 2011

Tamás Terlaky, and Soteria Kledaras '87 Endowed Chair Professor (Lehigh University)

Interior Point Constraint Generation Algorithm for Semi-Infinite Optimization with a Radiation Therapy Treatment Application

7 avril 2011

Guanghui (George) Lan (University of Florida)

Bundle-type methods uniformly optimal for smooth and nonsmooth convex optimization

31 mars 2011

Hande Benson (Drexel University)

Mathematical Programming Approaches for Multivehicle Path Coordination Under Communication Constraints

24 mars 2011

Alexander Engau (University of Colorado-Denver)

Optimal Collision Avoidance of Operational Spacecraft in Near Real Time

17 mars 2011

Robert J. Vanderbei (Princeton University)

Local Warning

10 mars 2011

Nikolaus V. Sahindis, John E. Swearingen University Professor (Carnegie-Mellon University)

Global optimization of nonconvex NLPs and MINLPs with BARON

3 mars 2011

Manuel Vieira (Universidade Nova de Lisboa, Portugal)

Interior point methods: from linear optimization to symmetric optimization

24 février 2011

Hongbo Dong (University of Iowa, USA)

Symmetric tensor approximation hierarchies for the completely positive cone

17 février 2011

J. David Fuller (University of Waterloo)

A Fast Heuristic for Optimal Transmission Switching

24 novembre 2010

Alexander Engau (University of Colorado-Denver)

Recent Progress with Interior-Point/Cutting-Plane Methods in Combinatorial Optimization

Activités

Séminaires pas ordinaires

Le GERAD est fier d'annoncer le retour des **Séminaires pas ordinaires**.

Ces séminaires seront donnés par les étudiants, pour les étudiants, et viseront les trois volets suivants :

- Des présentations qui porteront sur le sujet de recherche de chacun d'entre nous.
- Des présentations qui auront pour objectif d'expliquer les bases des séminaires offerts par les chercheurs invités au GERAD. Ils auront lieu une semaine avant le séminaire principal.
- Des présentations visant à faciliter l'utilisation de certains outils informatiques utilisés dans le cadre de nos recherches.

Membres du comité organisateur :

Aïda Reguigui, Anthony Guillou, Dominique Orban et Miguel F. Anjos

15 avril 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX packages for Slides and Pictures

7 avril 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

Bibliography management with LaTeX

31 mars 2011

Anthony Guillou, Pablo Andrés-Domenech, Nicolas Grebille (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX-related softwares

24 mars 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX basics

17 mars 2011

Rémi Pacqueau (GERAD, École Polytechnique de Montréal)

Optimisation stochastique en nombres entiers : Principes et application à la gestion de personnel

BULLETIN DU GERAD

Édité 2 fois l'an par le GERAD

DIRECTEUR DU BULLETIN

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

ADRESSE COURRIEL

bulletin@gerad.ca

TRADUCTRICES

Josée Lafrenière

Élisabeth Touchette

JOURNALISTE

Véronique Pagé

COORDONNATRICE,
TECHNICIENNE À L'ÉDITION ET
CONCEPTRICE GRAPHIQUE

Valérie Lavoie-LeBlanc

DÉPÔT LÉGAL : 2^e trimestre 2011

Bibliothèque nationale du Québec

Reproduction autorisée avec mention de la source



100%

GERAD

Group of Research in Decision Analysis

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

VOLUME 8 • NUMBER 1 • MAY 2011

Our
researchers
reveal
themselves

NEWSLETTER





The *Newsletter* met five newcomers to GERAD, namely, Miguel Anjos (École Polytechnique), Erick Delage (HEC Montréal), Christian Genest (McGill), Raf Jans (HEC Montréal) and

Jean-François Plante (HEC Montréal). They bring to GERAD an impressive research experience and a lot of new ideas. Students and colleagues will greatly benefit from their know-how.

This issue presents the outlines of ten research projects that were reported-on in first-class journals in operations research, optimization, statistics, business (finance and operations management), energy and transportation. This selection shows the diversity of theoretical and applied research conducted at GERAD. This issue also reports on a nice result obtained by Pierre Hansen and his collaborators, which lead to the production of a whiskey glass having some interesting properties!

The publication of this issue coincides with the end of mandate of Roland Malhamé as GERAD's director. On behalf of all, I thank Roland for his excellent work and for the wonderful friendly atmosphere he maintained at GERAD. Also on behalf of all, I wish good luck to Jean-Philippe Waaub the new GERAD's director.

Enjoy reading the Newsletter.

Georges Zaccour

Summary

- 2 Editorial
- 3 GOW-TOGO10 : Hansen's little octagon
- 4 Our researchers reveal themselves
 - Miguel F. Anjos
 - Erick Delage
 - Christian Genest
 - Raf Jans
 - Jean-François Plante
- 9 Warmstarting interior-point methods
- 11 Energy policies
- 12 Pricing the CBOT T-bonds futures
- 13 Minimizing Risks
- 15 A Branch-and-Price-Based Large Neighborhood Search Algorithm
- 16 A Liquefied Natural Gas Inventory Routing Problem
- 17 Fast Robust Model Selection
- 19 A Reduced-Form Model of Default Spreads
- 20 A closed-form solution for the optimal release times
- 21 When Should a Firm Open Its Source Code
- 22 Additional information
 - GERAD Discussion Papers
 - Scholarship
 - Awards, honors and contributions
 - Thesis Defence
 - Postdoctoral fellows and visitors
 - Activities

GOW-TOGO10

Hansen's little octagon

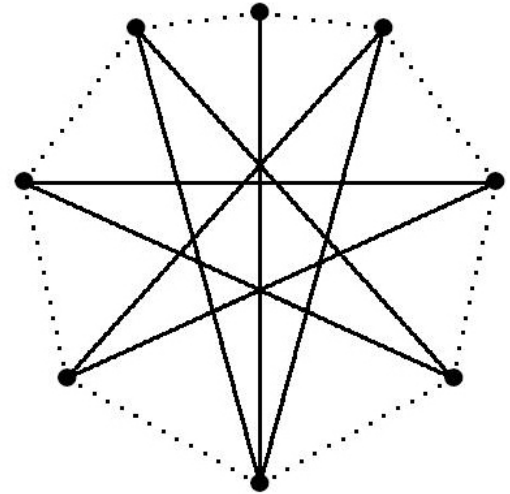
Charles Audet

The *Global Optimization Workshop* named GOW-TOGO10¹ took place in Toulouse from August 31 to September 3, 2010. The workshop was organized by Eligius Hendrix, Leo Liberti and Frédéric Messine and attracted some fifty participants who exchanged on the state of the art of the theoretical aspects, algorithms and applications of global optimization. A special issue of *Journal of Global Optimization* will be devoted to this conference.

The topics presented at the conference were selected to mark the 70th anniversary of Pierre Hansen, Professor at HEC Montréal and former director of GERAD. The workshop proceedings highlight his exceptionally important contribution to global optimization. The proceedings states that symbolic methods, nonlinear clustering problems, and extremal polygons all became classics in the field.



At the conclusion of the workshop, the organizers of



GOW-TOGO10 offered to all participants a unique concrete application of Pierre Hansen's² work: An octagonal whiskey glass designed to maximize its volume for a fixed diameter. This glass was made by an artisanal glass-blower near Toulouse, following the specifications prescribed the work of Hansen [1]. The octagonal shape is illustrated in the figure above. Dotted lines delimit the perimeter and the diagonals shown in the figure have the same length. The volume of this whiskey glass exceeds by about 2.8% that of a conventional one having a regular octagonal shape and same diameter.

Since this workshop, this octagon is known as "*Hansen's little octagon*".■

[1] C. AUDET, P. HANSEN, F. MESSINE, AND J. XIONG.
THE LARGEST SMALL OCTAGON. *JOURNAL OF COMBINATORIAL THEORY*
SERIES A, 98(1): 46–59, 2002.

¹ <http://www.lix.polytechnique.fr/togo10/>

² <http://www.hec.ca/profs/pierre.hansen.html>

Charles Audet

Department of mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and GERAD

Interview with Miguel F. Anjos

Learn more
about his research
in *page 9*

From Montreal to Waterloo, and back again

“**M**ontreal is a great city to live in – operational research here is of world-class level.” Miguel Anjos, professor at École Polytechnique and GERAD member since last fall, is visibly happy. The Montrealer is indeed back home after a most productive absence of twelve years. He has just left Waterloo University, where he held a position at the Department of Management Sciences.

Miguel Anjos is especially interested in solving non-linear optimisation problems that arise in engineering. He specialises in positive semidefinite programming. Here matrices replace vectors as variables, and the constraint of non-negativity is applied to the eigenvalues of the matrix. The layout of electronic circuit components, for example, benefits from a positive semidefinite programming approach that allows the inclusion of quadratic effects. In 2006, Anjos and his collaborators used positive semidefinite programming to optimise the layout of a problem with thirty components that remained unsolved for two decades. This work found its way to Discrete Optimization’s Top Cited Papers list for 2005-2010.

Non-linear programming is also relevant for electrical power markets. Anjos has tackled this issue to great results. He explains: “Direct current, or DC, is linear, but alternating current (AC), which is what we all use, isn’t. AC current indeed generally follows a sine curve. Non-linear methods are therefore clearly more appropriate for AC currents.” More appropriate, perhaps, but not widely used until recent developments in algorithms, to which Anjos greatly contributed. The Ontario electricity market is where he first tested his method. “Ontario has an energy market with a variety of producers. It’s important to detect whether any producer is manipulating the market by withholding some of its production.” Fortunately for researchers, it is compulsory for producers to release key data. A simulation can be built and tested against this data to see whether the observed market is behaving as expected in a non-manipulated situation. For the reasons we mentioned, DC-relevant simulations had been used in the past, under the assumption that non-linear effects would be small. “We uncovered that the effects of AC currents are not negligible. They certainly are strong enough to mean that market manipulators would not always be spotted using a linear approximation.”

In 2006, Anjos and his collaborators used positive semidefinite programming to optimise the layout of a problem with thirty components that remained unsolved for two decades.

The reaction to this discovery was sizeable. Results were published by the IEEE and attracted the attention of economists... and a regulator: “I had a phone call from the energy market monitor for California. One of the students who had contributed to the paper now works there”.

Anjos arrived at Polytechnique at the beginning of September and joined GERAD a month later. He already appreciated the variety that surrounded him at



the Waterloo Management Sciences department – something he has found again at GERAD. “Being part of both Polytechnique and GERAD allows for interesting encounters. It’s a research environment that’s rich – and enriching.” Upon his arrival he was keen to contribute to this environment. He set up the GERAD-MITACS seminars,

which, he finds, complement existing GERAD seminars. “These seminars are an opportunity for the wider optimisation community to discover GERAD in more depth, and for GERAD members to be in close contact with this community.”

This is only the beginning: “Two graduate students that I had in Waterloo have followed me here. I now look forward to welcoming new ones from the universities here.” Researchers are also most welcome to contact him. “I’m very open to networking opportunities and collaborations at the moment.” Miguel Anjos is indeed putting down roots in Montreal. ■

Miguel F. Anjos

*Department of Mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and GERAD*

Interview with Erick Delage

Learn more
about his research
in *page 13*

Dealing with uncertainty



Uncertainty is not keeping Erick Delage awake at night. He has recently secured a position at HEC, it is true, immediately after having completed his Ph.D. at Stanford University. But the secret of his confidence towards risk lies somewhere else: he specialises in stochastic and robust optimization, so uncertainty is at the very heart of his research.

Erick Delage was working on his master's in artificial intelligence when he started pondering operational research questions. The data he was using was noisy and could inevitably only give an uncertain picture of the underlying distribution. The common approach in such a situation is to commit to the most likely distribution that one can identify, then use this distribution to optimize. "But in this second step, we too often forget that there were other possible distributions. These might not have been the "chosen one", but were possibly just as plausible." He felt this method, often referred to under the expression "estimate then optimize", was unsatisfying: "I wanted to try and unify these two steps."

Eventually this growing interest became a research program on its own, centred on distributionally robust optimization. "In particular, instead of trying to identify the right distribution, I construct a space of distributions, which becomes a space of possible scenarios." It is then possible to quantify how resistant the optimization is to a change in the distribution. Such a result can therefore be made robust.

This issue might have been prompted by a computer engineering situation, but, Erick Delage notes, "it is closely linked to any situation in which one must take decisions in an uncertain context." Those, inevitably, arise in finance: "One of my favourite application remains portfolio management." He extracts from market data statistics such as the mean and covariance, then builds a scenario space by bringing together all the distributions that share these statistics. "At the optimization step all these distributions count. I can then choose my attitude

towards risk." A decision-maker could decide to give weight to the worst possible outcome, and be conservative in his decision.

Erick Delage has also recently worked on a case presented to him by Boeing about decisions related to the composition of an airline's fleet. In this situation, his work allowed him to identify that a traditional, deterministic approach that disregards uncertainty is adequate. "I determined that the solution obtained from this type of deterministic model is robust to a variety of distributions that could be hypothesized. The costs of fully developing the stochastic model and optimization algorithm that would be needed to implement a more involved method are thus superfluous."

He has been at HEC for a bit more than two years now, but Erick Delage still remains under the radar of some of his colleagues. The months that followed his arrival in Montreal have been so busy that he hasn't yet had a

"I am very open to collaboration opportunities, within or outside of GERAD, on the theoretical aspects of robust and stochastic optimization and on their applications."

chance to meet all of them. He has applied for and obtained a NSERC grant, he has started teaching, has completed some of the projects that he was still working on at the end of his Ph.D.... Now that the many steps involved in settling down are over, Erick Delage is eager to get his teeth into new, collaborative projects: "I am very open to collaboration opportunities, within or outside of GERAD, on the theoretical aspects of robust and stochastic optimization and on their applications." Energy and transport, for example, are sectors that have already grabbed his attention. Students considering a master's or a Ph.D. are also welcome to contact him.

Since entering the field of operations research, Erick Delage has not only been busy: he has also been successful. He already has his name on three articles in *Operations Research*. One of them has even earned him the prestigious *INFORMS' Georges Nicholson Best Student Paper*. No matter which statistics is considered, Erick Delage's future looks... far from uncertain! ■

Erick Delage
Department of Management Science
HEC Montréal and GERAD

Interview with Christian Genest

Addicted to dependence

Christian Genest, a professor of statistics based at McGill, has grown used to see raised eyebrows when he talks about his work. Since the beginning of the eighties, he has been doing research on... copulas. "Going back to its Latin root, the word copula means to link, or to allow interlocking. For a grammarian, the word *and* is a copula since it links two words or two propositions. Many other things spring to mind when you say the word copula, of course... but those that concern me while I am at work are mathematical in nature!"

Copulas offer the flexibility required to model the dependence between the original variables, as it occurs.

In statistics, the role of copulas is to model the dependence between random variables. "Independence is a very specific probabilistic structure but its complement, called dependence, has long been perceived as a shapeless magma, a vast grey zone. I am trying to paint colours and nuances into that world!" For lack of better tools, people often resorted in the past to simplistic models such as the multivariate normal distribution and they would transform the variables so that they fit into the mould but as a consequence, the dependence structure was then inherited and not necessarily realistic. Copulas offer the flexibility required to model the dependence between the original variables, as it occurs.

Although Christian Genest's work is mainly focused on developing and perfecting inference tools for copula models, he is also interested in applications: "My main research collaborations are with people in finance, insurance, and hydrology." Insurance companies, for example, ought to be interested in any method that allows them to gauge the dependence between risks. "Traditionally, risk assessment was based on an assumption of independence between individual claims." But this isn't always a realistic assumption: following the ice storm of 1998, for example, claims were filed by many clients from the same area, both for damage to their car and to their home. "When claims are assumed to be independent, risks tend to be underestimated. Furthermore, dependence between the components of a system is often at the root of extreme variations, as illustrated by the floods that occurred in my home town of Chicoutimi, back in 1996."

If actuaries made do with such an approximation until recently, it is simply because the mathematical tools at their disposal did not allow them to go any further. Since the beginning of the years 2000, however, and due in part to the development of copula models, the times are changing and dependence is much more widely

recognized and modelled.

So much so, in fact, that copulas found themselves somewhat under the spotlight, following the financial crisis that shook the world in the recent years. Up until recently, financial analysts, just like insurance brokers, did not have solid tools at their disposal to tackle dependency between various assets or stock market indices such as crude oil and natural gas futures. They based their investment strategies on the normal copula, which led them to underestimate risks severely. This prompted the media to criticize them, "but deregulation, speculation and malpractice are all much more to blame for the crisis than mathematics!"

If, for obvious reasons, copula models are becoming an ever more popular tool, a lot of work remains to be done to adapt their use in various contexts. This is exactly what Christian Genest is planning to tackle from his new home at GERAD. His current research themes include the development of models and inference for dependence in large sets of variables, between variables that exhibit time dependence or extreme-value behaviour, and between variables that are either discrete, censored or otherwise incomplete.

Christian Genest's research program is ambitious, to say the least, especially in view of his wide range of activities and interests: for example, he frequently gives introductory talks about statistics to CEGEP students. For reasons that he finds a bit mysterious, "statistics is not a popular topic; students often have no idea what it is about and they are unaware of the many available career opportunities in the field. I am trying to trigger their interest." The history of statistics is also one of his long-lasting hobbies, and he writes an occasional paper on the subject.

It seems that for this copula specialist, combining many "co-dependent" interests is first and foremost a matter of passion! ■



Christian Genest

*Department of Mathematics and Statistics
McGill University and GERAD*

Interview with Raf Jans



Better algorithms for improved production

It's Monday morning at the Tire Company Inc. The orders are all in, the machines are ready to be turned on. Small and big tires need to be made, some in large numbers, some in small, to be dispatched near and far... How to choose which tires to make,

how many, and in which order?

To help with this decision, why not call Raf Jans? Raf Jans, who arrived at HEC and GERAD in 2008 from Erasmus University in the Netherlands, specialises in Mixed Integer Programming, which he applies, among others, to optimizing production planning.

The tire company was in fact central to Raf Jans' PhD thesis, which he completed in 2002 under the supervision of Prof. Z. Degraeve at the Catholic University of Leuven, Belgium. It is a good illustration of the type of problem that Raf Jans studies: "This manufacturer makes huge tires, which can be two or three meters high. They have an order book for the next three months, so they know what they have to produce. The tires are made using moulds that go into ovens. It's like baking a cake."

For each of the five hundred types of tires there is a corresponding mould. Switching from making one type of tire in the morning to another type in the afternoon is not simple: "A large setup time is required to start producing a specific type of tire, because the specific mould must first be heated up. Heating up a mould can take a few hours, which reduces the available capacity. Once you have a warm mould, you can produce the same type of tire continuously, so there is an incentive to make big batches of the same type. But of course at some point it is necessary to change moulds to satisfy the demand for the other types of tires. Effectively the different types of tires are competing for the limited production resources available." Algorithms are used to optimize production, balancing set up and inventory holding costs.

This type of problem has been studied since the end of the 1950's, Raf Jans mentions, but many challenges still exist. In this case and more generally, his work focuses on improving the formulations and algorithms.

One such formulation issue that is of current interest to Raf Jans appears again in production planning. Imagine a factory that has five identical machines which must

produce 20 different items with varying demands. To optimize the production, an algorithm decides which items should be assigned to each of the machines. But since the machines are identical, we can actually switch the production plans and assign them to different machines. We can, for example, take the entire plan for machine 1 and assign it to machine 2, and vice versa. This will give us basically the same global plan. However, for the model, these are two different solutions: A solution in which item A is made on machine 1 is entirely different from a solution in which item A is produced on machine 2. The optimal solution is therefore duplicated a large number of times, which slows down the solution process since the alternative solutions have to be checked as well. "Here the question becomes, how can we get rid of that symmetry upfront?"

Raf Jans has been working on breaking this type of symmetry in formulations for various problems with fellow GERAD member Jacques Desrosiers: "Our strategy has been to remove the symmetry in the formulation, by adding extra constraints or by using a new definition of the variables." Applying their theoretical understanding to the so-called job grouping problem, they obtained striking results: "We get big improvements in times needed for

solving these problems, sometimes by a factor of three, sometimes by a factor of one hundred. Applying the improved formulations on a large standard data set, we decreased the average solution time from over 700 seconds to 10 seconds."

Jans has also formed a collaboration since his move to Montreal, with Jean-François Cordeau, also at HEC. Together they work on combining Raf Jans' expertise in production planning with Jean-François Cordeau's knowledge of distribution planning. Substantial cost savings can be achieved by simultaneously optimizing production and distribution decisions, compared to using a sequential approach. This leads, however, to very large and complex models. Solving these integrated models represents a huge challenge. Needless to say, with such fruitful collaborations already formed, Raf Jans is most happy with his move to HEC and GERAD. ■

Raf Jans

*Department of Logistics and Operations Management
HEC Montréal et GERAD*

Interview with Jean-François Plante

Of apples and oranges

We often hear that we can't compare apples and oranges... But can we learn anything about apples by studying oranges? If you're fluent in weighted methods, you probably can! Jean-François Plante, a statistician who recently joined the GERAD, knows the tricks of the trade: "Weighted methods are a mean to combine data from different populations such that they can be included in the same analysis."

Imagine a statistician analyzing the survival of white women who underwent a major surgery. He can access data about this population, but he also knows that there exist similar data on white men, on women from the Far East, etc. "It is possible to use all of that data by affecting smaller weights to the other populations." All white women will count in full, but a white man could count as half a person, or a third of a person. We must however keep sight of whose data we are analyzing: "The obvious advantage of increasing the sample size is a reduction of the variance, but the risk is to introduce a strong bias. This would occur, for instance, if the convalescence of men and women were very different." Therefore the challenge is to strike a balance between variance and bias. A tall order that is central to Jean-François Plante's research, since it is the very purpose of some weighted methods.

Inference has been fascinating Plante for some time now. He feels especially creative when constructing new methods or imagining new ways of seeing well known ones: "When I read about a method, I can't help asking myself: how would I have done that? I come up with my own way... Sometimes only to learn that someone else had thought of the same thing years before! But sometimes it turns out that my method is entirely new."

This has been true during his PhD, which he completed at The University of British Columbia. "Effectively, I constructed the backbone of my thesis in one afternoon! I had been reading and discussing with my supervisor for months, and was feeling I was going nowhere. Early one afternoon, I just thought of the weighted likelihood in a new, different way. By the time I went home that night I had formed the central ideas of my thesis."

Between the end of his PhD and his arrival at GERAD, Jean-François Plante spent two short years as a postdoctoral fellow at The University of Toronto. He feels lucky things went so well: "I knew from the middle of my

Master's that I wanted to be an academic. I wished to return to Quebec and HEC is one of the best places I could have dreamed of."

Following his arrival at HEC in 2009, Plante soon secured an NSERC grant covering the next five years. Among his research priorities are weighted methods, obviously, as well as the possibility to combine them with copulas that are used to model dependence between random variables. Christian Genest, a prominent figure in copulas, has recently moved from Université Laval to McGill and GERAD. Plante was first introduced to copulas by Genest himself some years ago, as part of... his Masters. He never stopped taking an interest in them, and now looks forward to further collaborations on the subject.

In the next few years, the theoretical statistician will also be making room for concrete applications. The transition is already showing in his research: Jean-François Plante has recently developed an interest in structural equation modeling, which commonly appears in social sciences or humanities. His creative mind is at work: "There might be a way to relax the strong Gaussian assumptions on which these models are based..." He is already imagining ways to enable psychologists to reach stronger conclusions from their studies.

Creating new tools, wondering "how would I do that", exploring the foundations of inference ... it seems the statistician has a never ending passion! ■



Jean-François Plante

*Department of Management Science
HEC Montréal and GERAD*

A major challenge: warmstarting interior-point methods

Alexander Engau, Miguel F. Anjos and Anthony Vannelli

About thirty years ago, optimization made the headlines of not one but two New York Times front-page articles. The first article was published on November 7, 1979, and the second on November 19, 1984. The newspaper articles heralded breakthroughs in the “solution of mathematical problems by computer” and a “breakthrough in problem solving” respectively. The “problems” referred to in both cases are linear optimization (LO) problems, and one of the reasons these developments made the headlines is that LO is an ubiquitous tool in many industries, including transportation, manufacturing, retail, and finance.

Linear optimization problems are useful because they can be solved in practice, often even with millions of variables.

Researchers at GERAD have been making significant contributions over the years to both the techniques to solve LO problems and to the application of LO to real-world applications. LO problems are useful because they can be solved in practice, often even with millions of variables. One property of LO problems is that the set of possible solutions is always a polyhedron. A familiar example of a polyhedron is a cube, and it can be proved that if we wish to optimize any linear objective function over the cube (in any dimension), then the optimal solution will always be found by evaluating the objective function at all the vertices (corner points) of the cube, and choosing the vertex giving the best objective value. LO problems have been solved for decades using the simplex method, which moves from vertex to vertex until the optimal solution is found. Unfortunately, the number of vertices of the cube is exponential in the dimension of the problem; for example, for a problem with three variables the cube has only 8 vertices, but with twenty variables, it

has more than one million! This means that the simplex method can take a very long time to find the optimal solution. The good news is that the simplex method usually only needs to check a relatively small number of vertices before finding the best one. This fact has made it extremely popular and useful in practice.

Nonetheless, the question remained of whether there is a method that is guaranteed never to take millions of

steps for only a few variables. This is the question that led to the above headlines. The 1979 headline announced the proof by Leonid Khachiyan that the so-called ellipsoid method could solve LO problems in a polynomial number of steps, i.e., much more efficiently than the worst-case number of steps of the simplex method. Unfortunately, the ellipsoid method was found to perform quite poorly in practice. But only five years later, the 1984 headline announced Narendra Karmarkar's claims of a much more efficient method for solving LO problems. Thus began what is sometimes called the interior-point revolution.

While the simplex method moves from vertex to vertex along the boundary of the polyhedron until it finds the optimal solution, interior-point methods (IPMs) follow a sequence of points inside the polyhedral set (hence the name “interior”) that ultimately leads to the optimal vertex. Thanks to the research efforts carried out for nearly 30 years, IPMs are by now well-developed in theory and widely used in numerous practical applications. All

leading LO commercial solvers include one or more variants of IPMs.

However, notwithstanding these decades of active research on the subject, the effective warmstarting of IPMs has consistently eluded the research community's best efforts. Warmstarting means using the information obtained from solving an initial LO problem, particularly its optimal solution, to accelerate the solution of a closely related LO problem. It is assumed that the related problem is obtained from the original problem by making only small changes. The need to solve numerous related problems arises in many engineering or financial contexts that, for example, deal with frequent variation of product specifications or market prices.

While the optimal solution of the original problem is typically a very good starting point for the simplex method, the major challenge in warmstarting an IPM lies in the fact that optimal solutions are not interior, and therefore cannot be directly used as the starting point for the IPM to solve the new problem. Nonetheless, a variety of schemes to warmstart IPMs have been tried, so it is all the more striking that until recently, the most successful warmstarting strategy in practice was to retreat along the sequence of interior points computed for the original problem until a "sufficiently good" starting point was found. While often helpful, this approach is entirely heuristic, and thus carries no theoretical guarantees of correctness or efficiency.

The great need for progress in warmstarting IPMs was the motivation for our group to write this paper. The paper presents a new warmstarting methodology for IPMs that (1) demonstrably outperforms the results reported for every previously proposed warmstarting strategy, and (2) is supported by a rigorous theoretical complexity proof of polynomial-time convergence. The contribution of this paper is important because all previous warmstarting methods were either (i) supported

by theory but ineffective when implemented, or (ii) partially successful in practice but with little or no theoretical support. Thus, this paper is a dramatic step forward in the search that began in the late 1980s for an IPM warmstarting method that is efficient both theoretically and in practice. The importance of this work was recognized by a MITACS Best Student Paper Award to Mr Alexander Engau in 2010.

In the last few months, our group has been using this new warmstarting method to build a novel method for solving discrete optimization problems. But this is only the tip of the iceberg! There are challenges to address for making the warmstarting method effective in practice. IPMs can also be applied to more general classes of problems than LO problems, which opens numerous promising research directions for the warmstarting approach. GERAD is the perfect environment for carrying out this research, and more exciting breakthroughs are due in the coming years. ■

SIAM JOURNAL ON OPTIMIZATION, 20(4), pp. 1828-1861, 2010.

ORIGINAL TITLE
*ON INTERIOR-POINT WARMSTARTS FOR LINEAR
AND COMBINATORIAL OPTIMIZATION*

Alexander Engau

*Department of Mathematical and Statistical Sciences
University of Colorado Denver*

Miguel F. Anjos

*Department of Mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and GERAD*

Anthony Vannelli

*School of Engineering
University of Guelph*

Energy policies avoiding a tipping point in the climate system

Olivier Bahn, Neil Edwards, Reto Knutti and Thomas Stocker

Paleoclimate evidence and climate models indicate that certain elements of the climate system may exhibit thresholds, with small changes in greenhouse gas (GHG) emissions resulting in non-linear and potentially irreversible regime shifts with serious consequences for socio-economic systems. The collapse of the Atlantic thermohaline circulation (THC) is one example of such a threshold or tipping point.

The THC is a large-scale ocean circulation.

The THC is a large-scale ocean circulation. It acts as an ocean

conveyor belt and heat pump, bringing large amount of (warm) water and energy (heat) toward the North Atlantic. It is mainly triggered by the formation and sinking of dense water in the North Atlantic caused by differences in temperature and salinity of the water, hence the name thermohaline (*thermo-* referring to temperature and *-haline* referring to salt content, two factors determining sea water density).

Climate changes, expected to yield in particular surface warming and increased precipitation in the North Atlantic, have the potential to cause a drastic reduction in the strength of the THC. Indeed, most climate models simulate a reduction of the THC in response to global warming, some even a complete and potentially irreversible shutdown. The potential impacts of such a collapse could include regional changes in climate of the order of several degrees, as well as global and local changes in sea level of up to 25 to 80 cm.

To avoid such drastic and potentially irreversible changes, one may design energy policies that curb GHG emissions to levels preventing a THC collapse. To do so, we have first estimated constraints on total warming and on the rate of warming required to avoid a THC collapse, using results from a large ensemble of runs of the Bern 2.5-D climate model. We have then incorporated these climate constraints into the MERGE model, a

Model for Evaluating the Regional and Global Effects of GHG reduction policies developed at the University of Stanford.

Our results show first that under some settings for uncertain climate parameters, a small increase in GHG emissions during the next decades would be enough to yield a situation where a THC collapse can no longer be avoided. Our results show also that (depending again on assumptions made on uncertain climate parameters) preserving the THC may require a fast and strong GHG emission reduction from today's level, with transition to nuclear and/or renewable energy, possibly combined with the use of carbon capture and sequestration systems.

The total allowed warming in 2100 in this study (relative to preindustrial levels) is close to 2 °C, often quoted as a limit for dangerous interference with the climate system. The results of this study are therefore not limited to the discussion of the THC, but are an illustration of the energy policy implications in a case where the total warming is limited to near 2 °C, with the additional condition that the rate of temperature change, and hence the rate of adaptation required, is limited. ■

ENERGY POLICY, 39, pp. 334–348, 2011

Olivier Bahn

*Department of Management Science
HEC Montréal and GERAD*

Neil Edwards

*Earth and Environmental Sciences
Open University*

Reto Knutti

*Institute for Atmospheric and Climate
Science, ETH Zurich*

Thomas Stocker

*Climate and Environmental Physics
University of Bern*

Pricing the CBOT T-bonds futures

Ramzi Ben-Abdallah, Hatem Ben-Ameur and Michèle Breton



A futures contract is an agreement between two parties to sell or to buy an asset at some given time in the future, called the delivery date, for a given price. Futures contracts include details about delivery arrangements and quality specifications and are normally traded on an exchange. The Treasury Bond futures traded on the Chicago Board of Trade (CBOT) is the most actively traded and widely used futures contract in the U.S.A.

It calls for the delivery of \$100,000 of a long-term governmental bond, and includes several delivery options. This paper proposes

a numerical method to value the CBOT Treasury Bond futures contract in a stochastic interest-rate environment, and compares the theoretical prices obtained by this method with the actual prices observed on the CBOT between 1990 and 2008.

The delivery options included in the contract apply to the timing and the quality of the delivery. The timing options allow the delivery of the bond at any time during the delivery month, even during some periods where the futures market is closed while the underlying bond market is open. The quality option gives the seller the right to deliver any governmental bond in a set of known eligible bonds.

A bond is a contract to repay the principal at maturity and fixed interest (coupon) at fixed intervals (say annually). For instance, a \$100,000 bond maturing in 15 years with a 6% annual coupon is a promise to pay \$6,000 each year during 15 years, and \$100,000 in 15 years. The market value of such a bond depends on the current interest rate, but also on how the market expects the interest rate to evolve over time. The quality option gives the seller the right to sell for a fixed price any bond in a set of eligible bonds with different coupon rates and maturities, and therefore different values. In fact, to account for variations in quality, the price received by the seller is adjusted via a set of known conversion factors. The conversion factor system used by the CBOT is such that the value of all eligible bonds is the same when the interest rate is assumed to be 6% and constant over time. When this is not the case, all bonds are not equal for delivery, and there is a best

choice for the seller (called the cheapest-to-deliver (CTD)).

To date, no work has been presented regarding the identification of optimal exercise strategies (when and what to deliver) and the pricing of this contract under stochastic interest rates when the interaction of all the delivery options is taken into account. Indeed, even

under constant deterministic interest rates, the CTD changes over time during the delivery month,

so that the delivery strategy cannot be characterized analytically. Adding uncertainty about the future evolution of the interest rate complicates the problem even further.

We propose a pricing algorithm in the general setting of a multifactor Markov diffusion model for the evolution of interest rates. Our pricing procedure is a backward numerical algorithm combining Dynamic Programming, approximation by finite elements, and fixed-point evaluation. The algorithm yields the value of the contract for the short trader (which is reset to 0 at the settlement dates), the futures prices at settlement dates, as well as the delivery strategy (deliver or not) on position days and the CTD on notice days, as a function of the futures price at the last settlement date and of the value of the state vector. ■

TO APPEAR IN *QUANTITATIVE FINANCE*

Ramzi Ben-Abdallah
Hatem Ben-Ameur
Michèle Breton

Department of Management Science
HEC Montréal and GERAD



Minimizing Risks When There Is No Faith in a Distribution Model

Erick Delage and Yinyu Ye



Whether we like it or not, our fortune depends heavily on the fluctuations of the financial markets. Indeed, most of our long-term plans rely on our having the financial means to achieve them. When preparing for their execution, we necessarily seek a risk-free investment that will at least follow inflation. Unfortunately, the multiple financial crises we have witnessed in the last 10 years have cast some doubt on the existence of such investments. Taking as an example the largest pension fund in Canada, that is, the Caisse de dépôt et placement du Québec, a simple analysis of recent yearly reports indicates that, for the contributions made to the fund in 2000, it made the equivalent of 4% in yearly returns (a mere 2% above yearly inflation rates for those same years). Yet, the value of this fund's portfolio has been almost as volatile as the market: it incurred losses of 25% in 2008 and of over 5% in both 2001 and 2002. In an attempt to rationalize such a generalized failure to harness the risk variable, many have placed the blame on blind faith in a distribution model, accusing, for example, the log-normal return model behind the pricing of options, or the Gaussian copula model behind CDOs.

This phenomenon doesn't occur only in finance; it can be observed more generally in many decision-making problems that involve uncertainty. Indeed, the most popular approach for dealing with such problems starts by defining a probability distribution to characterize the relative likelihood of each potential outcome. The problem is that we often don't have the resources to do this properly. In some cases, there just isn't enough of a budget to collect a large number of observations or to consult with different experts; while, in other cases, using a popular distribution model simply makes the problem much easier to solve. Whatever the reason, it is important to realize that when we choose to use a distribution model without a sound rationale, we must then bear the responsibility for placing our faith in that model. This means that it should not come as a surprise if the exposure to risk ends up being greater than expected.

In this paper, we study an approach that circumvents the need to commit to a probabilistic model when developing a decision model. Instead, this approach requires that the decision-maker identify the known characteristics of the distribution. For instance, one could start by identifying regions in which all outcomes, the mean and the covariance matrix of the random



parameters should fall. These characteristics are then used to define a set of potential distributions (whose size will depend on the amount of information available). The risks related to a decision are then measured with respect to the worst choice of distributions in this set. In particular, we show that, for a wide range of problems, if the information is limited to the support, mean, and covariance matrix, then the optimal decision can be found very efficiently. This is surprising, since for many of these cases, solving the problem for a single distribution is already a difficult computational task.

We also propose a methodology that can be used to estimate the characteristics of a distribution based on historical data. Given that each sample is independent and identically distributed, and that the magnitude of the vector of random parameters cannot be too large, the “distributional set” that is derived is guaranteed with a high probability to contain the true distribution behind the historical samples. One therefore has probabilistic guarantees that the measured risk is a good approximation of the true risk, and that risk is not underestimated. In effect, these results give us the tools we need to renounce having to place our faith in a distribution model and instead to rely on the well-established theory of probability.

This “distributionally robust methodology” was evaluated on a portfolio-selection problem with historical data downloaded from *Yahoo! Finance*, where 30 assets were followed over the years 2001 to 2007. The results provided convincing evidence that while approaches relying on a distribution model (in particular, the empirical distribution model) can achieve positive returns, exposure to risk can be significantly reduced without any loss in return simply by recognizing that distributions are fallible. ■

In an attempt to rationalize such a generalized failure to harness the risk variable, many have placed the blame on blind faith in a distribution model, accusing, for example, the log-normal return model behind the pricing of options, or the Gaussian copula model behind CDOs.

OPERATIONS RESEARCH, 58(3), pp. 596-612, 2010.

ORIGINAL TITLE

*DISTRIBUTIONALLY ROBUST OPTIMIZATION UNDER MOMENT
UNCERTAINTY WITH APPLICATION TO DATA-DRIVEN PROBLEMS*

Erick Delage

*Department of Management Sciences
HEC Montréal and GERAD*

Yinyu Ye

*Department of Management Science and Engineering
Stanford University, California*





A Branch-and-Price-Based Large Neighborhood Search Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Time Windows

Éric Prescott-Gagnon, Guy Desaulniers and Louis-Martin Rousseau

Given a fleet of identical vehicles assigned to a single depot, the vehicle routing problem with time windows (VRPTW) consists of determining a set of feasible vehicles routes to deliver goods to a set of scattered customers while minimizing, first, the number of vehicles used and, second, the total distance traveled (which is usually proportional to the total traveling cost). Each customer must be visited exactly once by one vehicle within a prescribed time interval, called a time window, to deliver a quantity of goods. A route starts from the depot and visits a sequence of customers before returning to the depot. It is feasible if the total amount of goods delivered does not exceed the vehicle capacity and if it respects the time window of each visited customer. The VRPTW can also be seen as a vehicle routing problem in which the vehicles pick up goods that must be conveyed to the depot.

The VRPTW is at the heart of the distribution process of many companies producing goods. For several decades, it has been studied in the literature. Because exact optimization methods can solve only instances of limited size in reasonable computational times, numerous heuristic methods that can deal with large-sized instances have been developed. In this paper, we propose a new matheuristic for the VRPTW. A matheuristic is a heuristic method that combines one or several traditional heuristics (local search, tabu search, etc.) with a mathematical programming method. In our case, we develop a matheuristic integrating large neighborhood search (LNS), tabu search and branch-and-price (BP). Given an initial solution, LNS is an iterative method where elements (arcs) of the current solution are alternately removed and replaced by others in order to improve the solution. A neighborhood is thus the set of all solutions containing the subset of elements that have not been removed at a given iteration. Removing a relatively large number of arcs yields a large neighborhood that offers a high potential to change a large portion of the solution. To explore this neighborhood, we use a powerful BP heuristic. BP is a mathematical programming method that solves the linear relaxation of an integer program (a variable is associated with each feasible route) using column generation and finds integer solutions through branch-and-bound. Column generation is a linear programming technique that can deal with a very large

number of variables by considering only a subset of them at a time, subset that is enlarged dynamically as needed by solving a subproblem. For the VRPTW, the

The VRPTW consists of determining a set of feasible vehicles routes to deliver goods to a set of scattered customers

subproblem is an elementary shortest path problem with resource constraints that we propose to solve heuristically using a tabu search algorithm. Finally, the solution approach comprises two phases: in the first, the minimization of the number of vehicles is prioritized; in the second, the priority is changed to reducing total traveled distance with a fixed number of vehicles, namely, the minimum number attained in the first phase.

This new methodology was experimented on a well-known set of 356 benchmark instances involving between 100 and 1000 customers. We succeeded to find 145 new best solutions and to obtain for all instance sizes the best cumulative number of vehicles and cumulative total distance compared to the results of the best known methods. These outstanding results show the potential of the proposed matheuristic, which is quite flexible (due to the tabu search column generator that can handle complex route feasibility rules) and can be adapted to solve a wide variety of complex vehicle routing and crew scheduling problems. ■

NETWORKS, 54(4), 190-204 (2009).

Éric Prescott-Gagnon
Omega Optimisation, Montreal

Guy Desaulniers
*Department of Mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and GERAD*

Louis-Martin Rousseau
*Department of Mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and CIRRELT*

A Liquefied Natural Gas Inventory Routing Problem

Roar Grønhaug, Marielle Christiansen, Guy Desaulniers and Jacques Desrosiers

Natural gas (NG) is an important source of energy. The world's demand for NG is projected to increase by 70% between 2002 and 2025. It has traditionally been transported in pipelines, but transportation by ship is more efficient for long distances. One way of transporting by ship is to cool down the gas to liquid state, liquefied natural gas (LNG), before loading it into special designed tankers. Since the demand and production of LNG have increased, the total fleet of LNG tankers has expanded. It is expected that from 2007 to 2015, the total number of tankers will almost double from 220 to about 400 ships.

We consider the tactical planning problem in the LNG supply chain that consists of production, transportation, storage and sales. The natural gas is cooled down at the liquefaction plants, stored at given loading ports, and transported by tankers to inventories at unloading ports before regasification to natural gas which is sold. Inventory storage capacities are given in all ports. The production and consumption are variable at all terminals, and may vary from day to day. The planners control a heterogeneous fleet of LNG tankers. The cargo hold of each ship is separated into several cargo tanks. A ship is always fully loaded when it leaves the pickup port, but it is possible to unload a variable number of tanks at each regasification terminal. During a voyage some of the gas evaporates and this gas, called *boil-off*, is used as fuel. The planning problem is to design routes and schedules for the fleet including determining the production and consumption that maximize the profit without exceeding the capacities of the tankers and the inventory limits at the storages. We call this problem the LNG inventory routing problem (LNG-IRP).

LNG-IRP is more complex than traditional maritime inventory routing problems. The initial position of a ship may be at a port or a point at sea, and there is no requirement at the end of the planning period. The LNG tankers are specialized ships without any other area of application. In the short-term, there is no option to change the fleet size, thus we disregarded fixed cost for the fleet. The variable sailing costs consist of daily operating costs such as fuel and diesel oil costs. The tankers are also charged port and canal tolls, and these costs depend on the size of the ship.

In contrast to the pickup and delivery problem, the

The planning problem is to design routes and schedules for the fleet including determining the production and consumption that maximize the profit without exceeding the capacities of the tankers and the inventory limits at the storages.

number of visits to a port is unknown, and there exist no pickup and delivery pairs. The quantities loaded or unloaded at the ports are not known as the volume loaded at the pickup and unloaded at the delivery ports are dependent on the ships' capacities. In addition, the quantities unloaded are dependent on the number of cargo tanks unloaded and the boil-off in the actual duty. Furthermore, we have to decide the production of LNG and determine the level of demand fulfillment. Both the production and sales can be adjusted when needed or beneficial throughout the planning horizon.

We solve the LNG-IRP with a branch-and-price-and-cut method. This method relies on a decomposition into a master problem that handles the inventory management and port capacity constraints, and hard-to-solve subproblems generating ship routes. The outcome is a tailor-made column generation method with branching decisions implemented at both the master problem and the subproblems levels. In addition, some accelerating techniques are developed. In particular, a heuristic column generation is used for solving the subproblems as long as columns can be generated, before turning over to an exact algorithm. The proposed branch-and-price-and-cut method is tested on instances inspired by an actor in the LNG business. The contribution of this paper is a solution method to the LNG-IRP that performs much faster than commercial optimization software and that is able to solve larger and more realistic instances than presented earlier. ■

TRANSPORTATION SCIENCE, 44(3), 400-415 (2010).

ORIGINAL TITLE

A BRANCH-AND-PRICE-AND-CUT METHOD FOR A LIQUEFIED NATURAL GAS INVENTORY ROUTING PROBLEM

Roar Grønhaug, Marielle Christiansen,
Norwegian University of Science and Technology

Guy Desaulniers
Department of Mathematical and Industrial Engineering,
Ecole Polytechnique de Montréal et GERAD

Jacques Desrosiers
Department of Management Sciences
HEC Montréal and GERAD

Fast Robust Model Selection in Large Datasets

Debbie J. Dupuis and Maria-Pia Victoria-Feser

Datasets with millions of observations and a huge number of variables are now quite common, especially in such fields as finance, management, computer sciences, and health sciences, among others. Performing statistical inference with such datasets requires the development of new techniques, because otherwise the calculations of the necessary statistics are impossible. One group of techniques is concerned with improving the efficiency of algorithms so as to circumvent computer memory problems. Another group of techniques seeks to develop new statistical tools that can achieve the same goal: make the calculations feasible. In this article we are concerned with the latter techniques.

When the number, p , of variables is very large, good statistical practice requires that this number be reduced by means of proper statistical criteria to better understand the phenomenon under investigation. However, standard statistical techniques that often take into account all of the variables simultaneously cannot be used when p is too large, either because of the curse of dimensionality or because they involve computations of statistical criteria on all combinations of subsets of variables. For the linear regression problem, simple forward selection procedures that are computationally feasible exist and can be readily used. These procedures involve estimating an initial model to which one or more

potential explanatory variables are added according to a given criterion, usually based on a test statistic, until the criterion is no longer satisfied.

Recently, criteria that take into account the false discovery rate (FDR) have flourished. All of these methods are based on the classical least squares estimator for the linear regression model, but the criterion can be adapted to other estimators. Basically, one needs a computationally fast method to select the best explanatory variables at each stage of the forward selection procedure and a test statistic for testing the significance of the regression coefficient of the selected explanatory variable(s). The p value is then compared with an adaptive threshold related to the number of

Recently, criteria that take into account the false discovery rate (FDR) have flourished.

explanatory variables already in the model. In this article we are concerned with the use of such procedures but based on robust estimators and thus test statistics of the linear regression model. It has

already been shown that spurious model deviations, such as outliers, can lead to a completely different, and suboptimal, selected model when a non-robust criterion is used. This occurs because under slight data contamination, the estimated model parameters and, consequently, the model choice criterion can be seriously biased. As a consequence, decisions are made at the wrong level, which has an effect on the empirical FDR. The problem is not new, and several robust model selections procedures have been proposed however all of these criteria are very computer-intensive when all

789413323216548786521364697884165
 15487982513468798464564
 2466545649645642389

of the possible models are evaluated, which means that only forward selection procedures can be used in large datasets. Moreover, and even worse, the available robust estimators are just impossible to compute with the full model if p is too large, and they become useless in a forward selection procedure as the number of explanatory variables increases in the selected model.

The results obtained by our method outperform all competitors.

In this article we propose a fast robust forward selection (FRFS) procedure based on rapidly computable robust estimators and robust significance test statistics. A simulation study shows the good performance of our approach. The new approach enables the analysis of

two challenging datasets. First, we seek to predict the abundance of a protein on the basis of $p = 159$ measured covariate values for $n = 231$ observations. Second, we seek to explain the average price asked for a housing unit given $p = 1325$ covariate values for $n = 13,970$ observations. All available robust estimators with nice properties of efficiency and breakdown cannot be used without some modifications/simplifications. The results obtained by our method outperform all competitors. ■

JOURNAL OF THE AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION, 106(493), 203-212 (2011)

Debbie J. Dupuis

*Department of Management Sciences
 HEC Montréal and GERAD*

Maria-Pia Victoria-Feser

*Faculty of Economics and Social Sciences
 University of Geneva, Switzerland*

789413323216548786521364697884165789413323216548786521364697884165
 1548798251346879846456415487982513468798464564
 24665456496456423892466545649645642389

A Reduced-Form Model of Default Spreads With Markov-Switching Macroeconomic Factors

Georges Dionne, Geneviève Gauthier, Khemais Hammami, Mathieu Maurice and Jean-Guy Simonato

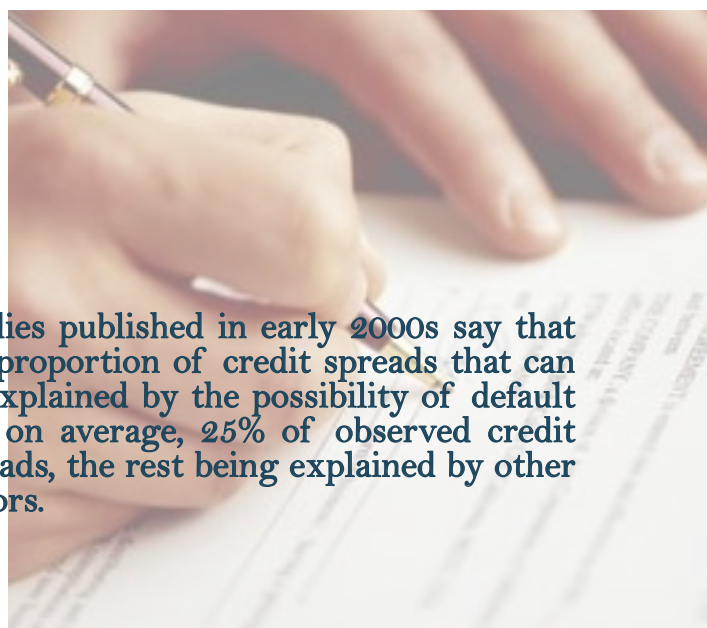
There are a wide variety of financial contracts that can be traded, and bonds are an important class of these contracts. The basic contract form is a bond bought at a certain price today to be sold at the maturity of the contract for an amount greater than the original price. This can be considered lending money for a certain period of time, and having that money refunded along with interest. The yield is the annualized interest rate that it is implicitly paid. This type of contract is considered riskless because we are sure to receive the promised amount at maturity. Typically, government bonds fall into this category.

What happens if we lend to a company that may be bankrupt when it is time to repay the loan? This contract has a credit risk because it is possible that we will receive not the promised payment but only a fraction thereof. This fraction is known as the recovery rate. In such a case, the lender will require a higher return than on a basic contract, as compensation for the risk. The difference between the yields on risky and risk-free bonds is called the credit spread.

Bond yields are also affected by other factors. Liquidity risk is associated with the difficulty of selling the bond. If there is little demand for the bond, it is possible that we will not be able to resell it at the desired time. The buyer of this type of contract will then require a higher yield to compensate for the lack of flexibility. There can also be a taxation effect because corporate bonds are not taxed in the same way as government bonds; therefore, the purchaser will require compensation for the higher tax rate.

Studies published in early 2000s say that the proportion of credit spreads that can be explained by the possibility of default are, on average, 25% of observed credit spreads, the rest being explained by other factors. This proportion seemed small to us; therefore, we sought to demonstrate, using a more sophisticated model, that this proportion is actually higher.

The model we built includes, among other factors, macroeconomic variables that are essentially measures of consumption and inflation. Knowing that the bonds' maturity could be long (10 years or more), we included regime-switching dynamics that capture some economic cycles. It was found that macroeconomic variables are



Studies published in early 2000s say that the proportion of credit spreads that can be explained by the possibility of default are, on average, 25% of observed credit spreads, the rest being explained by other factors.

associated with two of the three major increases in the credit spreads observed in our sample. In addition, the proportion of credit spreads explained by the possibility of default varies over time and, depending on the prevailing regime, may be greater than was reported in previous studies. ■

TO APPEAR IN
JOURNAL OF BANKING & FINANCE
DOI: 110.1016/J.JBANKFIN.2011.01.001

Georges Dionne, Jean-Guy Simonato
Department of Finance
HEC Montréal

Geneviève Gauthier
Department of Management Sciences
HEC Montréal and GERAD

Khemais Hammami, Mathieu Maurice
Caisse de dépôt et placement du Québec

A closed-form solution for the optimal release times for the $F2|\sum w_j C_j$ problem

Edouard Wagneur, Edwin Cheng and Daniel Ng

In some flowshops, it so happens that the jobs processing times depends on the time the job spent in the shop since its release. Think for example of processing ingots which have been heated in a blast furnace. As time elapses, the ingots get cooler, and their processing requires more and more time. Or else, the time required for maintenance operations will be increased if the time elapsed since the last maintenance operations is long. Now, the processing time of a job J on a machine M also depends on the time “lost” due to the job waiting for the machine to be available, which depends on the choice of the jobs released prior to job J . This means that the jobs processing times are sequence dependent. Such shops have been called *flow-shop with deteriorating jobs* in the literature.

We consider the case where the processing sequence of the jobs is the same for all machines. For any given sequence, and for any job, its processing times also depend on the release time of the job into the shop. Thus, for any given performance measure, computing the optimal sequence requires two steps:

1. For a given sequence, determine the optimal release times of the jobs into the shop, which yields the optimal value of the sequence.
2. Compute the optimal sequence, i.e. the sequence for which the performance measure is best.

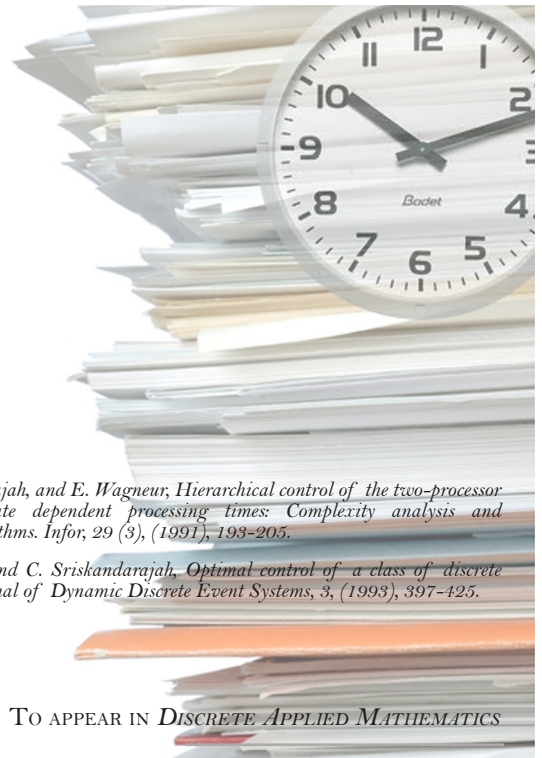
It is well-known (cf [1]) that the minimum makespan problem for the two-machine deteriorating jobs flowshop (the combination of 1 and 2 above), is NP-complete, i.e. there is no known algorithm for finding the optimal sequence in a reasonable time (and no such algorithm is likely to exist), even in the simple case where the processing times depend linearly of the time spent in the shop.

In this paper, we propose a closed form solution to problem 1 for the 2-machine flow-shop with n jobs, and the *minimum weighted sum of completion times of the jobs* performance criterion, in the very general case where

the processing times function for each job is an arbitrary non-decreasing function of the time elapsed since its release. Minimization of the criterion then yields an optimal use of resources.

One interesting feature of this problem – as opposed to, say, the minimum makespan problem ([2]) – is that the solution depends on the growth rate of processing time functions.

Among the various possible applications, it is worth mentioning the planification of aircraft maintenance operations. ■



[1] C. Sriskandarajah, and E. Wagneur, Hierarchical control of the two-processor flow-shop with state dependent processing times: Complexity analysis and approximate algorithms. *Infor*, 29 (3), (1991), 193-205.

[2] E. Wagneur, and C. Sriskandarajah, Optimal control of a class of discrete event systems. *Journal of Dynamic Discrete Event Systems*, 3, (1993), 397-425.

TO APPEAR IN *DISCRETE APPLIED MATHEMATICS*

Edouard Wagneur
Department of Mathematical and Industrial Engineering
École Polytechnique de Montréal and GERAD

Edwin Cheng, Daniel Ng
Department of Logistics and Maritime Studies
The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

When Should a Firm Open Its Source Code: A Strategic Analysis

Peter M. Kort and Georges Zaccour

There is a large academic and popular literature attempting to answer a series of puzzling questions posed by the emergence and development of open-source software. These questions can be, very schematically, regrouped under two headings, related to individuals and firms respectively:

1. Why would programmers, academic researchers, scientists and hackers spend part of their precious time anonymously improving a software for free, i.e., without any direct monetary benefit or recognition by others?
2. Are there some clearly identifiable conditions under which it is beneficial to either engage in an open-source software development or to opt for classical commercial software?

In this paper, the authors attempt to answer a question belonging to the second class above, namely, in a competitive context, why some firms give their software code away for free whereas others sell it. They consider a setting, which has not been analyzed before, of two firms providing both software and a complementary product. Both products are differentiated and partially substitutable. However, the complementary product can only be used by consumers who already have the software of the firm.

This is a familiar pricing problem of two complementary products, e.g., a razor and blades, or a car and maintenance services. However, two elements render our problem far from being simple as it may seem at first glance. First, strategic behavior by the rival company may alter what would be optimal for the firm. This aspect can be coped with; it is actually the bread and butter of any context involving strategic interactions. Second, more interestingly and rather unusual in pricing problems, the quality of the software and the complementary product is not fully controlled by the firm. Indeed, to start with, it depends on the business model. If a firm opens its software, it will enjoy a higher quality for both products, thanks to the input of individual programmers. The cost of this improved quality is the lost revenues on the sale of (closed-source) software. This tradeoff is crucial in determining the profitability of the firm.



We find that it is in the best interest of a company to give its software away for free if this market is highly competitive and the complementary-product market is less competitive, and when the complementary product is of high quality. Furthermore, it is more profitable for a firm to give its software away for free if its competitor also does so. This last result has clearly a prisoner's dilemma flavor. ■

The cost of this improved quality is the lost revenues on the sale of (closed-source) software.

TO APPEAR IN
PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT

Peter M. Kort
Tilburg University, The Netherlands

Georges Zaccour
*Department of Management Sciences
HEC Montréal and GERAD*

GERAD Discussion Papers

Mathematical methods in support of decision making

- G-2010-51 Mixed Effects Random Forest for Clustered Data
Hajjem, A., Bellavance, D. Larocque, D.
- G-2010-52 An Empirical Investigation of Late Bidding in Online Auctions
Ben Rhouma, T., Zaccour, G.
- G-2010-53 Impact of some Parameters on Investments in Oligopolistic Electricity Markets
Pineau, P.-O., Rasata, H., Zaccour, G.
- G-2010-54 An Empirical Investigation of Open-Loop and Closed-Loop Equilibrium Investment Strategies in an Electricity Oligopoly Market
Rasata, H., Zaccour, G.
- G-2010-56 Robustness of Random Forests for Regression
Roy, M.-H., Larocque, D.
- G-2010-61 Positive Edge: A Pricing Criterion for the Identification of Non-Degenerate Simplex Pivots
Raymond, V., Soumis, F., Metrane, A., Desrosiers, J.
- G-2010-64 Estimation of the Mixed Logit Likelihood Function by Randomized Quasi-Monte Carlo
Munger, D., L'Ecuyer, P., Bastin, F., Cirillo, C., Tuffin, B.
- G-2010-67 An Iterative Scheme for Valid Polynomial Inequality Generation in Binary Polynomial Programming
Ghaddar, B., Vera, J.C., Anjos, M.F.
- G-2010-68 Renewable Portfolio Standard Policy: A Game-theoretic Analysis
Nasiri, F., Zaccour, G.
- G-2010-69 Symmetry in Scheduling Problems
Ostrowski, J., Anjos, M.F., Vannelli, A.
- G-2010-70 Impacts of Imports and Natural Gas on Electricity Prices: The Case of Ontario
Kharbach, S., Pineau, P.-O., Fredette, M.
- G-2010-74 A Survey of Nordhaus-Gaddum Type Relations
Aouchiche, M., Hansen, P.
- G-2010-75 On the Extremal Values of the Second Largest Q -Eigenvalue
Aouchiche, M., Hansen, P., Lucas, C.
- G-2010-76 Identifying Local Minima in the Liquidus Surface Using the FactSage Software and the Mesh Adaptive Direct Search (MADS) Algorithm
Gheribi, A.E., Robelin, C., Le Digabel, S., Audet, C., Pelton, A.D.
- G-2010-77 Calculating Optimal Conditions for Alloy and Process Design Using Thermodynamic and Properties Databases, the FactSage Software and the Mesh Adaptive Direct Search (MADS) Algorithm
Gheribi, A.E., Audet, C., Le Digabel, S., Bélisle, E., Pelton, A.D.
- G-2009-37 NOMAD user guide. Version 3.4
Le Digabel, S.
- G-2009-62 A New Column Generation Algorithm for Logical Analysis of Data
Hansen, P., Meyer, C.
- G-2011-01 A simple finite simplicial covering algorithm for concave minimization over a polytope
Meyer, C.
- G-2005-96 A Closed Form Solution to the Optimal Release Times for the $F2$ Deteriorating Jobs $\sum w_j C_j$ Problem
Wagneur, E., Cheng, E., Ng, D.
- G-2010-17 The Whitney Embedding Theorem for Tropical Modules
Wagneur, E.
- G-2011-03 Efficient Use of Parallelism in Algorithmic Parameter Optimization Applications
Audet, C., Dang, C.-K., Orban, D.
- G-2011-05 A Three-Stage Mathematical-Programming Method for the Multi-Floor Facility Layout Problem
Bernardi, S., Anjos, M.F.
- G-2011-08 A Comparison of Several Models for the Minimum Cost m -Cycle Cover Problem
Gouveia, L.E., Laporte, G., Buhrkal, K.F., Gollowitzer, S., Pereira, D.L., Wojciechowski, A.
- G-2010-43 Planning Rapid Transit Networks
Laporte, G., Mesa, J.A., Ortega, F.A., Perea, F.
- G-2011-09 Snow water equivalent estimation using blackbox optimization
Alarie, S., Audet, C., Garnier, V., Le Digabel, S., Leclaire, L.-A.
- G-2008-59 From Global to Local Convergence of Interior Methods for Nonlinear Optimization
Armand, P., Benoist, J., Orban, D.

GERAD Discussion Papers

Mathematical methods in support of decision making

- G-2011-10 Extensions to the repetitive branch and bound algorithm for globally optimal clusterwise regression
Carbonneau, R.A., Caporossi, G., Hansen, P.
- G-2011-11 Use of Quadratic Models with Mesh Adaptive Direct Search for Constrained Black Box Optimization
Conn, A.R., Le Digabel, S.
- G-2011-14 Improving Heuristics for Network Modularity Maximization Using an Exact Algorithm
Caffieri, S., Hansen, P., Liberti, L.
- G-2011-15 A Locally Optimal Heuristic for Modularity Maximization of Networks
Caffieri, S., Hansen, P., Liberti, L.
- G-2011-16 Représentation de la genèse d'un texte par un graphe
Caporossi, G., Leblay, C.
- G-2011-17 A hybrid space-economic model generating world demo-economic projections
Behrens, K., Meyer, C., Tellier, L.-N.

Applications development in large scale technological, commercial and economic systems

- G-2010-62 Radio Planning of Energy-Aware Cellular Networks
Boiardi, S., Capone, A., Sansò, B.
- G-2010-65 The endogenous determination of retirement age and Social Security benefits
Cabo, F., Garcìa-González, A.
- G-2010-72 Pricing By Fourier Transform: An Overview
Baraket, C.
- G-2010-73 A Great Fish War Model with Asymmetric Players
Breton, M., Keoula, M.Y.
- G-2011-04 Pricing Interest Rate Derivatives With Multilinear Interpolations and Transition Densities
Ben-Ameur H., Karoui, L., Mnif, W.
- G-2011-06 Canadian Investors and the Discount on Closed-End Funds
Ayadi, M.A., Ben-Ameur, H., Lazrak, S., Wang, Y.
- G-2011-07 Luck Versus Skill in the Cross-Section of Ethical Mutual Funds
Ayadi, M.A., Ben-Ameur, H., Kryzanowski, L.
- G-2011-12 Resolution of Financial Distress under Chapter 11
Annabi, A., Breton, M., François, P.
- G-2011-13 Bargaining with Intertemporal Maximin Payoffs
Martinet, V., Gajardo, P., De Lara, M., Ramírez Cabrera, H.

Mathematical methods in support of decision making and Applications development in large scale technological, commercial and economic systems

- G-2010-55 The Split Delivery Capacitated Team Orienteering Problem
Archetti, C., Bianchessi, N., Hertz, A., Speranza, M.G.
- G-2010-57 Mean Field Stochastic Control in Radial Loss Networks:
A Paradigm for Tractable Distributed Network AdmissionControl
Ma, Z., Malhamé, R.P., Caines, P.E.
- G-2010-58 Performance Analysis and Optimization of Kanban Based Production Policies in Multi-Part Unreliable Transfer Lines
Youssef, S., Malhamé, R.P.
- G-2010-59 Integrated Operations Planning and Revenue Management for Rail Freight Transportation
Crevier, B., Cordeau, J.-F., Savard, G.
- G-2010-60 Hybrid Variable Neighborhood - Tabu Search Algorithm for the Site Dependent
Vehicle Routing Problem with Time Windows
Belhaiza, S.
- G-2010-63 Heuristics for an Oil Delivery Vehicle routing Problem
Prescott-Gagnon, E., Desaulniers, G., Rousseau, L.-M.
- G-2010-66 Efficient Formulations and a Branch-and-Cut Algorithm for a Production-Routing Problem
Ruokokoski, M., Solyali, O., Cordeau, J.-F., Jans, R., Süral, H.
- G-2010-71 Assigning team tasks and multiple activities to fixed work shifts
Lequy, Q., Desaulniers, G., Solomon, M.M
- G-2011-02 Incomplete Service and Split Deliveries in a Routing Problem with Profits
Archetti, C., Bianchessi, N., Hertz, A., Speranza, M.G.

Scholarship

This semester, our fellows are PhD students in Management of HEC Montréal

NSERC: Behnaz Saboonchi, supervised by Pierre Hansen.

FQRNT: Walid Mathlouthi, co-supervised by Denis Larocque and Marc Fredette.

FQRSC: Tarek Ben Rhouma, supervised by Georges Zaccour.

IFM2: Louis-Philippe Joly, co-supervised by Chantal Labbé and Bruno Rémillard.

Si Yang Wu, supervised by Michel Denault, received a scholarship from IFM2 and won one of the three *Femmes en finance de Banque Nationale Groupe financier* scholarship.

Awards, honours and contributions

- The MSc in Administration program management of HEC Montréal had listed 16 of their students at the Honour Roll for the fall 2010 term, three of them are from GERAD:
 - Jean-Bertrand Gauthier, supervised by Jacques Desrosiers
 - Marie-Hélène Roy, supervised by Denis Larocque
 - Sofiane Tafat, supervised by Michel Denault
- The FQRNT published last October in the *Génial!* (their electronic Newsletter) an article about GERAD energy team (E2G), which is co-supervised by Jean-Philippe Waaub and Olivier Banh. In this special edition on environment, Olivier Banh reports on the energy and environment model the team is constructing to support decision making in this area. The E2G team aims at developing a detailed model for provinces and territories in Canada energy field using the new TIMES models.

This article has, in a few weeks, interest people accross the sea. Indeed, the ADIT (Agence pour la diffusion de l'information technologique) has published the article about global energy on his website *bulletins-electroniques.com*.

- María Angélica Salazar-Aguilar, a postdoctoral trainee under the supervision of Gilbert Laporte and André Langevin. She is one of the eight winners of the 2010 Sofia Kovalévskaja Award. The award was presented to Angélica on November 3, 2010 at the opening ceremonies for the 43rd national congress of the Mathematical Society of Mexico, in Chiapas, Mexico.
- Pierre Hansen and Gilbert Laporte won (ex aequo), the “Pierre Laurin” research award from HEC Montréal. This award recognizes research conducted over the past three years by a full professor or researcher or a guest professor at that level.
- As part of the event “Célébrons le partenariat!” organized by ADRIQ on September 23, 2010 at the Marché Bonsecours, Gilles Savard (École Polytechnique de Montréal), Patrice Marcotte (Université de Montréal) and Exprelio Technologies have been honored for their research project *Développement d'outils d'optimisation pour la mise en oeuvre de systèmes de gestion des revenus et de la tarification dans le domaine des transports aériens et ferroviaires*.
- On October 13, 2010, Michèle Breton, Gilbert Laporte and Georges Zaccour participated to the “midi de la recherche” organized by the Research Office of HEC Montréal. They presented GERAD, and examples of solving complex problems related to their respective field of expertise to the professors, executives, professionals and doctoral students of HEC Montréal.
- Othmane Rachid Tahri, a recent MSc (Financial Engineering) graduate, has won the 2010 CFA Montreal prize, worth \$4,000, for the year's best Master's thesis in this field.

The prize-winning thesis, entitled *Stratégies de couverture dans le cadre des modèles à changements de régime*, was co-directed by Professor Geneviève Gauthier, with the Department of Management Sciences, and Associate Professor Pascal François, with the Department of Finance.

Thesis Defence

- **Quentin Lequy**, co-supervised by Guy Desaulniers and François Soumis
Doctorat Thesis: *Affectation d'activités et de tâches à des quarts de travail fixés*
- **Eric Parent**, supervised by Guy Desaulniers
Master's Thesis: *Génération des itinéraires potentiels des passagers dans un réseau de transport aérien*
- **Imed Laouini**, supervised by André Turgeon
Doctorat Thesis: *La gestion de centrales hydroélectriques par balancement des réservoirs*
- **Pascal Benchimol**, co-supervised by Guy Desaulniers and Jacques Desrosiers
Master's Thesis: *Couplage des méthodes d'agrégation dynamique de contraintes et de stabilisation pour résoudre le problème d'horaires de véhicule avec dépôts multiples*
- **Mohamed Chekli**, co-supervised by Albert Lejeune and François Bellavance
Doctorat Thesis: *Rôle des dossiers santé personnels dans l'amélioration des services de soins de santé aux individus atteints de maladies chroniques*
- **Éric Prescott-Gagnon**, co-supervised by Louis-Martin Rousseau and Guy Desaulniers
Doctorat Thesis: *Méthodes hybrides basées sur la génération de colonnes pour des problèmes de tournées de véhicules avec fenêtres de temps*
- **Martin Turcotte**, co-supervised by François Soumis and Issmail El-Hallaoui
Master's Thesis: *Méthodes heuristiques pour la construction des rotations d'équipage*
- **Ahlem Hajjem**, co-supervised by François Bellavance and Denis Larocque
Doctorat Thesis: *Mixed effects trees and forests for clustered data*
- **Rim Kilani**, co-supervised by Alain Hertz, Pierre Hansen and Odile Marcotte
Doctorat Thesis: *Étude théorique et algorithmique de la cardinalité maximale d'un sous-graphe 2-colorable*
- **Fereshteh Mafakheri**, supervised by Michèle Breton
Doctorat Thesis: *Three Essays on Mixed Quantitative-Qualitative Assessment Using Multiple Criteria Decision Analysis*
- **Bertrand Velut**, co-supervised by Guy Desaulniers and François Soumis
Master's Thesis: *Application de la méthode IPS au problème de localisation d'entrepôts sans capacité*

Trainees

April 4, 2011 to September 1, 2011

Antoine Mesnard (ISIMA, France)

April 1, 2011 to July 31, 2011

Berit Løfstedt (Technical University of Denmark, Denmark)

February 11, 2011 to February 11, 2012

Marcia Helena Moreiva Paiva (Universidade Federal do Espírito Santo, Brazil)

January 11, 2011 to January 11, 2012

Camille Fertel (UQÀM)

Visitors

April 10-15, 2011

Peter M. Kort (Tilburg University, The Netherlands)

March 7-11, 2011

Cathy Macharis (Vrije Universiteit Brussel, The Netherlands)

March 6-19, 2011

Sonia Cafieri (École Nationale de l'aviation Civile, France)

February 23 to March 1, 2011

Hongbo Dong (University of Iowa, USA)

February 14 to May 5, 2011

Manuel Vieira (University Nova de Lisboa, Portugal)

February 2-20, 2011

Daniel Aloise et Caroline Rocha (Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil)

February 1-10, 2011

Jørgen Glomvik Rakke et Magnus Staalhane (Norwegian University of Science and Technology, Norway)

January 24 to April 24, 2011

Nabil Channouf (Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman)

November 23-25, 2010

Hadrien Mélot (Université de Mons, Belgium)

September 22, 2010 to October 3, 2010

Patrick Saint-Pierre (Université de Paris Dauphine, France)

Activities

Thematic Workshops

November 9-10, 2010

Quantin Hayez (Université Libre de Bruxelles, Computer and Decision Engineering – Société Decision Sights)
D-Sight, un logiciel d'évaluation multicritère d'offres fournisseurs

Workshops

July 18-20, 2011

2011 Simulation Society Research Workshop – Simulation in Complex Service Systems

December 13-14, 2010

Second Workshop on Dynamic Games in Economics

Schools

May 4-7, 2011

GERAD Spring School 2011 on Evolutionary Games

August 23-27, 2010

Summer School on Column Generation 2010

Conferences

May 2-4, 2011

Optimization Days

GERAD contributes to

July 21-23, 2011

Eighth International ISDG Workshop

CRM-ISM-GERAD Statistics Colloquium

April 8, 2011

Yutaka Yasui (School of Public Health, University of Alberta, Canada)

Applying Statistical Principles in Large-Scale Biological Data Analysis: why is it rare and what should we do about it?

April 1, 2011

Renming Song (University of Illinois, USA)

Sharp estimates on the heat kernels and Green functions of subordinate Brownian motions in smooth domains

March 18, 2011

Subhashis Ghosal (North Carolina State University, USA)

Combining forward selection and shrinkage techniques for variable selection in regression and classification

March 11, 2011

Brani Vidakovic (Georgia Institute of Technology and Emory University School of Medicine, USA)

Wavelet-based 2-D Spectra and Applications

March 4, 2011

Lajos Horvath (University of Utah, USA)

Limit theorems of functional data analysis with some applications

Activities

CRM-ISM-GERAD Statistics Colloquium

February 18, 2011

Noureddine El Karoui (UC, Berkeley, USA)

Some remarks on random matrix theory and its applications to multivariate statistics

February 11, 2011

Sanjib Basu (Northern Illinois University, USA)

A unified competing risks cure rate model with application to cancer survival data

February 4, 2011

Peter X.K. Song (University of Michigan, USA)

Composite Joint Estimating Functions and Applications in Spatio-Temporal Models

January 28, 2011

Jean-François Quessy (Université du Québec à Trois-Rivières)

Testing for bivariate extreme-value dependence

January 21, 2011

Marco Carone (Johns Hopkins University and UC Berkeley)

The statistical analysis of cross-sectional survival data with applications to the study of dementia

November 26, 2010

Louis-Paul Rivest (Université Laval, Canada)

Modèles de capture-recapture avec applications en épidémiologie

November 19, 2010

Marc Hallin (ECARES, Université libre de Bruxelles and ORFE, Princeton University)

Local Bilinear Multiple-Output Quantile Regression: from L_1 Optimization to Regression Depth

November 12, 2010

Ji Zhu (University of Michigan, USA)

Extracting communities from networks

November 5, 2010

Hanna Jankowski (York University, Canada)

On the Grenander estimator at zero

October 29, 2010

Ahad Jamalizadeh (Shahid Bahonar University, Iran)

Skew-Elliptical Distributions and Their Relationship with Order Statistics

October 15, 2010

Paul Jenkins (University of California, Berkeley)

A New Approach to Computing Sampling Probabilities in Population Genetics Models with Recombination

October 8, 2010

Elif F. Acar (McGill University)

Nonparametric Estimation and Inference for the Copula Parameter in Conditional Copulas

October 1, 2010

Vahid Partovi Nia (McGill University)

A Stopping Rule for MCMC Clustering

Activities

GERAD Seminars

April 20, 2011

Luís Rodrigues (Concordia University, Canada)

Inverse Optimal Control for a Class of Nonlinear Systems

March 10, 2011

Cathy Macharis (Vrije Universiteit Brussel, Belgium)

Location Analysis Method for Belgian Intermodal Terminals (LAMBIT)

March 9, 2011

Sebastian F. Walter (Humboldt-Universität zu Berlin, Germany)

Algorithmic Differentiation (AD) in Python

February 16, 2011

John Chinneck (Carleton University, Ottawa)

Faster Integer Feasibility in MIPs by Branching to Force Change

November 24, 2010

Hadrien Mélot (Université de Mons, Belgium)

House of Graphs : Quels sont les graphes intéressants ?

November 23, 2010

Jörg Kalcsics (Karlsruhe Institute of Technology, Germany)

The Maximum Dispersion Problem

November 17, 2010

Semyon M. Meerkov (Department of Electrical Engineering and Computer Science University of Michigan Ann Arbor, USA)

Production Systems Engineering: An Overview and Recent Developments

November 11, 2010

Quantin Hayez (Université Libre de Bruxelles, Computer and Decision Engineering – Société Decision Sights)

Aide à la décision multicritère : l'évaluation multicritère à l'aide du logiciel D-Sight

October 6, 2010

Mathieu Cloutier (NRC-Biotechnology Research Institute Montréal, Québec, Canada)

Opportunities for Systems and Control Engineering in Biology: Using Mathematical Models for Better Decision Making in Life Sciences

“Meet a GERAD researcher!” Seminars

March 3, 2011

Pierre Hansen (HEC Montréal, Canada)

Classification sur les graphes

December 9, 2010

Ahlem Hajjem (HEC Montréal, Canada)

Mixed Effects Trees and Forests for Clustered Data

December 2, 2010

Denis Larocque (HEC Montréal, Canada)

Trouver les bonnes « connections » : la recherche d'un statisticien à HEC Montréal

Activities

“Meet a GERAD researcher!” Seminars

November 25, 2010

Mohammed Saddoune (École Polytechnique de Montréal, Canada)

Optimisation simultanée des rotations et des blocs mensuels des équipages aériens en utilisant l'agrégation dynamique de contraintes

November 18, 2010

François Soumis (École Polytechnique de Montréal, Canada)

Méthodes d'optimisation pour les grands problèmes de programmation en nombres entiers

GERAD Seminars cofunded by Fondation HEC and the Data Mining Chair

April 5, 2011

Sandrine Mouyset (ENSEEIH, France)

Classification spectrale et applications

March 16, 2011

Sonia Cafieri (École Nationale de l'Aviation Civile, France)

Mixed-Integer Optimization for Air Traffic Deconfliction

GERAD Seminars cofunded by Fondation HEC and the Chair in Game Theory and Management

February 3, 2011

Walid Marrouch (Lebanese American University, School Business, Department of Economics and Finance, Beirut, Lebanon)

International environmental agreements on the presence of adaptation

January 28, 2011

Hamed Ghoddusi (Vienna Graduate School of Finance, Austria)

Dynamic Investment in Extraction Capacity of Exhaustible Resources

January 26, 2011

Enrique Bustamante-Cedeno (University of Minnesota, USA)

Multi-step simultaneous changes Constructive Heuristic Algorithm for Transmission Network Expansion Planning

January 17, 2011

Vincent Martinet (INRA, France)

Viability of transboundary fisheries and international quota sharing: The case of the Bay of Biscay Anchovy

GERAD Seminars cofunded with the Canada Research Chair in Distribution Management

November 23, 2010

Jörg Kalcsics (Karlsruhe Institute of Technology, Germany)

The Maximum Dispersion Problem

Activities

GERAD/MITACS Seminars

April 14, 2011

Tamás Terlaky, and Soteria Kledaras '87 Endowed Chair Professor (Lehigh University)

Interior Point Constraint Generation Algorithm for Semi-Infinite Optimization with a Radiation Therapy Treatment Application

April 7, 2011

Guanghui (George) Lan (University of Florida)

Bundle-type methods uniformly optimal for smooth and nonsmooth convex optimization

March 31, 2011

Hande Benson (Drexel University)

Mathematical Programming Approaches for Multivehicle Path Coordination Under Communication Constraints

March 24, 2011

Alexander Engau (University of Colorado-Denver)

Optimal Collision Avoidance of Operational Spacecraft in Near Real Time

March 17, 2011

Robert J. Vanderbei (Princeton University)

Local Warning

March 10, 2011

Nikolaus V. Sahindis, John E. Swearingen University Professor (Carnegie-Mellon University)

Global optimization of nonconvex NLPs and MINLPs with BARON

March 3, 2011

Manuel Vieira (Universidade Nova de Lisboa, Portugal)

Interior point methods: from linear optimization to symmetric optimization

February 24, 2011

Hongbo Dong (University of Iowa, USA)

Symmetric tensor approximation hierarchies for the completely positive cone

February 17, 2011

J. David Fuller (University of Waterloo)

A Fast Heuristic for Optimal Transmission Switching

November 24, 2010

Alexander Engau (University of Colorado-Denver)

Recent Progress with Interior-Point/Cutting-Plane Methods in Combinatorial Optimization

Activities

Séminaires pas ordinaires

GERAD is proud to announce the comeback of the **Séminaires pas ordinaires**.

These seminars will be given by the students, for the students, and will aim the three following aspects:

- Some lectures will be about our research topic.
- The goal of other lectures will be to explain the essential basis of the GERAD Seminars. therefore, they will be given before the GERAD Seminar.
- And other lectures will be given to ease the utilisation of certain IT tools used in our research.

Members of the organisation committee:

Aïda Reguigui, Anthony Guillou, Dominique Orban and Miguel F. Anjos

April 15, 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX packages for Slides and Pictures

April 7, 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

Bibliography management with LaTeX

March 31, 2011

Anthony Guillou, Pablo Andrés-Domenech, Nicolas Grebille (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX-related softwares

March 24, 2011

Anthony Guillou (GERAD, HEC Montréal)

LaTeX basics

March 17, 2011

Rémi Pacqueau (GERAD, École Polytechnique de Montréal)

Optimisation stochastique en nombres entiers : Principes et application à la gestion de personnel

GERAD NEWSLETTER

Published twice a year by GERAD

EDITOR

Georges Zaccour

georges.zaccour@gerad.ca

GERAD

HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Phone: 514 340-6053

WEB SITE

www.gerad.ca

EMAIL ADDRESS

bulletin@gerad.ca

TRANSLATION

Josée Lafrenière

Élisabeth Touchette

JOURNALIST

Véronique Pagé

COORDINATOR,
EDITORIAL TECHNICIAN AND
GRAPHIC DESIGN

Valérie Lavoie-LeBlanc

LEGAL DEPOSIT: 2011 2nd quarter

Bibliothèque nationale du Québec

Copying authorized with acknowledgement of source



100%