

**Contents / Table des matières**

In This Issue / Dans ce numéro	2
The 2000/2001 Council / Le Conseil 2000/2001	3
Address of the Outgoing President / Adresse du présidente sortante	4
Address of the Incoming President / Adresse du nouveau président	5
Recent Changes to Council / Changements récents au Conseil exécutif	7
1999/2000 CORS Award Winners / Récipiendaires des prix 1999-2000	9
CORS Financial Statements / États financiers de la SCRO	12
<b>Cost-Effective and Reliable Grinding Schedules for Inland Cement /</b>	19,20
<b>– By/Par J. Cherdarchuk, S. Lalani, K. Mik and T. Sim</b>	
Section Financial Statements / États financiers des sections	25
Recollections of Carl Harris...	27
News from the Toronto Student Section	29
<b>Scheduling Start Times for Jobs With Uncertain Durations /</b>	31,32
<b>– By/Par Brian Denton and Diwakar Gupta</b>	
In Search of History / À la recherche de notre histoire	37
CORS Members "Making Waves" / Pleins feux sur les membres de la SCRO	38
Travelling Speakers Program / Programme de Conférenciers Itinérants	39
Meetings and Conferences / Réunions, Assemblées et Congrès	40
The Next Issue / Le prochain numéro	42
Membership Form / Formulaire d'adhésion	43

## In This Issue

With the summer season officially upon us, CORS hopes to continue the forward momentum generated by the success of Edmonton 2000. Several items stemming from our most recent CORS Conference are detailed in this issue of the Bulletin. You'll find a review of the various prize winners, the incoming and outgoing remarks of the presidents, and the year-end financial statements presented at the AGM.

Two years ago, we began a tradition of inviting the winners of the Student Prize Competition to submit articles for inclusion in the Bulletin. I am very pleased to announce that this issue features articles from both award winners. Don't miss out on these superb articles!

In addition, there are a number of informative articles featured in this particular issue, including the re-emergence of the popular section *CORS Members "Making Waves"*. As always, please send any comments and suggestions to me at [sdrekic@math.uwaterloo.ca](mailto:sdrekic@math.uwaterloo.ca).

*Steve*

## Dans ce numéro

Maintenant que l'été est officiellement arrivé, la SCRO souhaite poursuivre dans la foulée du succès d'Edmonton 2000. Dans ce numéro du Bulletin, nous vous rapportons les échos du plus récent congrès de la SCRO. Vous trouverez la liste des lauréats des divers prix, les allocutions du nouveau président et du président sortant et les états financiers de fin d'exercice présentés à l'AGA.

Il y a deux ans, nous lançons une nouvelle tradition : celle d'inviter les récipiendaires du Concours de la meilleure contribution par un étudiant à présenter leurs articles dans le Bulletin. Je suis heureux d'annoncer que le présent numéro propose les articles de nos deux lauréats. À ne pas manquer!

Ce numéro contient également plusieurs articles fort instructifs, dont notre populaire chronique "*Pleins feux sur les membres de la SCRO*" qui est de retour. Comme toujours, je vous invite à me faire parvenir vos commentaires ou suggestions à [sdrekic@math.uwaterloo.ca](mailto:sdrekic@math.uwaterloo.ca).

*Steve*

## Editor/Rédacteur

Steve Drekić

## Publisher/Éditeur

CORS / SCRO  
Box 2225 Station D  
Ottawa, Ont. K1P 5W4

## Printer/Imprimeur

Grenville Management & Printing  
25 Scarsdale Road  
North York, Ont  
M3B 2R2

## Elected Officers

President/Président  
Vice-President/  
Vice-Président  
Past-President/  
Ancienne présidente  
Secretary/Secrétaire  
Treasurer/Trésorier

## Officiers élus

Bernard Lamond  
Paul Comeau

Laura Logan

Evelyn Richards  
John Blake

## Councillors

## Conseillers

Winfried Grassmann  
(99/01)  
Bill Hurley (99/01)  
Stephen Jones (00/02)  
Sophie Lapierre (00/02)

## Standing

### Committees

Education/Éducation  
Membership/Admission  
Public Relations/  
Relations publiques  
Publications  
Program/Programme

## Comités permanents

Erhan Erkut, Sophie Lapierre  
Nadine Hofmann  
Maurice Elliott, Winfried  
Grassmann, Stephen Jones  
Michel Gendreau  
Adel Guitouni

### Ad hoc Committees

Practice Prize/Prix de  
la pratique de la R.O.  
Student Paper/Concours  
du meilleur étudiant  
Solandt Prize/  
Le prix Solandt  
Larnder Prize/  
Le prix Larnder  
Service Award/  
Prix de services  
Merit Award/  
Prix du mérite

## Comités ad hoc

Gilbert Laporte

Michael Carter

Bernard Lamond

Peter Bell

Paul Comeau

Micheal Carter  
Winfried Grassmann  
Laura Logan

John Blake  
Paul Comeau  
Bernard Lamond

Bernard Lamond

Financial Planning/  
Planification financière

IFORS Rep

[www.cors.ca](http://www.cors.ca)

WWW



## The 2000/2001 Council

## Le Conseil 2000/2001

Your 2000/2001 Council, which is made up of the Officers of the Society, the Elected Councillors, and the Section Presidents, is given below. This information, together with complete mailing addresses, can be found at [www.cors.ca](http://www.cors.ca).

Le Conseil 2000/2001 de la Société se compose des officiers de la Société, des conseillers élus et des présidents des sections locales, tel qu'indiqué ci-dessous. Cette information, ainsi que les adresses complètes des membres du Conseil, est disponible à [www.cors.ca](http://www.cors.ca).

---

President/Président	Bernard Lamond, Université Laval, <a href="mailto:Bernard.Lamond@fsa.ulaval.ca">Bernard.Lamond@fsa.ulaval.ca</a>
Vice-President/ Vice-Président	Paul Comeau, Department of National Defense, <a href="mailto:pcomeau@ora.dnd.ca">pcomeau@ora.dnd.ca</a>
Secretary/Secrétaire	Evelyn W. Richards, University of New Brunswick, <a href="mailto:ewr@unb.ca">ewr@unb.ca</a>
Treasurer/Trésorier	John T. Blake, DalTech, <a href="mailto:john.blake@dal.ca">john.blake@dal.ca</a>
Past Presidente/ Ancienne présidente	Laura Logan, Air Canada, <a href="mailto:llogan@aircanada.ca">llogan@aircanada.ca</a>
Councillor/Conseiller	Winfried Grassmann, University of Saskatchewan, <a href="mailto:grassman@cs.usask.ca">grassman@cs.usask.ca</a>
Councillor/Conseiller	Bill Hurley, Royal Military College of Canada, <a href="mailto:hurley-w@rmc.ca">hurley-w@rmc.ca</a>
Councillor/Conseiller	Stephen Jones, University of British Columbia, <a href="mailto:sjones@coe.ubc.ca">sjones@coe.ubc.ca</a>
Councillor/Conseiller	Sophie D. Lapierre, Ecole Polytechnique de Montreal, <a href="mailto:sophiel@crt.umontreal.ca">sophiel@crt.umontreal.ca</a>
Atlantic	Ron Pelot, DalTech, <a href="mailto:Ronald.Pelot@dal.ca">Ronald.Pelot@dal.ca</a>
Québec	Adel Guitouni, Defence Research Establishment Valcartier, <a href="mailto:Adel.Guitouni@drev.dnd.ca">Adel.Guitouni@drev.dnd.ca</a>
Montréal	Michel Gendreau, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, <a href="mailto:michelg@crt.umontreal.ca">michelg@crt.umontreal.ca</a>
Ottawa / Hull	François Julien, University of Ottawa, <a href="mailto:julien@admin.uottawa.ca">julien@admin.uottawa.ca</a>
Kingston	Rick Burns, Queen's University, <a href="mailto:burnsr@post.queensu.ca">burnsr@post.queensu.ca</a>
Toronto	David Martell, University of Toronto, <a href="mailto:martell@smokey.forestry.utoronto.ca">martell@smokey.forestry.utoronto.ca</a>
SW Ontario	Reza Lashkari, University of Windsor, <a href="mailto:lash@uwindsor.ca">lash@uwindsor.ca</a>
Winnipeg	Currently vacant
Saskatoon	Winfried Grassmann, University of Saskatchewan, <a href="mailto:grassman@cs.usask.ca">grassman@cs.usask.ca</a>
Calgary	Maurice Elliott, Decision Insight Systems Inc., <a href="mailto:Maurice@decision-insight.com">Maurice@decision-insight.com</a>
Edmonton	Erhan Erkut, University of Alberta, <a href="mailto:erhan.erkut@ualberta.ca">erhan.erkut@ualberta.ca</a>
Vancouver	Nadine Hofmann, University of British Columbia, <a href="mailto:nadine.hofmann@ubc.ca">nadine.hofmann@ubc.ca</a>
Toronto Student	Chris Neuman, University of Toronto, <a href="mailto:cneuman@mie.utoronto.ca">cneuman@mie.utoronto.ca</a>
Waterloo Student	Saibal Ray, University of Waterloo, <a href="mailto:s3ray@engmail.uwaterloo.ca">s3ray@engmail.uwaterloo.ca</a>
Vancouver Student	Claire Lin, University of British Columbia, <a href="mailto:clin@coe.ubc.ca">clin@coe.ubc.ca</a>

---



## Address of the Outgoing President / Adresse du présidente sortante Laura Logan – May 30, 2000 / 30 mai 2000

It is time for me to make a few comments as outgoing President. C'est maintenant mon opportunité de faire quelques commentaires comme présidente sortante.

Pour débiter, je veux féliciter et remercier le comité organisateur du congrès. Toute l'équipe a travaillé fort pour livrer un congrès exceptionnel. J'aimerais aussi remercier tous les présentateurs qui ont amené plusieurs idées et discussions intéressants.

Right at the start, I want to congratulate and thank the whole conference organizing committee. The whole team has worked hard to deliver an exceptional conference. I also want to thank all of the presenters who have brought so many interesting ideas and discussions. Let's take this chance to recognize the organizing committee:

Erhan Erkut	University of Alberta	Conference Chair
Armann Ingolfsson	University of Alberta	Program Chair
Gilles Reinhardt	University of Alberta	Publicity
Iqbal Jamal	Sierra Systems	Fundraising
Aaryn Flynn	University of Alberta	Webmaster
Tarja Joro	University of Alberta	Logistics
Joan Greabeiel	University if Alberta	Conference Manager
David Ellis	DW Ellis & Associates Ltd	
Glen Armstrong	University of Alberta	
Gilbert Laporte	École des Hautes Études Commerciales	

Thank you also to all of the students who have put in so much effort to ensure that the conference runs smoothly and any assistance needs are met.

Now, I would like to thank the CORS Council for all of their support and hard work through the year. Rick Caron, who is Past-President, has continued to work very hard on the web site. It is a very valuable resource for all members of CORS and I encourage you to check it out. Je veux remercier le conseil de la SCRO pour tout le travail qu'ils ont fait. Rick Caron continue à supporter et à améliorer le site Internet de la SCRO. Je vous encourage d'y visiter.

Bernard Lamond, notre vice-président a commencé un projet de publicité pour la société et pour la discipline de R.O. Bernard Lamond has been working on a project to publicize both the society and the discipline of O.R.

Our Treasurer and Secretary, John Blake and Evelyn Richards, are the backbone of the council. They have both done a wonderful job of keeping the council running, as the other members change each year. Il y a deux personnes qui sont la fondation du conseil. John Blake, le trésorier et Evelyn Richards, la secrétaire, ils font des travaux fantastiques de faire fonctionner le conseil pendant que les autres membres changent chaque année.

We have two councillors who have completed their terms. Nadine Hoffmann and Paul Comeau have both contributed a lot to the society through their focus on issues relating to membership and the membership survey. They will both be staying with council in other roles and are strongly welcomed back. Nous avons deux conseillers qui terminent leurs mandats. Paul Comeau et Nadine Hoffmann ont tous les deux fait de bonnes contributions quant à leur emphase



sur les issues relatifs aux membres de la société et sur le sondage auprès des membres. Ils vont rester avec le conseil dans d'autres rôles et ils sont certainement les bienvenus.

Les autres conseillers ont aussi bien aidé le conseil, notamment Winnifred Grassmann. Steve Drekic continue à faire un effort merveilleux sur le Bulletin. Il a tellement amélioré cette revue! Merci Steve. On a aussi eu beaucoup de support d'Erhan Erkut et Michel Gendreau. Erhan a mis ses efforts à améliorer le diplôme et à introduire d'autres programmes comme le concours des écoles secondaires. Michel Gendreau a pris la responsabilité du renouvellement d'INFOR.

The other councillors have also helped the council, notably Winnifred Grassmann. Steve Drekic has continued his marvelous efforts on the Bulletin. He has really improved it! Thank you Steve. We have also had a lot of support from Erhan Erkut through his work to improve the CORS Diploma program and introduce new innovations like the High School Competition. Michel Gendreau has taken the leadership role in the revamping of INFOR.

In all, the Council has been wonderful to work with and I feel very lucky to have had this chance.

It is now my honour to pass the presidency to Dr. Bernard Lamond. Bernard, je suis sûr que tu auras une année occupée, intéressante et valable. Je te présente le 'Patrick Rivett mug' and a drink to enjoy, at your leisure.

## **Address of the Incoming President / Adresse du nouveau président**

**Bernard Lamond – May 30, 2000 / 30 mai 2000**

Ladies and gentlemen,

Mesdames et messieurs,

I have had the privilege of serving on CORS Council for the last three years, and I look forward to continue for the coming year as CORS president.

J'ai eu le privilège de siéger au conseil de la SCRO pendant trois années, et je suis heureux d'entreprendre la prochaine année comme président de la SCRO.

I would like to thank my predecessors Laura Logan, Rick Caron and Roger Roy, as well as the previous presidents, for their hard and competent work. It will not be easy for me to follow on their footsteps, but I will do my best. I also want to thank Erhan Erkut and his team of organizers who made this year's conference a great success.

J'aimerais remercier mes prédécesseurs Laura Logan, Rick Caron et Roger Roy, ainsi que les présidents précédents, pour leur travail acharné et efficace. Il ne me sera pas facile de poursuivre ce qu'ils ont entrepris, mais je ferai de mon mieux. Je voudrais aussi remercier Erhan Erkut et ses collaborateurs qui ont fait en sorte que le congrès de cette année soit encore un grand succès.

CORS council has a policy of continually improving the quality of the services it offers to the members of CORS. This involves a considerable amount of volunteer work on the part of the council members as well as local section executives, and all those who contribute to organize the conferences and

Le conseil de la SCRO a pour politique de continuellement améliorer les services offerts aux membres de la SCRO. Cela exige une quantité de travail considérable de la part des membres du conseil ainsi que des administrateurs des sections locales, et de tous ceux qui contribuent à l'organisation des congrès et des autres activités de



other CORS activities.

Last week I helped Laura prepare a letter to accompany the forthcoming dues renewal notices. You will receive it soon in your mail. As you will see, the amount of services CORS members obtain is impressive. What is even more impressive is the fact that you get all these services for as low as \$55 per year (Canadian).

The fact is, CORS operates on a shoestring budget. And what makes all this happen is the great enthusiasm of all CORS members and the energy, dedication and hard work of all who volunteer their time by serving on council or by organizing conferences and other CORS activities.

Before closing, I would like to thank all members of the outgoing council and I would like to extend a special welcome to the new council members Sophie Lapierre and Steve Jones. Let me also acknowledge the profound commitment of Evelyn Richards, John Blake and Steve Drekić, who are continuing respectively as secretary, treasurer and *Bulletin* editor.

Last but not least, I would like to invite all of you to attend next year's CORS conference in beautiful Quebec City.

Thank you.

la SCRO.

La semaine passée, j'ai aidé Laura à préparer une lettre qui accompagnera les prochains avis de cotisation annuelle. Vous la recevrez bientôt par la poste. Vous constaterez alors que la quantité de services offerts aux membres de la SCRO est impressionnante. Cela est d'autant plus impressionnant que tous ces services vous sont offerts pour aussi peu que 55 \$ par année.

En fait, la SCRO fonctionne avec un très petit budget. Alors ce qui rend possible toutes ces activités, c'est l'enthousiasme inépuisable de tous les membres de la SCRO ainsi que l'énergie, la détermination et le travail acharné des nombreux bénévoles qui participent au conseil ou qui organisent des congrès et autres activités de la SCRO.

Avant de terminer, j'aimerais remercier tous les membres du conseil sortant et je voudrais souhaiter la bienvenue aux nouveaux membres du conseil Sophie Lapierre et Steve Jones. Permettez-moi aussi de souligner la très grande détermination de Evelyn Richards, John Blake et Steve Drekić, qui vont continuer, respectivement, comme secrétaire, trésorier et rédacteur du *Bulletin*.

Finalement, j'aimerais vous inviter tous à participer au congrès SCRO de l'année prochaine dans la très belle ville de Québec.

Merci.



## Recent Changes to Council Changements récents au Conseil exécutif

As indicated in the May 2000 issue of the Bulletin, here are the members of the 2000/2001 CORS Executive Council:

Conformément à ce qui avait été indiqué dans le numéro de mai du Bulletin, voici les membres du Conseil exécutif de la SCRO 2000-2001 :

President / Président – Bernard Lamond  
 Vice-President / Vice-Président – Paul Comeau  
 Secretary / Secrétaire – Evelyn Richards  
 Treasurer / Trésorier – John Blake  
 Past President / Ancienne présidente – Laura Logan  
 Councillor / Conseiller – Winfried Grassmann  
 Councillor / Conseiller – Bill Hurley  
 Councillor / Conseiller – Stephen Jones \*  
 Councillor / Conseiller – Sophie Lapierre

\* Biographical Sketch for Stephen Jones  
(missing from the last issue of the Bulletin)

\* Notice biographique de Stephen Jones  
(n'ayant pu être publiée dans le dernier  
numéro du Bulletin) :

**Stephen Jones** is a co-founder of the Centre for Operations Excellence (COE) at the University of British Columbia. In his capacity as Associate Director with the COE, Stephen is responsible for client management, project development, and program management. On behalf of the COE, he has developed alliances with the Massachusetts Institute of Technology, the U.S. National Coalition of Manufacturing Leaders, and the University of Montreal. He also teaches a full-year graduate course on consulting practices for the Operations Research department at UBC. Stephen has graduate degrees in economics, finance, and business and is a partner of RPOptions Ltd. He has substantial experience in the applications of operations research, risk management, and microeconomics for client organizations.

**Stephen Jones** est le cofondateur du Centre for Operations Excellence (COE) à l'University of British Columbia. En sa qualité de directeur adjoint du COE, Stephen est responsable de la gestion de la clientèle, du développement des projets et de la gestion des programmes. Pour le compte du COE, il a conclu des alliances avec le Massachusetts Institute of Technology, avec la U.S. National Coalition of Manufacturing Leaders et avec l'Université de Montréal. Il donne aussi un cours complet de second cycle sur les techniques de conseil à l'UBC. Stephen détient des grades universitaires supérieurs en économie, en finance et en commerce, et il est un partenaire de RPOptions Ltd. Il a acquis une vaste expérience des applications de la recherche opérationnelle, de la gestion des risques et de la microéconomie pour des organisations clientes.



## 1999/2000 CORS Award Winners

## Récipiendaires des prix 1999-2000

Congratulations to the following winners of our various awards and prizes awarded at CORS 2000 in Edmonton. Special thanks to all the participants and also to the judges of the Student Prize Competition. For those of you who didn't attend the Student Paper Prize Session, be sure to read the upcoming articles based on the two award-winning papers. More details on all CORS awards and prizes, including a complete list of past winners, can be found by visiting the CORS web site ([www.cors.ca](http://www.cors.ca)).

Toutes nos félicitations aux récipiendaires des divers prix et récompenses remis dans le cadre de SCRO 2000 à Edmonton. Nous tenons à remercier plus particulièrement les participants et les juges du concours du Prix pour la meilleure contribution par un étudiant. Ceux d'entre vous qui n'ont pas pu assister à la session du Prix de la meilleure contribution par un étudiant pourront lire dans le Bulletin les articles tirés des travaux primés. Vous trouverez plus de détails sur les prix et récompenses de la SCRO ainsi que sur leurs anciens récipiendaires dans le site Web de la SCRO ([www.cors.ca](http://www.cors.ca)).

**The Larnder Lecturer  
Le conférencier Larnder**

Andres Weintraub, University of Chile

**The CORS Award of Merit /  
Le prix du mérite de la SCRO**

Michael Carter, University of Toronto

*"For his many contributions to the application and dissemination of Operational Research in Canada, and for his significant contributions to CORS activities."*

**The Omond Solandt Award /  
Le prix Omond Solandt**

Tigrsoft Inc.

*"For outstanding use, development, and support of operational research methods for advanced manufacturing planning and scheduling."*

**The CORS Service Award /  
Le prix de services de la  
SCRO**

Richard Caron, University of Windsor  
Erhan Erkut, University of Alberta  
David Wright, University of Ottawa

**The CORS Practice Prize /  
Le prix de la pratique de la  
R.O.**

Not awarded / Non attribué

*Honourable Mention / Mention honorifique :*

Bao Nguyen and Kevin Ng, "Modeling Canadian Search and Rescue Operations", sponsored by 1 Canadian Air Division, Winnipeg

## 1999/2000 CORS Practice Prize Competition Compétition de la SCRO sur la pratique de la R.O. 1999/2000

The CORS Practice Prize session took place on May 30th at the Edmonton 2000 conference and was very well attended. The session chairs would like to publicly thank the panel of judges who kindly volunteered their time to review the papers and arbitrate over the session.

La session du Prix sur la pratique de la SCRO a eu lieu le 30 mai dernier dans le cadre du congrès Edmonton 2000 et elle a attiré un auditoire nombreux. Les responsables de la session aimeraient remercier publiquement les membres du jury qui ont gentiment accepté de donner bénévolement de leur temps pour examiner les articles et arbitrer la session.

The main criteria considered in evaluating

Les principaux critères pris en compte lors de

--



papers for the session are project impact, contribution to the practice of O.R., quality of analysis, degree of challenge, as well as the quality of written and oral presentation. Entries are expected to report on a completed, practical application, and must describe results that had significant, verifiable and preferably quantifiable impact on the performance of the client organization. Two high quality papers were presented at this year's session. The panel awarded a cash prize of \$500 and an honourable mention to "Modeling Canadian Search and Rescue Operations" by Bao Nguyen and Dr. Kevin Ng sponsored by the Department of National Defence and 1 Canadian Air Division, Winnipeg. Congratulations go to all participants who clearly demonstrated the relevance and value of O.R. in Canada!

l'évaluation des articles soumis pour la session sont l'impact du projet, sa contribution à la pratique de la recherche opérationnelle, la qualité de l'analyse, le niveau de difficulté du problème et la qualité des présentations écrites et orales des projets. Les articles soumis doivent faire état des conclusions d'une étude pratique menée à terme et décrire des résultats ayant eu un impact important, vérifiable et, si possible, quantifiable sur la performance de l'organisation cliente. Cette année, deux articles de grande qualité ont été présentés lors de la session. Le jury a décerné un prix en argent de 500 \$ et une mention honorable à "Modeling Canadian Search and Rescue Operations" par Bao Nguyen et Kevin Ng, Ph.D. qui étaient parrainés par le ministère de la Défense nationale et par la 1<sup>re</sup> Division aérienne du Canada, Winnipeg. Félicitations à tous les participants qui ont clairement mis en évidence l'importance et la qualité de la RO au Canada!

## **Student Paper Competition 2000 Concours du meilleur étudiant 1999/2000**

### **Open Competition / Concours ouvert à tous :**

#### ***First Prize / Premier prix:***

**Title:** Scheduling Start Times for Jobs With Uncertain Durations

**Authors:** Brian Denton, (with Prof. Diwakar Gupta (McMaster))

#### **Abstract:**

This study is concerned with the determination of optimal appointment times for a sequence of jobs with uncertain durations. Such appointment systems are used in many customer service applications to increase the utilization of resources, match workload to available capacity, and smooth the flow of customers. We show that the problem can be expressed as a two-stage stochastic linear program that includes the expected cost of customer waiting, server idling, and a cost of tardiness with respect to a chosen session length. We develop a variation of the standard L-shaped method based on partitioning the support of job durations to solve it. Analytical insights into the effects of job variance, and a bound on the improvements due to resequencing are provided. We propose and test two easy-to-implement heuristics that are based on relaxations of the original problems. These heuristics are very fast and reasonably accurate for problems with a large number of jobs.

#### ***First Runner-up / Deuxième prix:***

**Title:** Cellular Manufacturing System Design: A Price-directed Decomposition and Genetic Algorithm Approach

**Authors:** Aaron Luntala Nsakanda, (with Profs. Moustapha Diaby and Wilson L Price (Laval))

#### **Abstract:**

We present a comprehensive model for designing a cellular manufacturing system (CMS). Our model bridges several known problems in that it integrates the cell formulation problem, the machine allocation problem, and the part routing problem. Multiple process plans and multiple routing alternatives are considered for each part. The problem is to assign a finite number of machines to manufacturing cells so that total intercellular and intracellular material movement and control costs are minimized, subject to satisfying demand requirements for the parts, limits on the machines capacities, and limits on the number and the sizes of manufacturing cells. An extensive computational study was conducted to evaluate the viability of our approach for solving industrial-sized problems. A limited computational experiment involving smaller problems that are special cases of our model was also conducted to compare our methodology to existing models in terms of solution quality.

### ***Second Runner-up / Troisième prix:***

**Title:** Identifying High-Risk Claims within the Workers' Compensation Board of British Columbia's Claim Inventory by using Logistic Regression Modelling

**Authors:** Ernest Urbanovich, Ella E. Young, Martin L. Puterman and Sidney O. Fattedad (UBC)

**Abstract:**

This paper presents a logistic regression model developed to detect claims that pose a potentially high financial risk to the Workers' Compensation Board of British Columbia. We identified factors that could be used to model the conversion of financially low-risk claims into financially high-risk claims, and studied their financial impact on the organization. The sample used in our investigation consisted of 323,098 claims that had injury dates between 1989 and 1992. The results show that although only 4.2% of these claims become high-risk claims, they receive 64.3% of the total benefits paid to July 1999. Based on results presented in previous studies performed within the organization, we decided to use nature of injury as our primary stratification variable, and thus built individual logistic regression models for each subset of claims determined by ten of the most frequent injury types. Within each model, we then identified STD days paid and age of claimant as statistically significant predictors. The resulting logistic regression models can be used in decision making to detect early on potentially high-risk claims.

### **Undergraduate Competition / Concours niveau baccalauréat :**

#### ***First Prize / Premier prix :***

**Title:** Cost-effective and Reliable Grinding Schedules for Inland Cement

**Authors:** Joey Cherdarchuk, Shahnoor Lalani, Kimberley Mik and Thaddeus Sim (U of Alberta)

**Abstract:**

The final phase of cement production at Island Edmonton is the grinding of an intermediary product called clinker. Operating the grinding machinery, or "Finishing Mills", requires a great deal of electrical power, which constitutes one of Island's most significant expenses. This paper discusses a solution that provides Island Edmonton with a tool to improve the cost-effectiveness of the grinding by directing the Finishing Mill's schedules, based on a variety of criteria and constraints. The project incorporates issues such as multiple products, varying power rates throughout each day and month, inconsistent productivity rates, inventory capacities, uncertain demand, and other considerations.

*(Supervisor' note: Erhan Erkut: This is a production planning/scheduling paper. The group has put together an aggregate monthly production plan using LP for 3 mills and 6 products. They are in the process of generating daily plans using a "dispatching" heuristic.)*

#### ***First Runner-up / Deuxième prix:***



**Title:** Équilibrage d'une chaîne d'assemblage par Recherche Tabou

**Author:** Pascal Forget (CRT & Ecole Polytechnique de Montreal)

**Abstract:**

Balancing assembly lines is a crucial task for a manufacturing company to reach a good productivity level that leads to the minimum production costs. Despite progress in exact methods, software with simple heuristics are still used since they give more flexibility: they satisfy quite well the practical needs. However, these algorithms only reach the balancing quality got manually by experienced engineers: they do not overtake them. Other approaches are needed to do better than the human capability. Only a few papers have treated the balancing problem with a *metaheuristique* and, to our knowledge, no algorithm with tabu search has been tested on real industry problems. We present the implantation of a TABU search method on a real industrial problem. We tested our algorithm on a simplified balancing problem coming from a Quebec manufacturer of appliances, with 162 tasks and 264 precedence constraints, realized on a sequential assembly line with workstations located on both sides of the conveyor, with two conveyor's height and no possible re-positioning of the product. We discuss the quality of our solutions and compare our results with solutions coming from heuristic methods.



## **CORS Financial Statements / États financiers de la SCRO**

The next several pages contain the financial statements presented by John Blake, CORS Treasurer, at the Annual General Meeting, May 30, 2000, Edmonton, Alberta.

Les prochaines pages contiennent les états financiers présentés par John Blake, trésorier de la SCRO, à l'assemblée générale annuelle, le 30 mai 2000, à Edmonton, en Alberta.



## Cost-Effective and Reliable Grinding Schedules for Inland Cement

Prepared by the members to TEC Consulting: Joey Cherdarchuk, Shahnoor Lalani, Kimberley Mik, and Thaddeus Sim  
University of Alberta

*\* This article is a summary of the award-winning paper presented at the CORS Student Paper Prize Competition, Edmonton, May 2000.*

The final phase of cement production at Inland Cement Edmonton is the grinding of an intermediary product called clinker. Operating the grinding machinery, or “Finishing Mills”, requires a great deal of electrical power, which constitutes one of Inland’s most significant expenses. Thus, in February 2000, TEC Consulting set out to “develop a tool that aids in the scheduling of Inland Edmonton’s three finishing mills to grind cement cost-effectively while meeting forecasted demand.” This problem incorporated six main issues, as discussed below.

### 1. Varying Electrical Costs

Depending on the time of day, type of day (weekend versus weekday), and month of the year, the amount that Inland pays for power varies. The rates essentially fall into six main blocks, and considerable variation exists between the time blocks; for example, power during the most expensive block (Winter High) is almost five times as expensive as power during the cheapest block (Advantage). Thus, in terms of cost-effectiveness, it is in Inland’s best interest to run its mills in the low-cost Advantage hours wherever possible. Given the total number of Advantage hours available, however, it is not possible to produce all of the cement demanded during these hours alone. Thus, the tool was designed to allocate production hours to the cheapest blocks available wherever possible, and avoid those blocks where power is relatively expensive.

### 2. Scheduled and Unscheduled Equipment Shutdowns

To maintain the integrity of the mills, Inland must shut each one down at least once during the year for three to four weeks. This allows them to change the machines’ internal components and make any necessary repairs. Each shutdown is scheduled well in advance of the actual date that it occurs.

Unscheduled shutdowns are typically the result of equipment failure. The timing and duration of these shutdowns are unpredictable. Historic data reveals, however, that the mills are operational 82% of the time (excluding scheduled shutdowns); this is the probability that TEC assumed when constructing their model.

### 3. Uncertain Grinding Rates

The amount of time required to grind a given quantity of cement is variable, and ultimately depends on three factors:

- a. **Type of Cement.** For example, because Type G is the product of a clinker that is more difficult to grind, it can typically be produced about 16% faster than Type 10 cement, even when produced in the same mill.
- b. **Mill F, G, or H.** Type 2 cement, for instance, can be produced about 15% more rapidly in Mill F than Mill H.



## Des horaires de broyage rentables et fiables pour Inland Cement

Rédigé par les membres de TEC Consulting : Joey Cherdarchuk, Shahnoor Lalani, Kimberley Mik, and Thaddeus Sim  
University of Alberta

*\* Résumé de l'article primé présenté au Concours de la meilleure contribution par un étudiant de la SCRO à Edmonton en mai 2000.*

Le stade final de la production de ciment chez Inland Cement Edmonton est le broyage d'un produit intermédiaire appelé clinker. Pour faire fonctionner les broyeurs de finition, on a besoin d'une grande quantité d'énergie électrique, ce qui se traduit par des charges très importantes pour Inland. C'est pourquoi, en février 2000, TEC Consulting a entrepris " l'élaboration d'un outil visant à faciliter l'établissement des horaires des trois broyeurs d'Inland Edmonton afin que le ciment soit broyé de manière rentable tout en répondant à la demande prévue ". Ce problème comportait six points principaux que nous exposons ci-dessous.

### 1. Coûts d'électricité variables

Suivant l'heure, le jour (week-end par opposition à un jour de semaine) et le mois de l'année, le montant facturé à Inland pour l'énergie électrique varie. Les tarifs se divisent essentiellement en six blocs principaux et il y a une variation importante entre les tranches de temps; par exemple, l'énergie consommée durant la tranche de temps la plus coûteuse (maximum hivernal) est presque cinq fois plus coûteuse que celle consommée durant le bloc le moins coûteux (Avantage). Par conséquent, Inland a tout intérêt à utiliser ses broyeurs durant les heures du bloc Avantage à moindre coût lorsque cela est possible. Cependant, compte tenu de nombre limité d'heures Avantage disponibles, il n'est pas possible de produire tout le ciment demandé uniquement durant ces heures. L'outil a donc été conçu de façon à allouer les heures de production aux tranches de temps les moins coûteuses disponibles, dans la mesure du possible, et à éviter les blocs où la consommation est relativement chère.

### 2. Arrêts d'équipement prévus et imprévus

Pour assurer l'intégrité des broyeurs, Inland doit interrompre le fonctionnement de chacun d'entre eux au moins une fois pendant l'année durant trois à quatre semaines. Cette mesure permet de changer les composants internes des machines et de faire les réparations nécessaires. Chaque arrêt est prévu longtemps à l'avance.

Les arrêts imprévus résultent généralement d'une panne d'équipement. Le moment où ces arrêts se produisent et leur durée sont imprévisibles. Les données historiques révèlent cependant que les broyeurs sont en activité 82 % du temps (hormis les arrêts prévus); c'est la probabilité sur laquelle TEC s'est appuyée pour concevoir son modèle.

### 3. Vitesses de broyage incertaines

Le temps requis pour broyer une certaine quantité de ciment est variable et dépend de trois facteurs:

- a. **Type de ciment.** Par exemple, comme le ciment de type G est le produit d'un clinker plus difficile à broyer, il peut être produit environ 16 % plus rapidement que le ciment de type 10, même si on le produit dans le même broyeur.



- c. **Range of Grinding Rates.** All production rates fluctuate within relatively broad ranges. Thus, it is somewhat unrealistic to specify one particular grinding rate for any type of cement in any given mill.

#### 4. Uncertain Product Demand

Inland has recently reinvented its forecasting methodology; the new process provides Inland with expected demand figures for each of its six types of cement on a monthly basis. However, it is important that Inland's production schedule keep pace with daily demand and not just monthly demand. Therefore, an element of the production planning must include breaking the monthly forecasts down into estimated daily levels. Like all forecasts, though, both the monthly and daily forecasts are subject to error, and thus complicate the production planning process.

#### 5. Various Changeover Costs

If Inland wishes to change the type of cement in a mill, the company faces two "changeover" costs: the time required to change the mill's blades, and the time required to empty the mill of the first type of cement. Changing the blades inside a mill is only required occasionally, requires between two and three hours, and depends on the combination of cements being cycled. For example, if a mill is switching from Type 50 cement to Type 10, one need not change the blades. However, if the mill is switching from Type 50 to Type 30, different blades are required. The second changeover cost, clearing the mills, occurs for all cement changeovers, and is different from the first in that it requires that the mill is running, thus utilizing some of Inland's potential production hours, and increasing the plant's electricity costs. Once the mill is empty and the second cement's ingredients are being filtered in, the time required to set the ingredients to the precise combination required is significant – typically between two and six hours.

#### 6. Flexible Inventory Capacities

For on-site cement storage, Inland has six large silos and 18 smaller ones, each of which can hold 5,400 and 1,200 tonnes of cement respectively. Should demand necessitate that Inland increase its inventory of a particular product, a silo can be switched from one type of cement to another. Unfortunately, emptying a silo cannot happen immediately, because it depends on the rate of customer demand and consequently some silo capacity is lost during a switch.

### Methodology

In addressing the aforementioned issues, TEC Consulting split the problem into two stages. First, a linear programming model was designed to smooth production across the year and generate an aggregate monthly plan. This model allocates monthly production of cement to certain mills, and gives a general indication of the number of hours required to produce each type of cement. Secondly, to make the aggregate schedule more specific and useful on a daily level, an algorithm was developed to seek an efficient and feasible product grinding schedule for each mill. The algorithm also provides an indication of the length of each production run for each type of cement in each mill.

### Linear Programming Model

The Linear Programming Model (henceforth the Czerdarczuk) essentially addresses three of the six issues described above, namely:

- b. **Broyeur F, G ou H.** Le ciment de type 2, par exemple, peut être produit environ 15 % plus rapidement dans le broyeur F que dans le broyeur H.
- c. **Fourchette de vitesses de broyage.** Tous les taux de production fluctuent à l'intérieur de fourchettes relativement étendues. Par conséquent, il serait quelque peu irréaliste de spécifier une vitesse de broyage particulière pour n'importe quel type de ciment dans



n'importe quel type de broyeur.

#### 4. Demande de produits incertaine

Inland a récemment remodelé sa méthode prévisionnelle; le nouveau procédé fournit à Inland des données sur la demande prévue pour chacun de ses six types de ciment sur une base mensuelle. Cependant, il est important que le calendrier de production soit adapté au rythme de la demande quotidienne et non seulement de la demande mensuelle. Par conséquent, un volet de la planification de la production doit inclure une ventilation des prévisions mensuelles en niveaux quotidiens estimatifs. Comme toutes les prévisions, toutefois, tant les données mensuelles que quotidiennes sont susceptibles d'erreur, ce qui complique le processus de planification de la production.

#### 5. Coûts de permutation divers

Si Inland souhaite changer le type de ciment dans un broyeur, l'entreprise fait face à des coûts de "permutation" occasionnés par le temps requis pour changer les lames du broyeur et vider le broyeur du premier type de ciment. Le changement de lames dans un broyeur n'est nécessaire qu'occasionnellement, il prend entre deux et trois heures et dépend de la combinaison de ciments. Par exemple, si dans un broyeur, on passe d'un ciment de type 50 à un de type 10, il n'est pas nécessaire de changer les lames. Par contre, si on passe du type 50 au type 30, il faut des lames différentes. La vidange des broyeurs, le second coût associé aux permutations, doit être effectuée dans tous les cas de permutation quel que ce soit le type de ciment et, contrairement au changement de lames, le broyeur doit alors être en marche, ce qui veut dire qu'on utilise d'éventuelles heures de production d'Inland, ce qui augmente donc les coûts d'électricité de l'usine. Une fois que le broyeur est vide et que les ingrédients du second ciment y sont filtrés, le temps nécessaire pour amener les ingrédients à la combinaison précise requise est substantiel – cela prend généralement entre deux et six heures.

#### 6. Capacités de stockage flexibles

Pour le stockage du ciment sur place, Inland possède 6 grands silos et 18 silos plus petits, chacun pouvant contenir 5 400 et 1 200 tonnes de ciment respectivement. Si la demande oblige Inland à augmenter son stock pour un produit donné, il est possible de remplacer le type de ciment contenu dans un silo par un autre. Malheureusement, vider un silo ne peut pas se faire sur-le-champ, puisque tout dépend du taux de demande de la clientèle; par conséquent on perdra une partie de la capacité du silo durant la permutation.

### Méthodologie

Pour résoudre les points susmentionnés, TEC Consulting a divisé le problème en deux étapes. En premier lieu, on a conçu un modèle de programmation linéaire pour uniformiser la production au cours de l'année et pour produire un plan mensuel général. Ce modèle alloue la production mensuelle de ciment à certains broyeurs et donne une indication générale du nombre d'heures nécessaires pour produire chaque type de ciment. En second lieu, pour rendre le plan général plus spécifique et utile sur une base quotidienne, on a élaboré un algorithme en vue de trouver un horaire de broyage

- a. Varying Electrical Costs
- b. Scheduled and Unscheduled Shutdowns
- c. Flexible Inventory Capacities

Generally, the Czerdarczuk "optimizes" an aggregate, monthly production plan by minimizing electricity costs, such that monthly demand and end-of-month inventory constraints are met. The Czerdarczuk indicates how many hours in each time block will be required to meet production needs, which mills will run during those times, and which mills will produce which combinations of cement. The results of this optimization are then fed into the algorithm.



Due to the variability of many of the model's parameters (such as production rates), several estimations were developed as discussed below:

- a. Production rates for each of the mills (and each type of cement) were fixed. These were determined by calculating the average of historical production rates.
- b. The total number of production hours available in each time block was restricted to 82% of the potential hours. Essentially, instead of using a 24-hour day, the Czerdarczuk used a 19.7-hour day ( $0.82 \times 24$  hours). The relative number of available hours in each time block was reduced accordingly. This artificial limit incorporates the time required for unscheduled shutdowns and blade changes, when the mills are effectively unavailable for production.
- c. Because Inland's scheduled shutdowns are known in advance, the available production hours during those times were reduced to zero.
- d. Historical data suggests that if Inland changes the contents of one of their silos, they typically do so at or near the end of the month. Thus, the Czerdarczuk allows the user to change the inventory capacity for each type of cement each month. Inland is moving towards a consistent silo designation, and thus it is not anticipated that the user will need to adjust these capacities frequently.

In its present form, the Czerdarczuk contains almost 900 variables, 24 of which are binary. The problem takes 1 - 2 minutes to solve on a Pentium 200.

### **Outputs and Limits of the Czerdarczuk**

The output of the Czerdarczuk is the number of hours required each month for the production of each type of cement, in each mill. As well, the Czerdarczuk indicates how many hours in each power time block will be required.

Naturally, however, it is more helpful to Inland to have a specific indication of a grinding schedule for each mill. This would allow them, for example, to plan the number of blade changes that will be required throughout the month, and staff their mills accordingly. As well, estimates of the length of each product run will provide better-defined indications of how much of each product the company will have on hand at any given time.

### **Daily Product Scheduling Algorithm**

The algorithm element of the scheduling tool (henceforth the Scheduler) addresses the three remaining issues described above, namely:

- a. Uncertain Grinding Rates
- b. Uncertain Product Demand
- c. Various Changeover Costs





efficace et praticable pour chaque broyeur. L'algorithme fournit aussi une indication de la durée de chaque cycle de production pour chaque type de ciment dans chaque broyeur.

### **Modèle de programmation linéaire**

Le modèle de programmation linéaire (dorénavant appelé le modèle de Czerdarczuk) s'applique essentiellement à trois des six problèmes décrits ci-dessus, notamment :

- a. Les coûts d'électricité variables
- b. Les arrêts prévus et imprévus
- c. Les capacités de stockage flexibles

En règle générale, le modèle de Czerdarczuk "optimise" un plan de production général en minimisant les coûts d'électricité, de telle manière que la demande mensuelle et les contraintes de stock à la fin du mois sont respectés. Le modèle de Czerdarczuk indique combien d'heures seront nécessaires dans chaque tranche de temps pour répondre aux besoins de la production, quels broyeurs fonctionneront durant ces périodes et quels broyeurs produiront quelles combinaisons de ciment. Les résultats de cette optimisation sont alors incorporés dans l'algorithme.

En raison de la variabilité de plusieurs paramètres du modèle (tels que les vitesses de production), on a développé plusieurs estimations, présentées ci-dessous :

- a. Les taux de production pour chacun des broyeurs (et pour chaque type de ciment) ont été établis. Pour les déterminer, on a calculé la moyenne des taux de production historiques.
- b. Le total des heures de production disponibles dans chaque tranche de temps a été limité à 82 % des heures potentielles. Essentiellement, au lieu d'utiliser une journée de 24 heures, le modèle de Czerdarczuk a utilisé une journée de 19.7 heures ( $0.82 \times 24$  heures). Le nombre relatif d'heures disponibles dans chaque tranche de temps a été réduit en conséquence. Cette limite artificielle inclut le temps requis pour les arrêts imprévus et pour les changements de lames, quand les broyeurs ne sont pas disponibles pour la production.
- c. Comme les arrêts prévus par Inland sont connus à l'avance, les heures de production disponibles durant ces périodes ont été réduites à zéro.
- d. Les données historiques semblent indiquer que si Inland change le contenu d'un de ses silos, elle le fait généralement à la fin du mois ou autour de cette date. Par conséquent, le modèle de Czerdarczuk permet à l'utilisateur de changer la capacité de stockage pour chaque type de ciment chaque mois. Inland songe à adopter une désignation de silo constante et, par conséquent, on ne prévoit pas que l'utilisateur devra modifier ces capacités fréquemment.

Dans sa forme actuelle, le modèle de Czerdarczuk contient presque 900 variables, dont 24 sont binaires. Il faut entre 1 et 2 minutes pour résoudre le problème sur un Pentium 200.

### **Résultats et limites du modèle de Czerdarczuk**

Le modèle de Czerdarczuk permet d'obtenir le nombre d'heures requises chaque mois pour la production de chaque type de ciment, dans chaque broyeur. En outre, le modèle de Czerdarczuk indique combien d'heures il faudra dans chaque bloc d'énergie électrique.

Par contre, il est bien sûr plus utile pour Inland d'avoir en main un horaire de broyage précis pour chaque broyeur. Cela lui permettrait, par exemple, de planifier le nombre de changements de lames nécessaires durant le mois et de prévoir en conséquence le personnel affecté aux broyeurs. Aussi,



The purpose of the custom-made heuristic is to determine an effective order for grinding the cements in each mill, as well as to determine an appropriate length for each product run. The SCHEDULER schedules whole-day production runs based on the output of the Czerdarczuk. Essentially, the algorithm simulates the production of the cement type that will allow the longest production run without exceeding the inventory capacity allocated to that cement, or running out of another type of cement. When the potential production lengths are equivalent for two or more cements, preference is given to the cement type that uses the same blades in order to minimize changeover costs. Each month is scheduled independently of the next. As well, the number of production hours in each day is determined by the percentage of each time block used in that month as given by the Czerdarczuk.

### **Combined Output: A Flexible Schedule**

The schedule that results from the use of the tool provides Inland with a flexible grinding schedule for each of its three finishing mills. The output does not state the specific times that Inland should be grinding each of its cements as it would not be possible for the company to adhere to such a rigid schedule; unexpected equipment shutdowns or sudden influxes of demand, for example, would render such a schedule useless. TEC Consulting's flexible schedule, however, allows Inland to accommodate for such events without disregarding the scheduling guidelines provided; in fact, deviation from the flexible schedule is expected.

### **Conclusions**

The tool developed for Inland Cement Edmonton will provide the company with a consistent planning tool that can be adjusted and updated as better information and parameters become available; with each adaptation, the tool may get a little closer to achieving the optimum that every firm seeks. Perhaps more than simply providing a guide, however, this production planning exercise for Inland has also opened the eyes of the firm to various other factors in their plant that affect production, which consequently affect their level of customer satisfaction. Ultimately, it appears that the tool will be both useful and utilized, and provide a grounds for further Operations Research in Inland's workplace.

### **Section Financial Statements / États financiers des sections**

Section presidents and treasurers are reminded to forward a copy of their section's financial statements for 1999-2000 to:

John Blake  
 CORS Treasurer  
 Dept. of Industrial Engineering  
 DalTech  
 PO Box #1000  
 Halifax, NS B3L 1W2  
 E-mail: [john.blake@dal.ca](mailto:john.blake@dal.ca)  
 Phone: (902) 494-6068

Nous rappelons aux présidents et aux trésoriers des sections qu'ils doivent faire parvenir un exemplaire des états financiers de leur section pour l'exercice 1999-2000 à :

Sections submitting a financial statement will receive a cheque for their share of 1999-2000 membership dues. Please submit your section's statement by August 15, 2000. If you have any questions regarding the report or your section's share of dues, please contact John Blake.

Les sections qui présentent des états financiers recevront un chèque correspondant à leur quote-part des cotisations des membres pour l'exercice 1999-2000. Veuillez présenter les états financiers de votre section d'ici le 15 août 2000. Pour toute question concernant ces états ou la quote-part des cotisations revenant à votre section, n'hésitez pas à communiquer avec John Blake.



les estimations relatives à la durée de chaque cycle de production fourniront des indications plus précises sur la quantité de chaque produit qu'aura en stock l'entreprise à tout moment.

### **Algorithme d'ordonnancement quotidien des produits**

L'élément algorithmique de l'outil d'ordonnancement (dorénavant appelé le Scheduler) s'applique aux trois problèmes restants décrits ci-dessus, notamment :

- a. Les vitesses de broyage incertaines
- b. La demande de produit incertaine
- c. Les coûts de permutation divers

L'heuristique spécialement conçue vise à déterminer un ordre efficace pour broyer les ciments dans chaque broyeur et à déterminer une durée appropriée pour chaque cycle de production. Le Scheduler planifie des cycles de production pour des journées complètes fondées sur les résultats du modèle de Czerdarczuk. Essentiellement, l'algorithme simule la production du type de ciment qui permettra d'obtenir le cycle de production le plus long sans qu'on excède la capacité de stockage pour ce ciment ou qu'on manque d'un autre type de ciment. Quand les durées de production possibles sont équivalentes pour deux types de ciments ou plus, on privilégie le type de ciment qui utilise les mêmes lames de façon à minimiser les coûts de permutation. Chaque mois est planifié indépendamment du prochain. En outre, le nombre d'heures de production pour chaque jour est déterminé par le pourcentage de chaque tranche de temps utilisée durant le mois conformément au modèle de Czerdarczuk.

### **Combinaison des résultats : un horaire flexible**

Grâce à cet outil, Inland obtient un horaire de broyage flexible pour chacun de ses trois broyeurs. Les résultats ne précisent pas le nombre d'heures spécifiques pendant lesquelles Inland doit broyer chacun de ces ciments puisqu'il ne serait pas possible pour l'entreprise de se conformer à un horaire aussi strict; des pannes d'équipement imprévues ou des afflux soudains dans la demande, par exemple, rendrait un tel horaire inutilisable. L'horaire flexible de TEC Consulting, cependant, permet à Inland de prévoir de telles situations sans déroger aux lignes directrices fournies; en fait, un certain écart par rapport à l'horaire flexible est prévisible.

### **Conclusions**

L'outil mis au point pour Inland Cement Edmonton fournit à l'entreprise un outil de planification à long terme qui pourra être modifié et mis à jour à mesure qu'une meilleure information et que d'autres paramètres deviendront disponibles; avec chaque adaptation, l'outil se rapprochera peu à peu de l'optimum que recherche toute société. Mais en plus de fournir des repères à Inland, cet exercice de planification de la production a aussi ouvert les yeux de ses dirigeants sur plusieurs autres facteurs dans l'usine qui ont une incidence sur la production, et qui peuvent par conséquent avoir un impact sur le niveau de satisfaction du client. Il semble donc que cet outil sera à la fois utile et utilisé, et qu'il servira de base pour d'autres applications de recherche opérationnelle chez Inland.



## ***Recollections of Carl Harris...***

I first met Carl in late spring or early summer of 1967. He had just joined the Research Analysis Corporation (RAC) and I was consulting for RAC while on the faculty of George Washington University. After discovering our mutual interests in probability and statistics, we went to lunch and afterwards, walked around the grounds (RAC was in an industrial park and the grounds, as well as the day, was pleasant for walking). Thus began a 33-year professional relationship and personal friendship.

To say Carl had a successful career as an operations researcher, is an understatement to be sure. He is internationally recognized in the profession, through his many research publications, excellence in teaching, and activities in INFORMS. He is the author or co-author of approximately 80 papers in the refereed professional literature, as well as several books. He served as president of ORSA and as associate editor for three operations research journals. He was a popular and conscientious teacher and an ardent committee (school and university) worker.

But most satisfying of all were the many papers we worked on together and of course our text book on queueing theory. People seem surprised that we collaborated on three editions of this book over a span of almost a quarter of a century. They say that most co-authors of books end their relationship after the first edition and in many cases even before the first edition hits the streets. But this never happened to us. The biggest arguments Carl and I ever had were over things like, *should we use above or aforementioned to refer to text that was cited previously*. And on hyphens – Carl was undoubtedly the hyphen mavin (expert) in the world. Heaven help me if I wrote two adjectives before a noun without a hyphen between them.

But I learned quickly. Through this collaboration, we shared many interesting professional adventures. Just to recount one, in 1973 during the gas crisis with the long lines at gas stations, Claude Pepper, then a congressman from Florida had a committee studying this problem and Carl and I were called to his office on the hill to see if we could offer suggestions to alleviate the long queues. The problem was really not solvable by queueing theory, since there was simply not enough gasoline. But we did say that every other day rationing was not going to help much since most people didn't fill up that often anyway, but it might help marginally by keeping folks from topping off. Also, it wasn't necessarily the shortest line one wanted to join, but things like number of pump islands were important too (one might be better off in a longer line at a station with more pump islands operating). But as we were leaving, Carl did offer one final comment: *Congressman Pepper, if you can, pick a station at a bottom of a hill so you can turn off your engine and coast to the pumps thereby saving fuel*. As theoretical as Carl was, he never lost sight of the practical.

But even more than the excellent professional he was, Carl truly loved people. He would go to bat for the underdogs, be they students or colleagues. There are many in the profession (former students, colleagues, etc.) who owe Carl so much (not that Carl would feel that way – he did what he did out of genuine concern and not for any kudos). In fact, this charming, humanist side of Carl often caused minor annoyances if one was going with him to some timed event at a professional society meeting or on campus. On the way to the event, numerous people would greet Carl and he would always stop and chat for awhile. His interest in people took precedence over things like starting meetings on time. Accompanying Carl on a path always had its delays, but the delays were just more evidence of Carl's genuine interest in people – he would simply not blow off an acquaintance just to get to a meeting on time.

I think the best word to describe Carl is the Yiddish word, *Amensch*. The word literally means *A man*, but connotes much more than that. It describes a person who lives up to a set of high standards, is loyal, always sticks up for the underdog and helps those who need help. Carl certainly did this for colleagues, students and friends. He was a true Amensch. I feel so privileged to have been his friend and colleague for 33 years. I only wish it could have been 53!



I think the following e-mail response from a former student to the notice we sent out to our alumni telling of Carl's untimely death says it all:

*Dr. Harris was my teacher, a teacher who kept a sense of humor, and somehow got his night students through, week after week. Whenever I look at my class ring, and think back on my nights at George Mason, I always picture dear Carl. He even made graduation ceremonies fun. I recall on stage that evening, and for only a second, he smiled at me and tugged at my diploma as I reached out to take custody. It was as if to say with a twinkle in his eye, "not so fast old man". Then he shook my hand, and again, didn't let go. He was wishing me well, and it meant as much to me as the diploma itself. There is a very special bond that grows between faculty and grad students after years of night school. I'm living in Texas now, but I suspect I'll always wear my GMU class ring, remember Fairfax, Virginia, and think of Professor Carl handing out kudos and critique in class. He was a Teacher and all else is rubbish in comparison. Sincerest sympathies, Beau.*

by Donald Gross, Distinguished Research Professor of Operations Research and Engineering  
George Mason University  
Fairfax, Virginia, USA



I met Carl Harris in 1980 at my first ORSA/TIMS meeting in Colorado Springs, when I was told by my supervisors at Carleton University that "Dr. Harris" was to be my external examiner. I was, frankly, scared to have such an illustrious name as my external. "What sorts of holes is he going to find?" I also thought he might not appreciate the fact that I had foolishly used Kleinrock as my standard reference for queues! (It had been the text in the course I took.)

When the big day came in July of 1981, my fears were quickly put to rest as Carl prefaced his questioning with the remark: "David, this is a nice piece of work. I just have a few questions to clarify a few points." That, I would come to know, was typical of Carl: he didn't set himself above others. He saw that in putting the candidate at ease, he might be able to actually answer something meaningful.

Over the ensuing 20 years, I have run into Carl at numerous ORSA/TIMS and INFORMS conferences (and even a baseball game!). Even when he was President of ORSA, he still managed to spare the time for a quick "How are things going?". Through all of these experiences I came to see that this smart researcher was also friendly, funny, honest, and ALWAYS approachable. He agreed to every personal request I made, most recently by agreeing to be a plenary speaker at last June's CORS 1999 annual meeting in Windsor, Ontario. Needless to say, he gave a great plenary, full of interesting anecdotes.

No doubt others will be able to comment on Carl's role working for many U.S. governmental agencies. I'd like to complement that by bringing a bit of his international role to the fore. To start, Carl was a great friend to Canada. He had contacts like Brill in Windsor, Paturek and Woodside in Ottawa, and numerous others. I remember him dropping in on the wine and cheese arranged by CORS during the 1998 Montreal meeting, to catch up on his Canadian friends. He had a great French accent for a guy from Brooklyn! Lastly, but certainly not least, he once wore a statistician's hat, working on the "jewel" of our shared North American heritage, the Great Lakes. His work for the International Joint Commission dealt with pollution levels in the Lakes. The long-tailed behaviour of pollution he encountered there had surfaced again recently in his study of long-tailed distributions for queues and Internet traffic.

In addition, Carl was a frequent attendee at international conferences such as IFORS meetings. He was to chair a session at this summer's EURO 17 meeting in Budapest, Hungary. While that session will hopefully proceed in his honour, EURO 17 will miss his presence. I know that the sense of loss that we feel is shared in Mexico and many other countries around the world. In short, Carl Harris was an academic who "did America proud" on the international stage.



I am sure that many of you, like me, will miss Carl in the coming months and years. Our thoughts and prayers go out to his family at this time. May he rest in peace and remain in our hearts, and may we learn from the example he set.

by David Stanford, Associate Professor  
Dept. of Statistical & Actuarial Sciences  
The University of Western Ontario  
London, Ontario, Canada



## News from the Toronto Student Section

The CORS Toronto Student Chapter would, first of all, like to thank all the organizers for an excellent job done on the CORS 2000 Edmonton Conference. We would also like to thank CORS National for the funding that was provided, without which we would not have been able to attend.

During the June 1999 – June 2000 year, membership and attendance increased substantially. Four lunch seminars were held throughout the year, and were popular amongst students interested in Operations Research (OR). Among the speakers were Maureen Crane of *Dofasco*, Julian Wright of *PriceWaterhouseCoopers* and Adrian Kumar of *Loblaw Companies Ltd.* These seminars were particularly informative in terms of applications of OR. National conferences were a fantastic way of meeting new people in the same areas of interests while at the same time having an opportunity to contribute and participate in discussions of application and theory.

Our on-going goal is to continue to encourage student participation and to organize student events which will increase awareness of applications and theory in OR. We would certainly encourage all students, including those from other locations, who are interested in OR to drop in on our lunch seminars to learn more. Information about our group and on-going seminars can tentatively be found at [www.chem-eng.utoronto.ca/~cmte/cors](http://www.chem-eng.utoronto.ca/~cmte/cors).

The following fiscal year will continue with our new president Chris Neuman, from the department of Mechanical & Industrial Engineering, University of Toronto. We would also like to thank David Martell, Vinh Quan, and Mike Carter for their continued support.

Best regards,  
Burcu Anadol and Kerry Khoo



## Scheduling Start Times for Jobs with Uncertain Durations

Brian Denton • Diwakar Gupta  
McMaster University, Michael DeGroote School of Business,  
Hamilton, ON, L8S 4M4  
June 2000

*\* This article is a summary of the award-winning paper presented at the CORS Student Paper Prize Competition, Edmonton, May 2000.*

### **Introduction:**

Appointment systems are used in many customer service industries to increase the utilization of resources, match workload to available capacity, and smooth the flow of customers. A common problem faced by decision makers is how to determine the scheduled start times of each service when their durations are uncertain. This problem is materially different from say a machine-scheduling problem in the sense that once appointments are set, customers are not available prior to the scheduled start time, even if the server becomes free at an earlier time. Thus, choosing an early start time will lead to better server utilization at the cost of additional waiting by customers, whereas a late start time will reduce customer waiting at the cost of additional server idling. What we propose in this article is a model that can be used to find optimal start times under different cost structures associated with server idling, customer waiting, and tardiness.

The appointment-scheduling problem (ASP) arises in many contexts in which appointment decisions are economically significant. For example, Sabria and Daganzo (1989) consider it from the viewpoint of scheduling the arrival of cargo ships at a seaport. In their treatment of the problem the costs of underutilization of a seaport are traded off against the cost of cargo ship waiting. Wang (1994) discusses the problem in a manufacturing setting where the objective is to schedule the arrival of parts on the shop floor such that work-in-process inventory and server idling are minimized. We begin by motivating the problem in another light by providing a specific example in the context of allocating resources for elective surgeries at hospitals.

Typical urban hospitals in North America have operating expenditures measured in hundreds of millions of dollars. Operating rooms (OR's) are estimated to account for between a third and a half of the total costs incurred by hospitals (Macario et. al., 1995). As a result they represent the area with the highest potential for cost savings. Even small relative improvements in efficiency translate into significant dollar savings and benefits to society. Major components of OR costs are fixed costs. These consist of salaries of staff (i.e. surgeons, anesthesiologists and nurses) and fixed cost of facilities and equipment. Thus, effective delivery of surgical services requires an OR manager, or similar governing body, to schedule surgeries efficiently so as to trade-off high utilization of the OR staff and other resources with low OR idling and overtime costs. In most large hospitals in North America, a *block-booking* strategy is used to allocate time for a sequence of surgeries within a department (usually performed by the same surgeon) at a particular OR. Based on the allocation of block times a particular time of day is specified for the arrival of the staff and material resources to the OR. Since surgery durations are not known with certainty it is common practice to schedule block sizes based on estimates of the sum of mean durations of surgeries in the block. Typically overtime costs are avoided by scheduling an empty block at the end of the day to absorb fluctuations in finish times of all blocks scheduled that day.



## Comment déterminer des heures de début pour des tâches à durées incertaines

Brian Denton • Diwakar Gupta  
McMaster University, Michael DeGroote School of Business,  
Hamilton, ON, L8S 4M4  
Juin 2000

*\* Résumé de l'article primé présenté au Concours de la meilleure contribution par un étudiant de la SCRO à Edmonton en mai 2000.*

### **Introduction :**

Bon nombre d'industries de service à la clientèle ont recours à des systèmes de rendez-vous pour accroître l'utilisation des ressources, adapter la charge de travail à la capacité disponible et ordonner le flot de clientèle. Or, les gestionnaires sont souvent confrontés au problème suivant: comment déterminer les heures de début prévues pour chaque service quand leurs durées sont incertaines? Ce problème diffère sensiblement d'un problème d'ordonnancement de machines, par exemple, puisqu'une fois les rendez-vous fixés, les clients ne sont pas disponibles avant l'heure de début établie, même si le serveur devient libre plus tôt. Ainsi, si l'on choisit de devancer l'instant d'entrée, on obtiendra une meilleure utilisation du serveur au détriment d'une attente plus longue pour les clients, alors qu'une heure de début plus tardive réduira l'attente des clients au détriment d'une marche à vide supplémentaire du serveur. Dans cet article, nous proposons un modèle qu'on pourra utiliser pour déterminer les instants d'entrée optimaux selon différentes structures de coûts associées à la marche à vide du serveur, à l'attente des clients et à l'imponctualité.

On retrouve le problème d'horaires de rendez-vous (PHRV) dans de nombreux contextes où les décisions liées aux rendez-vous ont des retombées économiques importantes. Par exemple, Sabria et Daganzo (1989) l'applique à l'arrivée de cargos dans un port maritime. Dans leur traitement du problème, les coûts engendrés par la sous-utilisation d'un port maritime sont mis en balance avec le coût associé à l'attente des cargos. Wang (1994) aborde le problème dans un cadre de production où l'objectif consiste à ordonnancer l'arrivée des pièces dans l'atelier de façon à minimiser le stock de produits en cours et la marche à vide du serveur. Nous commençons par considérer le problème sous un autre angle en présentant un exemple précis dans un contexte d'allocation des ressources pour les interventions chirurgicales non urgentes dans les hôpitaux.

La plupart des hôpitaux urbains en Amérique du Nord affichent des dépenses d'exploitation atteignant des centaines de millions de dollars. On estime que les salles d'opération représentent entre un tiers et la moitié des coûts totaux engagés par les hôpitaux (Macario et coll., 1995). Il s'agit donc du secteur offrant le meilleur potentiel de réduction des coûts. Même de faibles améliorations au plan de l'efficacité se traduisent par des économies importantes et des retombées significatives pour la société. La majeure partie des coûts associés aux salles d'opération sont des coûts fixes. Ils comprennent les salaires du personnel (chirurgiens, anesthésistes et personnel infirmier) et les coûts fixes relatifs aux installations et au matériel. Ainsi, pour assurer une prestation efficace des services chirurgicaux, le gestionnaire des salles d'opération ou toute instance dirigeante en place se doit d'établir les horaires des interventions chirurgicales avec efficacité efficacement de manière à concilier une utilisation élevée du personnel et des autres ressources des salles d'opération avec un faible taux de marche à vide des salles d'opération et de dépenses en temps supplémentaire. Dans la majorité des grands hôpitaux d'Amérique du Nord, on utilise une stratégie de *réservation en bloc* pour affecter une tranche de temps à une séquence d'interventions chirurgicales dans un service (habituellement pratiquées par le même chirurgien) dans une salle





We use the term *customers* to refer to resources (e.g. surgical teams in the block-booking example above) that become available only at the assigned start time and *facility* or *server* to refer to fixed resources, such as an OR. The evaluation of a given schedule of appointment times requires the calculation of expected customer waiting times and facility idle times. Exact calculation of these quantities is problematic when there are many jobs because it requires the evaluation of multidimensional integrals. There have been numerous studies of heuristics for the ASP presented in operations research, statistics, and health care journals over the past four decades on the problem of assigning appointments for arrivals at outpatient clinics (for example see Ho and Lau (1992) and references therein). Another line of research is the study of optimization models for appointment systems. Weiss (1990), and Robinson, Gerchak, and Gupta (1996), solve two and three customer problems, respectively, which can be solved relatively easily owing to the low dimensionality. Robinson et al. also report a method based on Monte Carlo simulation for computing appointment times when the number of jobs,  $n$ , is greater than 3. Wang (1993) considered the case in which job durations are exponentially distributed and showed that for this special case the probability density function for customer waiting times is phase-type.

In the complete article (Denton and Gupta, 1999) we formulate the appointment-scheduling problem as a two-stage stochastic linear program. We outline an algorithm that utilizes the problem structure to obtain near-optimal approximate solutions and error bounds on the difference between the optimal and approximate solution. We provide results from some numerical experiments and summarized insights into the effects of job distribution properties and cost structures. We also explore two easy-to-implement heuristics that give near optimal results for a range of problem parameters. In this summary article we highlight some properties of the problem and the proposed algorithm, as well as summarize some important insights that resulted from the study.

### **Summary of Model Formulation:**

We consider a single server system at which customers arrive punctually at scheduled appointment times, and are served in the order of their arrival. Job sequence is thus assumed fixed. Three commonly used metrics for the performance of an appointment system are customer waiting time, server idle time, and tardiness of a collection of jobs with respect to the allotted time for the session. Whereas, early arrival increases customer waiting, late arrival results in increased idle time of the facility and greater overtime costs. A manager of an appointments-based service system needs to balance efficient server utilization against the cost of customer waiting and overtime. The relative weights of the different metrics may vary from one system to another. Assuming linear costs for waiting, idling and tardiness, the appointments scheduling problem is to find a schedule of times for customer arrivals that minimize a weighted sum of expected waiting, idling and tardiness times. The problem is formulated as a two-stage stochastic linear program with random variables in the right-hand side of the constraints set that correspond to the uncertain job durations.

### **Summary of Solution Methodology:**

The proposed solution method was based on partitioning the space of the random job durations to generate a discrete set of scenarios and a subsequent discrete approximation of the problem. A primal decomposition method was chosen to solve the resulting large-scale linear program to take advantage of its block-diagonal structure. By successively refining the partition, deterministic error bounds were reduced to yield tight approximations of the optimal solution for problem sizes up to  $n=10$ .



d'opération donnée. Suivant l'allocation des tranches de temps, on détermine un moment précis de la journée pour l'arrivée du personnel et des ressources matérielles dans la salle d'opération. Comme la durée des interventions n'est pas connue avec certitude, on établit habituellement la taille des blocs en fonction d'estimations de la somme des durées moyennes des interventions dans le bloc. Généralement, on élimine les dépenses en temps supplémentaire en réservant un bloc vide à la fin de la journée pour absorber toute fluctuation des temps de fin pour tous les blocs réservés ce jour-là.

Nous utilisons le terme *clients* pour désigner les ressources (telles que les équipes chirurgicales dans l'exemple de réservations de blocs ci-dessus) qui deviennent seulement disponibles à l'instant d'entrée établi et les termes *installation* ou *serveur* pour désigner les ressources fixes comme une salle d'opération. Pour évaluer un horaire de rendez-vous donné, on doit calculer les temps prévus d'attente des clients et de marche à vide des installations. Le calcul exact de ces quantités est problématique quand il y a beaucoup de tâches, puisqu'il faut alors évaluer des intégrales multidimensionnelles. Depuis quarante ans, de nombreuses études d'heuristiques consacrées au PHRV ont été publiées dans des revues de recherche opérationnelle, de statistique, de soins de santé traitant du problème d'horaires de rendez-vous pour les arrivées dans des services de consultations externes (se reporter à l'article de Ho et Lau (1992) et aux ouvrages qui y sont cités). L'étude de modèles d'optimisation pour les systèmes de rendez-vous est un autre axe de recherche considéré. Weiss (1990) de même que Robinson, Gerchak et Gupta (1996) solutionnent des problèmes à deux et trois clients respectivement qu'il est possible de résoudre facilement en raison de sa faible dimensionnalité. Robinson et coll. présentent aussi une méthode fondée sur la simulation de Monte-Carlo pour calculer les temps de rendez-vous quand le nombre de tâches,  $n$ , est supérieur à 3. Wang (1993) s'est penché sur le cas où les durées des tâches sont réparties d'une manière exponentielle et il a démontré que pour ce cas particulier, la densité de probabilité pour les temps d'attente des clients est une fonction de phase.

Dans l'article intégral (Denton et Gupta, 1999), nous exprimons le problème d'horaires de rendez-vous sous la forme d'un programme linéaire stochastique en deux étapes. Nous énonçons les grandes lignes d'un algorithme qui utilise la structure du problème pour obtenir des solutions approximatives quasi-optimales et les bornes d'erreur pour la différence entre la solution optimale et la solution approximative. Nous fournissons les résultats obtenus dans le cadre de certaines expérimentations numériques et des indications sur les effets des propriétés de répartition des tâches et des structures de coûts. Nous explorons aussi deux heuristiques faciles à mettre en œuvre qui donnent des résultats quasi-optimaux pour une gamme de paramètres du problème. Dans le présent résumé, nous mettons l'accent sur certaines propriétés du problème et sur l'algorithme proposé; nous résumons aussi quelques conclusions importantes tirées de l'étude.

### **Résumé de la formulation du modèle :**

Nous étudions un système à un seul serveur où les clients arrivent ponctuellement aux heures de rendez-vous fixées et sont servis dans l'ordre d'arrivée. On fait donc l'hypothèse que la séquence des tâches est fixe. Les trois paramètres utilisés fréquemment pour mesurer la performance d'un système de rendez-vous sont le temps d'attente des clients, le temps de marche à vide des serveurs et l'imponctualité d'une série de tâches par rapport au temps alloué pour la session. Alors qu'une arrivée précoce augmente l'attente des clients, une arrivée tardive se traduit par une augmentation du temps de marche à vide de l'installation et par une hausse des dépenses en temps supplémentaire. Le gestionnaire d'un système de services sur rendez-vous doit trouver l'équilibre entre une utilisation efficace du serveur et le coût de l'attente des clients et du temps supplémentaire. Les coefficients de pondération des différents paramètres peuvent varier d'un système à l'autre. Dans l'hypothèse de coûts linéaires pour l'attente, la marche à vide et



### **Insights:**

The algorithm described above was used to solve examples for various problem sizes, job duration distribution types, and cost structures. The following are some important properties of solutions that were observed:

- Solutions are very sensitive to relative differences between waiting and idling/overtime costs.
- A heuristic based on setting job durations equal to the mean performs poorly when waiting costs are high or comparable to idling costs. However, when idling costs are very high it yields near optimal results.
- Solutions appear to depend mainly on the first two moments of the job durations.
- Optimal job allowances for the i.i.d. job durations case are in general not equal; however for a wide range of cost parameters they are often near optimal.

### **Conclusions and Summary:**

The model and methodology described represents a first step into new methods for modeling appointment-based service systems. There are several generalizations that we are currently exploring which include:

- Considering customer tardiness as another source of uncertainty
- Scheduling appointments on a project network
- Modeling multi-server systems.

We are excited about these potential extensions and look forward to communicating them in the future.

### **References:**

1. Denton, B. and Gupta, D. 1999. Scheduling Start Times for Jobs with Uncertain Durations. Working Paper. University of Minnesota, UMN-IE-99-004.
2. Ho, C.J., Lau, H.S. 1992. Minimizing Total Cost in Scheduling Outpatient Appointments. *Management Science* 38 750-764.
3. Macario, A., Terry, V.S., Dunn, B. McDonald T. 1995. Where are the Costs in Perioperative Care?. *Anesthesiology* 83 1138-1144.
4. Robinson, L.W., Gerchak, Y., Gupta, D. 1996. Appointment Times Which Minimize Waiting and Facility Idleness. Working Paper. McMaster University.
5. Sabria, F., and Daganzo, C.F. 1989. Approximate Expressions for Queuing Systems with Scheduled Arrivals and Established Service Order. *Transportation Science* 23 159-165.
6. Wang, P.P., 1993. Static and Dynamic Scheduling of Customer Arrivals to a Single-Server System. *Naval Research Logistics* 40 345-360.
7. Weiss, E.N. 1990. Models for Determining Estimated Start Times and Case Orderings in Hospital Operating Rooms. *IIE Transactions* 22 143-150.



l'imponctualité, le problème d'horaires de rendez-vous consiste à ordonnancer les arrivées des clients de façon à minimiser une somme pondérée des heures d'attente, de marche à vide et d'imponctualité prévues. Le problème est formulé sous la forme d'un programme linéaire stochastique en deux étapes avec des variables aléatoires du côté droit de l'ensemble de contraintes qui correspondent aux durées incertaines des tâches.

### **Résumé de la méthode de résolution :**

La méthode de résolution proposée est fondée sur un partitionnement de l'espace des durées aléatoires des tâches visant à produire un ensemble discret de scénarios et une approximation discrète subséquente du problème. Une méthode de décomposition primale a été retenue pour résoudre le problème linéaire à grande échelle ainsi obtenu afin de tirer avantage de sa structure diagonale par blocs. En raffinant progressivement la partition, on a pu réduire les bornes d'erreur déterministes pour produire des approximations serrées de la solution optimale pour des problèmes dont la taille peut aller jusqu'à  $n = 10$ .

### **Observations :**

L'algorithme décrit ci-dessus a été utilisé pour résoudre des exemples dans lesquels la taille du problème, la durée de tâches, leur répartition et la structures de coûts variaient. Voici quelques propriétés importantes des solutions que nous avons observées :

- Les solutions sont très sensibles aux différences relatives entre les coûts d'attente et ceux de la marche à vide et du temps supplémentaire.
- Une heuristique fondée sur l'établissement de durées de tâches équivalentes à la moyenne donne de mauvais résultats quand les coûts d'attente sont élevés ou comparables aux coûts de marche à vide. Cependant, quand les coûts de marche à vide sont très élevés, cela donne des résultats quasi-optimaux.
- Les solutions semblent dépendre principalement des deux premiers moments dans les durées des tâches.
- Les allocations optimales associées aux tâches dans le cas des durées de tâches i.i.d. sont en général non équivalentes; toutefois, pour un large éventail de paramètres de coûts, elles sont souvent quasi-optimales.

### **Conclusions et récapitulation :**

Le modèle et la méthode décrits constituent la première étape vers de nouvelles méthodes de modélisation des systèmes de services sur rendez-vous. Nous travaillons actuellement sur plusieurs généralisations, notamment :

- Examen de l'imponctualité des clients comme autre source d'incertitude
- Horaires de rendez-vous dans un réseau de projets
- Modélisation de systèmes à plusieurs serveurs.

Nous sommes enthousiastes au sujet de ces extensions possibles et nous réjouissons à la perspective de vous les communiquer dans l'avenir.

\* **Ouvrages cités** à la page 35 \*



## In Search of History (Don't throw out those old boxes)

The University Archivist, Dr. Brian Owens, of the University of Windsor, has now started the process of archiving our society's records. This is an important step in the establishment of a permanent record of our activities. So, don't throw out your old boxes of material. Instead, send them to:

Rick Caron  
University of Windsor  
401 Sunset Avenue  
Windsor, Ontario  
Canada N9B 3P4

While you're at it, please check the accuracy of the information on our web site <<http://www.cors.ca/handbook/awards/index.htm>>. We are particularly keen on getting correct and complete information on our award winners. For example, do you know the winner of the Solandt award at the 1980 Quebec conference? If so, send the answer to [rcaron@uwindsor.ca](mailto:rcaron@uwindsor.ca).



## À la recherche de notre histoire (et de vos vieux documents!)

M. Brian Owens, l'archiviste de l'University of Windsor, a depuis peu commencé l'archivage des documents de notre société. Il s'agit d'une étape importante en vue de l'établissement d'archives permanentes de nos activités. Alors, plutôt que de jeter vos boîtes de vieux papiers, envoyez-les à :

Rick Caron  
University of Windsor  
401 Sunset Avenue  
Windsor, Ontario  
N9B 3P4

Par la même occasion, auriez-vous l'obligeance de jeter un coup d'œil à notre site Web <<http://www.cors.ca/handbook/awards/index.htm>> pour voir si les renseignements qui s'y trouvent sont exacts? Nous cherchons plus particulièrement à vérifier si l'information concernant les récipiendaires de nos prix est juste et complète. Par exemple, connaissez-vous le lauréat du prix Soland attribué lors du congrès de Québec en 1980? Si c'est le cas, veuillez faire parvenir son nom à [rcaron@uwindsor.ca](mailto:rcaron@uwindsor.ca).

## CORS Members “*Making Waves*”

CORS Members “*Making Waves*” brings to light deserving accomplishments and important milestones attained by our CORS members. By bringing such recognition into the foreground, this section informs readers of the recent accolades bestowed upon our members. If you wish to contribute news to this section, please feel free to contact me at [sdreik@math.uwaterloo.ca](mailto:sdreik@math.uwaterloo.ca).

## Pleins feux sur les membres de la SCRO

La rubrique “*Pleins feux sur les membres de la SCRO*” rend hommage aux membres de la SCRO qui se sont illustrés par l'excellence de leurs réalisations et souligne les faits marquants de leur parcours professionnel. Cette section sert donc à informer les lecteurs des récentes distinctions décernées à nos membres. Si vous désirez contribuer à cette chronique, n'hésitez pas à communiquer avec moi à [sdreik@math.uwaterloo.ca](mailto:sdreik@math.uwaterloo.ca).

On May 8, 2000, it was announced at the INFORMS Computing Society business meeting in Salt Lake City that the Year 2000 recipient of the INFORMS Computing Society Prize for Research Excellence in the Interface Between Operations Research and Computer Science is János D. Pintér (Dalhousie University) for his book “*Global Optimization in Action (Continuous and Lipschitz Optimization: Algorithms, Implementations and Applications)*”, Kluwer Academic Publishers (1996). The award inscription is given below:

This book is an excellent practical and academic reference on global optimization, with a unified perspective on the theoretical, computational, and modeling aspects of this important and computationally challenging area. This field is concerned with continuous optimization problems in which the objective function or constraint set may be nonconvex. Such problems often have multiple local optima and identification of the globally best solution(s) can be exceptionally difficult.

The book surveys global optimization problem classes, summarizes various solution approaches (including the author's own contributions), describes a software system for a broad class of these problems, and details the modeling and solution of many significant real-life applications. The development and implementation of computationally effective algorithms is at the interface of operations research and computer science, and this work shows that a wide variety of global optimization problems arising in practice can be successfully addressed.

Edward A. Silver, Carma Chair, Faculty of Management at the University of Calgary, was appointed a 2000 University of Auckland Foundation Visitor for the period February-May 2000 at the University of Auckland, New Zealand. Dr. Silver was also recently selected as one of the three inaugural Fellows of the Manufacturing and Services Operations Management Society. In addition, he received the 2000 Dean's Award for Research Leadership from the Faculty of Management at the University of Calgary.

Le 8 mai 2000, dans le cadre de sa séance de travail à Salt Lake City, la société informatique INFORMS a annoncé que János D. Pintér (Dalhousie University) était le récipiendaire 2000 de son prix d'excellence en recherche, le INFORMS Computing Society Prize for Research Excellence in the Interface Between Operations Research and Computer Science, pour son ouvrage “*Global Optimization in Action (Continuous and Lipschitz Optimization: Algorithms, Implementations and Applications)*”, Kluwer Academic Publishers (1996). Voici la citation accompagnant le prix :

Edward A. Silver, titulaire de la chaire Carma à la faculté d'administration de l'University of Calgary, a été nommé visiteur de l'University of Auckland Foundation pour la période de février à mai 2000 à l'University of Auckland, en Nouvelle-Zélande. M. Silver a aussi récemment été désigné comme l'un des trois premiers Fellows de la Manufacturing and Services Operations Management Society. En outre, il a reçu le 2000 Dean's Award for Research Leadership de la faculté d'administration de l'University of Calgary.



## CORS Travelling Speakers Program

The Travelling Speakers Program (TSP) enables local sections to bring Canadian O.R. practitioners / researchers as speakers to their local events. In order to keep costs in line while maximizing the CORS National profile, the sponsorship will be limited to travel expenses to a maximum of \$500, to be matched by the local section. The expenses covered may include costs for accommodation, meals and other local arrangements.

One page in the program brochure must be contributed to CORS for advertising. An announcement of the local event and the TSP sponsored talk will appear in the *CORS Bulletin*.

To obtain approval for funding, the local section should submit an application to the TSP co-ordinator at least one month in advance of the event date. Payment will be made by the CORS Treasurer upon receipt of the expense report.

## Programme de Conférenciers Itinérants de la SCRO

Le Programme de Conférenciers Itinérants (PCI) aide les chapitres locaux à inviter des praticiens / chercheurs canadiens en R.O. à donner des exposés lors d'activités locales. Pour bien gérer ses dépenses tout en maximisant sa visibilité, la SCRO Nationale limitera sa contribution aux frais de déplacement sans dépasser 500 \$. Le chapitre local doit évaluer ce montant, qui peut inclure des frais d'hébergement, repas et autres nécessités.

Une page du programme de l'activité doit être réservée à la SCRO pour de la publicité. L'activité et l'exposé parrainé par le PCI seront annoncés dans le *Bulletin de la SCRO*.

Pour obtenir des fonds, le chapitre local doit soumettre une demande au Coordonnateur du PCI au moins un mois avant la date de l'activité. Le paiement sera fait par le Trésorier de la SCRO sur réception du rapport de dépenses.

### Application for Funding: CORS Travelling Speakers Program

### Demande de Fonds: Programme de Conférenciers Itinérants de la SCRO

<b>Organizer's name</b> <b>Nom du responsable</b>	
Employer Employeur	
Email address Adresse de courriel	
<b>Name of local event</b> <b>Nom de l'activité</b>	
Host institution Institution hôte	
Place and date Lieu et date	
<b>Speaker's name</b> <b>Nom du conférencier</b>	
Employer Employeur	
Email address Adresse de courriel	
<b>Title of talk</b> <b>Titre de l'exposé</b>	

Signature \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

**MAIL TO / ENVOYER PAR LA POSTE À:** Professeur Bernard Lamond  
Département OSD  
Université Laval  
Québec (Qc) G1K 7P4

--

## MEETINGS AND CONFERENCES / RÉUNIONS, ASSEMBLÉES ET CONGRÈS

### CORS Business Meetings / Séances de travail de la SCRO

2000 Sept 29	2 <sup>nd</sup> Council Meeting, TeleConference.
2000 Nov 24	3 <sup>rd</sup> Council Meeting, Toronto.
2001 Jan 26	4 <sup>th</sup> Council Meeting, TeleConference.
2001 Mar 30	5 <sup>th</sup> Council Meeting, Montreal.
2001 May 7	6 <sup>th</sup> Council Meeting, Quebec City.

### CORS Annual Conferences / Congrès annuels de la SCRO

2001 May 6-9	CORS - Optimization Days Joint Conference Congrès conjoint de la SCRO - Journées de l'optimisation <i>Decision-Aid for Performance Enhancement / L'aide à la décision pour l'amélioration de la performance</i> Quebec City - Ville de Québec (Canada) Web Site / Le site Internet : < <a href="http://www.fsa.ulaval.ca/scro-jopt">http://www.fsa.ulaval.ca/scro-jopt</a> >
--------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Other Conferences / Autres congrès

2000 July 5-7	5 <sup>th</sup> Conference of the Association of Asian-Pacific Operations Research Societies, Singapore, Japan. Program Chair: Paul Kang Hoh, Dept. of Information Systems, School of Computing, National University of Singapore.
2000 July 8-11	ASAC-IFSAM 2000, Montreal, Canada. Conference Chair: Jean Pasquero, E-mail: <a href="mailto:pasquero.jean@uqam.ca">pasquero.jean@uqam.ca</a> . For more information, visit the conference website < <a href="http://asac-ifsam2000.uqam.ca">http://asac-ifsam2000.uqam.ca</a> >.
2000 July 12-14	International Symposium on Combinatorial Optimisation (CO 2000) – <i>Combinatorial Optimisation: Entering A New Century</i> , Maritime Greenwich University Campus, London. Address for correspondence: School of Computing and Mathematical Sciences, University of Greenwich, 30 Park Row, Greenwich, London SE10 9LS, U.K., Fax: +44-(0)20-8331 8665.
2000 July 12-14	3 <sup>rd</sup> International Conference on Matrix-Analytic Methods in Stochastic Models, Leuven, Belgium. Conference Chair: Herlinde Leemans, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. For further information, visit the website < <a href="http://www.econ.kuleuven.ac.be/MAM3">http://www.econ.kuleuven.ac.be/MAM3</a> >.
2000 July 20-21	4 <sup>th</sup> International Workshop on Queueing Networks with Finite Capacity (QNETs 2000), Craiglands Hotel, Ilkley, West Yorkshire, U.K. Visit the web site < <a href="http://www.scm.brad.ac.uk/Events/QNETS2000">http://www.scm.brad.ac.uk/Events/QNETS2000</a> >. For further information, please contact Professor Demetres Kouvatsos, Phone: +44-1274-233941, E-mail: <a href="mailto:D.D.Kouvatsos@comp.brad.ac.uk">D.D.Kouvatsos@comp.brad.ac.uk</a> .
2000 Aug 7-11	17 <sup>th</sup> International Symposium on Mathematical Programming, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia. Contact ISMP 2000, c/o Anita Race, School of Industrial and Systems Engineering, GA Tech, Fax: (+1) 404 894 0390, E-mail: <a href="mailto:ismp2000@isye.gatech.edu">ismp2000@isye.gatech.edu</a> .
2000 Sept 4-8	X Latino-Ibero-Americano Conference on Operations Research and Systems, Palacio de Minería, Mexico City. For more information, send requests to <a href="mailto:clai@quitel.cs.buap.mx">clai@quitel.cs.buap.mx</a> or visit the home page < <a href="http://www.reduaeh.mx/subnodo_matematicas/evento/prueba2.html">http://www.reduaeh.mx/subnodo_matematicas/evento/prueba2.html</a> >.
2000 Sept 5-6	International Workshop in Discrete Optimization Methods in Scheduling and Computer-Aided Design, Institute of Engineering Cybernetics, National Academy of Sciences of Belarus (Minsk). Workshop Secretariat: Dr. Mikhail Y. Kovalyov, Phone: (375) (17) 2842171, E-mail: <a href="mailto:koyal@newman.bas-net.by">koyal@newman.bas-net.by</a> , WWW: < <a href="http://www.univ-troyes.fr/DOM/">http://www.univ-troyes.fr/DOM/</a> >.



- 2000 Sept 15-16 *CanQueue 2000* – 2<sup>nd</sup> National Workshop on Queueing Theory and its Related Fields of Applications, London, Ontario. For more information, contact David Stanford, E-mail: [stanford@stats.uwo.ca](mailto:stanford@stats.uwo.ca), Phone: (519) 661-3612 *or* Steve Drekić, E-mail: [sdrekić@math.uwaterloo.ca](mailto:sdrekić@math.uwaterloo.ca), Phone: (519) 888-4567 Ext. 5551.
- 2000 Sept 18-20 ITC Specialist Seminar on IP Traffic Measurement, Modeling and Management, DoubleTree Hotel and Conference Center, Monterey, California. Visit <http://www.itc-iac.org/lpseminar> for more details.
- 2000 Sept 24-27 22<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Society for Medical Decision Making, Hyatt Regency, Cincinnati. Visit <http://www.gmu.edu/~smdm/2nd/am.html> for further details.
- 2000 Nov 5-8 INFORMS San Antonio Fall 2000, San Antonio Marriott Rivercenter. General Chair: Way Kuo, E-mail: [way@acs.tamu.edu](mailto:way@acs.tamu.edu). Visit the web site <http://www.informs.org/Conf/SanAntonio2000/> for more details.
- 2000 Nov 8-10 25<sup>th</sup> Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, Embassy Suites USF, Tampa, Florida. General Chair: Frank Huebner, AT&T Labs, E-mail: [fhuebner@att.com](mailto:fhuebner@att.com). Visit <http://www.ieeeln.org> for more.
- 2000 Nov 27-  
Dec 1 4<sup>th</sup> International Conference on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing, Hong Kong Asia Baptist University. For more information, visit <http://www.mcqmc.org/MCQMC2000.html> or e-mail the organizers at [mcqmc2000@www.mcqmc.org](mailto:mcqmc2000@www.mcqmc.org). Deadline for submitting abstracts for contributed presentations: 31 Aug 2000.
- 2000 Dec 10-13 Winter Simulation Conference '00 – “*The New Simulation Millennium*”, Wyndham Palace Resort & Spa, Orlando, Florida. Program Chair: Keebom Kang, Dept. of Systems Management, Naval Postgraduate School, Monterey, CA 93943-5103, Phone: (831) 656-3106, Fax: (831) 656-3407. E-mail: [kkang@nps.navy.mil](mailto:kkang@nps.navy.mil). For more information, visit the web site <http://www.wintersim.org>.
- 2000 Dec 11-13 IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing, Sydney, Australia. Visit the web site <http://eivind.imm.dtu.dk/nnsip2000> for more information.

### WWW Conference Listings / Listes de congrès sur le Web

CORS / SCRO Conference Page: <http://www.cors.ca/meetings/confer.htm>

INFORMS Conference Home Page: <http://www.informs.org/Conf/Conf.html>

IFORS Conferences: <http://www.ifors.org/leaflet/conferences.html>

Netlib Conferences Database: <http://www.netlib.org/confdb/Conferences.html>

SIAM Conference Home Page: <http://www.siam.org/conf.htm>



## The Next Issue

The next issue of the Bulletin is scheduled to appear in late October. Apart from the regular features and news from the local sections, the next issue will include up-to-date information concerning next year's National Conference in Quebec City. The next issue should also see the resumption of our popular series of feature O.R. articles. Until then, please send your contributions to the Bulletin, especially news on the activities of local sections and members to:

Steve Drekić  
 Department of Statistics and Actuarial Science  
 University of Waterloo  
 200 University Ave. W.  
 Waterloo, Ontario N2L 3G1  
 E-mail: [sdrekić@math.uwaterloo.ca](mailto:sdrekić@math.uwaterloo.ca)  
 Fax: 519-746-1875

The deadline for submission is October 23, 2000, and the preferred method of submission is by a WORD or WP attachment to an e-mail. The bulletin is produced using WORD 7.0.



## Le prochain numéro

Le prochain Bulletin devrait paraître à la fin octobre. En plus de nos rubriques habituelles et des nouvelles provenant des sections locales, vous pourrez lire dans notre prochain numéro l'information la plus récente sur le congrès annuel de l'année prochaine à Québec. Nous reprendrons également notre passionnante série d'articles de fond sur la RO. D'ici là, nous vous invitons à collaborer au Bulletin, notamment en nous faisant parvenir des nouvelles sur les activités des sections locales et sur les membres à l'adresse suivante:

Steve Drekić  
 Department of Statistics and Actuarial Science  
 University of Waterloo  
 200 University Ave. W.  
 Waterloo, Ontario N2L 3G1  
 E-mail: [sdrekić@math.uwaterloo.ca](mailto:sdrekić@math.uwaterloo.ca)  
 Fax: 519-746-1875

Veillez nous faire parvenir votre article au plus tard le 23 octobre 2000, par courrier électronique sous forme de pièce jointe, si possible sous format WORD ou WP. Le Bulletin est produit dans la version WORD 7.0.

<b>CORS</b> <b>Bulletin Advertising Policy</b>	<b>Politique de publicité du bulletin de la SCRO</b>
Ads cost \$120 per page, proportional for fractional pages. Logos and prepared layouts can be accommodated. Direct inquiries to the Editor.	Le coût d'une annonce est de 120\$/page et varie en proportion pour les annonces de moindre longueur. Les annonces peuvent contenir des logos et des schémas. Contacter le rédacteur pour toute autre information.

